



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM PRODUÇÃO  
VEGETAL NO SEMIÁRIDO

SIRLEI DA CONCEIÇÃO DIAS

**PRODUÇÃO FORRAGEIRA EM SISTEMAS INTEGRADOS NO SEMIÁRIDO**

GUANAMBI  
BAHIA – BRASIL  
2023



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM PRODUÇÃO  
VEGETAL NO SEMIÁRIDO

SIRLEI DA CONCEIÇÃO DIAS

**PRODUÇÃO FORRAGEIRA EM SISTEMAS INTEGRADOS NO SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus Guanambi*, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

Orientador: Prof. Dr. Carlindo Santos Rodrigues.

Coorientadores: Prof. Dr. Joan Brálio Mendes Pereira Lima.

Dr. Marco Aurélio Noce.

GUANAMBI  
BAHIA – BRASIL  
2023

Catálogo: Roberta Pinheiro Ferraz - CRB-5/1596, IF Baiano,  
Campus Guanambi

D541p Dias, Sirlei da Conceição

Produção forrageira em sistemas integrados no semiárido. /  
Sirlei da Conceição Dias.– Guanambi, Ba., 2023.  
58f.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no  
Semiárido) – Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano, Campus Guanambi.

Orientador: Carlindo Santos Rodrigues.

Coorientadores: Joan Brálio Mendes Pereira Lima  
e Marco Aurélio Noce.

1. Gramínea. 2. Leguminosa. 3. Pastagem. 4. Integração  
lavoura-pecuária. 5. Agricultura de sequeiro. I. Título.

CDU: 633



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO

## Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido

### TERMO DE APROVAÇÃO NO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO **PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS EM SISTEMAS INTEGRADOS NO SEMIÁRIDO**

Por

**Sirlei da Conceição Dias**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado às 14:30 07 de julho de 2023 como requisito para a conclusão do curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora, composta pelos professores/pesquisadores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o Trabalho APROVADO.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carlindo Santos Rodrigues - Presidente

Dr. Marco Aurélio Noce - Titular

Prof. Dr. Douglas dos Santos Pina - Titular

Prof. Dr. Leandro Sampaio Oliveira Ribeiro – Titular

Documento assinado eletronicamente por:

- **Douglas dos Santos Pina, Douglas dos Santos Pina - 234460 - Professor de zootecnia do ensino superior - Universidade Federal da Bahia - Ufba (15180714000104)**, em 21/07/2023 12:10:52.
- **Leandro Sampaio Oliveira Ribeiro, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 20/07/2023 11:16:27.
- **Marco Aurélio Noce, Marco Aurélio Noce - 222110 - Agrônomo - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (00348003002911)** em 20/07/2023 08:52:45.
- **Carlindo Santos Rodrigues, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 20/07/2023 08:44:03.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/07/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifbalano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

**Código** 463447  
**Verificador:** f9a2ccd61e  
**Código de  
Autenticação:**



“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

*(Martin Luther King)*

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não houver flores, valeu a sombra das folhas; se não houver folhas, valeu a intenção da semente.”

*(Henfil)*

*Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos e esposa por todo seu amor e por sempre acreditarem em mim. Muito obrigado, de coração.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de estar aqui em meio à tantas dificuldades e poder realizar um sonho de progredir na carreira acadêmica e profissional.

Aos meus pais, Isabel da Conceição e Geraldo Dias, que mesmo com muita dificuldade, me proporcionaram seguir nos estudos e sempre me estimularam a querer ser alguém na vida de maneira honesta, e por me ensinarem a importância da educação e do trabalho árduo.

Aos meus irmãos, Décio, Geane e Gilza, que mesmo pela distância, sempre me apoiaram e torceram por mim.

A minha esposa Mara Letícia, que me ajudou não apenas com seu amor, mas com toda sua dedicação, paciência e incentivo durante todo o processo, me ajudando inclusive na implantação do experimento.

A nossa *Lhasa Apso* peluda, Mel, pelo marrom claro macio e por estar sempre ao meu lado durante a escrita deste trabalho, brincando, mordendo ou dormindo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlindo Santos Rodrigues, pela confiança, pela sua inteira disponibilidade, dedicação, humildade, pelas imensuráveis contribuições a este trabalho e pelo exemplo de dedicação ao ensino e a pesquisa, gratidão.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Joan Brálio Lima, pela confiança, ensinamentos, pela dedicação e zelo pelo trabalho docente, por aceitar-me como coorientado e por suas contribuições para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu coorientador, Dr. Marco Aurélio Noce, pelo exemplo de profissionalismo e dedicação, por aceitar-me como coorientado e por suas contribuições para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos membros da banca, por dedicarem um tempo de sua jornada para que eu possa melhorar este trabalho e pela oportunidade e privilégio de suas avaliações.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Guanambi, pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

A todos os docentes do Programa de Mestrado Profissional que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal.

Ao professor Douglas dos Santos Pina (UFBA), pela contribuição na montagem do modelo estatístico.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais - *Campus* Almenara, pela cessão da área, infraestrutura de laboratórios, material e concessão de apoio financeiro por meio do PBQS.

À Embrapa Milho e Sorgo, pelo fornecimento das sementes e ajuda na implantação do experimento, especialmente Fredson e Marco Aurélio, pelas contribuições e parcerias durante a execução deste trabalho.

Ao Grupo de Estudos em Nutrição de Ruminantes e Forragicultura Tropical do IFNMG Almenara, que contribuíram de forma decisiva para o andamento e a execução deste trabalho.

A todos os servidores e prestadores de serviços do IFNMG, *Campus* Almenara, em especial os funcionários de campo: Edilto Sousa, Fabio Marques (Pé), Gildemar Silva (Milagres) e Pedro Oliveira; que foram essenciais para viabilização deste experimento, meu muito obrigado.

A todos os meus familiares e amigos, que torceram e incentivaram durante essa caminhada.

A toda sociedade brasileira que coletivamente financia o ensino público de excelência na esperança de dias melhores.

Por fim, a todas as pessoas que participaram deste trabalho, incluindo professores, colegas e todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram com esta pesquisa. Suas contribuições foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento profissional, pessoal e acadêmico.

*Agradeço imensamente por tudo que fizeram...*

## RESUMO

DIAS, Sirlei da Conceição. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus* Guanambi, Guanambi, julho de 2023. **Produção forrageira em sistemas integrados no semiárido.** Orientador: Dr. Carlindo Santos Rodrigues. Coorientadores: Dr. Joan Brálio Mendes Pereira Lima e Dr. Marco Aurélio Noce.

Objetivo com o trabalho foi avaliar as características agrônômicas do sorgo forrageiro estabelecido via integração lavoura pecuária com feijão guandu e capim Massai ou capim Paiaguás, bem como, avaliar o desempenho produtivo das culturas consorciadas e em cultivo solteiro submetidas ao clima do semiárido em dois ciclos de estudos. As cultivares utilizadas no experimento foram sorgo forrageiro BRS658, feijão guandu Mandarin, capim BRS Massai e capim BRS Paiaguás. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x2, sendo duas formas de cultivo, solteiro e consorciado, com a combinação sorgo, feijão guandu e capim Massai ou capim Paiaguás e quatro repetições. O período experimental foi compreendido entre novembro de 2020 a maio de 2021. As avaliações foram realizadas em dois ciclos de produção, a primeira com 120 dias pós plantio e a segunda com 70 dias após a colheita do primeiro ciclo. Foram avaliadas a altura de plantas, produtividade de matéria natural e matéria seca, teor de matéria seca, composição botânica e relação folha:colmo. Ocorreu redução na produtividade de matéria seca do sorgo no consórcio com capim Massai e/ou feijão guandu no primeiro ciclo. A produtividade da biomassa natural total e biomassa seca total das forrageiras avaliadas foram afetadas pelos sistemas de consórcio. A composição botânica das espécies individuais foi inferior no sistema consorciado em relação ao cultivo solteiro; no entanto, o sistema consorciado promoveu o incremento na diversidade forrageira nos tratamentos com as espécies integradas. A maior relação folha:colmo (F:C) do capim Massai, enquanto o sorgo apresentou menor relação F:C entre as espécies avaliadas.

**Palavras-chave:** Gramínea, leguminosa, pastagem, integração lavoura-pecuária, agricultura de sequeiro.

## ABSTRACT

DIAS, Sirlei da Conceição. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus* Guanambi, Guanambi, July of 2023. **Forage production in integrated systems in the semi-arid region.** Advisor: Dr. Carlindo Santos Rodrigues. Co-advisors: Dr. Joan Brálio Mendes Pereira Lima e Dr. Marco Aurélio Noce.

**Abstract:** The overall objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics of forage sorghum established through crop-livestock integration with pigeon pea and Massai grass or Paiaguás grass, as well as to assess the productive performance of intercropped and sole-cropped cultures under semi-arid climate conditions in two study cycles. The cultivars used in the experiment were forage sorghum BRS658, pigeon pea Mandarin, Massai grass BRS, and Paiaguás grass BRS. The experimental design used was randomized blocks, in a 2x2x2 factorial scheme, with two cultivation methods, sole cropping, and intercropping, with the combinations of sorghum, pigeon pea, and Massai grass or Paiaguás grass, and four replications. The experimental period was from November 2020 to May 2021. The evaluations were carried out in two production cycles, the first at 120 days post-planting and the second at 70 days after the harvest of the first cycle. Plant height, natural matter productivity, dry matter productivity, dry matter content, botanical composition, and leaf-to-stem ratio were assessed. There was a reduction in the dry matter productivity of sorghum when intercropped with Massai grass and/or pigeon pea in the first cycle. The total natural biomass productivity and total dry biomass productivity of the evaluated forage species were affected by the intercropping systems. The botanical composition of individual species was lower in the intercropped system compared to sole cropping; however, the intercropped system promoted an increase in forage diversity in treatments with integrated species. Massai grass showed the highest leaf-to-stem ratio (F:C), while sorghum exhibited the lowest F:C ratio among the evaluated species.

**Keywords:** Grass, legume, pasture, crop-livestock integration, rainfed crop.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de delimitação do semiárido brasileiro.....	23
<b>Figura 2.</b> Localização da área de implantação experimental no IFNMG – <i>Campus</i> Almenara.....	45
<b>Figura 3.</b> Precipitação pluvial mensal e temperatura máxima, mínima e média durante o período de novembro de 2020 a junho de 2021, Almenara, MG.....	46
<b>Figura 4.</b> Disposição dos blocos na área experimental.....	47
<b>Figura 5.</b> Área experimental (Croqui).....	47
<b>Figura 6.</b> Teor de matéria seca (% MS), do capim Massai sob influência do consórcio com sorgo ou feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação.....	61
<b>Figura 7.</b> Composição botânica (%) do capim Massai sob influência do consórcio com sorgo ou feijão guandu no segundo ciclo de avaliação.....	63
<b>Figura 8.</b> Composição botânica (%) do feijão guandu sob influência do consórcio com sorgo ou capim Massai no primeiro ciclo de avaliação.....	66
<b>Figura 9.</b> Relação folha:colmo (F:C) do feijão guandu sob influência do consórcio com sorgo ou capim Massai no primeiro ciclo de avaliação.....	66
<b>Figura 10.</b> Localização da área de implantação experimental no IFNMG – <i>Campus</i> Almenara.....	89
<b>Figura 11.</b> Precipitação pluvial mensal e temperatura máxima, mínima e média durante o período experimental.....	90
<b>Figura 12.</b> Disposição dos blocos na área experimental.....	92
<b>Figura 13.</b> Área experimental (Croqui).....	93

<b>Figura 14.</b> Altura, em cm, do capim Paiaguás sobre influência do sorgo e do feijão guandu, no primeiro ciclo de avaliação.....	102
<b>Figura 15.</b> Produtividade de matéria natural (PMN), em kg.ha <sup>-1</sup> , do capim Paiaguás sob influência do consórcio com sorgo e do feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação.....	103
<b>Figura 16.</b> Composição botânica, em %, do capim Paiaguás sob influência do consórcio com sorgo ou do feijão guandu no segundo ciclo de avaliação.....	105
<b>Figura 17.</b> Teor de matéria seca (%MS) do feijão guandu sob influência do consórcio com sorgo ou do capim Paiaguás no primeiro ciclo de avaliação.....	108

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Análise química do solo da área experimental.....	49
<b>Tabela 2.</b> Significância das alturas de plantas, produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS), composição botânica (%) e relação folha:colmo (F:C) dos sistemas de produção com sorgo em monocultivo e consorciados com capim Massai e feijão guandu em dois ciclos de avaliações.....	54
<b>Tabela 3.</b> Médias das produtividades de matéria natural (PMN), em kg.ha <sup>-1</sup> , do sorgo sob influência do consórcio com capim Massai e/ou feijão guandu no segundo ciclo de avaliação.....	55
<b>Tabela 4.</b> Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha <sup>-1</sup> , do sorgo sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou capim Massai no primeiro ciclo de avaliação.....	56
<b>Tabela 5.</b> Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha <sup>-1</sup> , do sorgo sob influência do consórcio com capim Massai e/ou feijão guandu no segundo ciclo de avaliação.....	56
<b>Tabela 6.</b> Médias da composição botânica (%) do sorgo sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou capim Massai no primeiro ciclo de avaliação.....	57
<b>Tabela 7.</b> Médias da composição botânica (%), do sorgo sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou capim Massai no segundo ciclo de avaliação.....	57
<b>Tabela 8.</b> Significância das alturas de plantas, produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS), composição botânica (%) e relação folha:colmo (F:C) dos sistemas de produção com capim Massai em monocultivo e consorciados com sorgo e feijão guandu em dois ciclos de avaliações.....	59

<b>Tabela 9.</b> Médias das produtividades de matéria natural (PMN), em kg.ha <sup>-1</sup> , do capim Massai sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou sorgo no primeiro ciclo de avaliação.....	60
<b>Tabela 10.</b> Médias das produtividades de matéria natural (PMN), em kg.ha <sup>-1</sup> , do capim Massai sob influência do consórcio com sorgo e/ou feijão guandu no segundo ciclo de avaliação.....	60
<b>Tabela 11.</b> Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha <sup>-1</sup> , do capim Massai sob influência do consórcio com sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação.....	61
<b>Tabela 12.</b> Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha <sup>-1</sup> , do capim Massai sob influência do consórcio com sorgo e/ou feijão guandu no segundo ciclo de avaliação.....	62
<b>Tabela 13.</b> Médias da composição botânica (%), do capim Massai sob influência do consórcio com sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação.....	62
<b>Tabela 14.</b> Significância das alturas de plantas, produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS), composição botânica (%) e relação folha:colmo (F:C) dos sistemas de produção com feijão guandu em monocultivo e consorciados com sorgo e capim Massai em dois ciclos de avaliações.....	65
<b>Tabela 15.</b> Significância da produtividade de biomassa natural total (PBN), teor de matéria seca total (%MS) e produtividades de biomassa seca total (PBS) dos sistemas de produção em monocultivo e consorciados com sorgo forrageiro, feijão guandu e capim Massai em dois ciclos de avaliações.....	68
<b>Tabela 16.</b> Médias das produtividades de biomassa natural total (PBN), em kg.ha <sup>-1</sup> , dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no primeiro ciclo de avaliação.....	69
<b>Tabela 17.</b> Médias das produtividades de matéria natural total (PMN), em kg.ha <sup>-1</sup> , dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no segundo ciclo de avaliação.....	69

<b>Tabela 18.</b> Médias das porcentagens de matéria seca (%MS) total dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no primeiro ciclo de avaliação.....	70
<b>Tabela 19.</b> Médias dos teores de matéria seca (% MS) total dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no segundo ciclo de avaliação.....	70
<b>Tabela 20.</b> Médias das produtividades de matéria seca (PMS) total dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no segundo ciclo de avaliação.....	71
<b>Tabela 21.</b> Médias da relação folha:colmo (F:C) total dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no primeiro ciclo de avaliação.....	72
<b>Tabela 22.</b> Análise química do solo da área experimental.....	91
<b>Tabela 23.</b> Médias das produtividades de matéria natural (PMN), em kg.ha <sup>-1</sup> , do sorgo sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou capim Paiaguás no primeiro ciclo de avaliação.....	98
<b>Tabela 24.</b> Significância das alturas de plantas (AP), produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS) e composição botânica dos sistemas de produção com sorgo forrageiro em monocultivo e consorciados com feijão guandu e capim Paiaguás no primeiro e segundo ciclo de avaliação.....	99
<b>Tabela 25.</b> Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha <sup>-1</sup> , do sorgo sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou capim Paiaguás no primeiro ciclo de avaliação.....	99
<b>Tabela 26.</b> Médias da composição botânica, em %, do sorgo em consórcio com feijão guandu e capim Paiaguás no primeiro ciclo de avaliação.....	100
<b>Tabela 27.</b> Médias da composição botânica, em %, do sorgo em consórcio com feijão guandu e capim Paiaguás no segundo ciclo de avaliação.....	100
<b>Tabela 28.</b> Significância das alturas de plantas (AP), produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS) e composição botânica	

dos sistemas de produção com capim Paiaguás em monocultivo e consorciados com sorgo forrageiro e feijão guandu no primeiro e segundo ciclo de avaliação.....	101
<b>Tabela 29.</b> Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha <sup>-1</sup> , do capim Paiaguás sob influência do consórcio com sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação.....	104
<b>Tabela 30.</b> Médias da composição botânica, em %, do capim Paiaguás consórcio com sorgo e feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação.....	104
<b>Tabela 31.</b> Significância das alturas de plantas, produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS) e composição botânica dos sistemas de produção com feijão guandu em monocultivo e consorciados com sorgo forrageiro e capim Paiaguás no primeiro e segundo ciclo de avaliação.....	106
<b>Tabela 32.</b> Médias das produtividades de matéria natural (PMV), em kg.ha <sup>-1</sup> , do feijão guandu sob influência do consórcio com sorgo e capim Paiaguás no segundo ciclo de avaliação.....	107
<b>Tabela 33.</b> Médias da composição botânica, em %, do feijão guandu em consórcio com sorgo e capim Paiaguás no primeiro ciclo de avaliação.....	109
<b>Tabela 34.</b> Médias da composição botânica, em %, do feijão guandu em consórcio com sorgo e capim Paiaguás no segundo de avaliação.....	109
<b>Tabela 35.</b> Significância da produtividade de biomassa natural total (PBN) e produtividades de biomassa seca total (PBS) dos sistemas de produção em monocultivo e consorciados com sorgo forrageiro, feijão guandu e capim Paiaguás no primeiro e segundo ciclo de avaliação.....	110
<b>Tabela 36.</b> Médias das produtividades de biomassa natural total (PBN), em kg.ha <sup>-1</sup> , dos sistemas de produção consorciados com sorgo, capim Paiaguás e feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação.....	111
<b>Tabela 37.</b> Médias das produtividades de biomassa seca total (PBS), em kg.ha <sup>-1</sup> , dos sistemas de produção consorciados com sorgo, capim Paiaguás e feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação.....	112

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>20</b>
1. REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
1.1 Introdução.....	21
1.2 Produção forrageira no semiárido.....	22
1.3 Respostas produtivas e morfológicas do Sorgo forrageiro em condições de consócio.....	24
1.4 Feijão guandu e seu cultivo em condições de consócio com outras forrageiras.....	25
1.5 Capim Massai e seu uso em condições semiáridas.....	27
1.6 Capim Paiaguás em condições de consócio com forrageiras.....	28
1.7 Integração de plantas forrageiras em ambiente semiárido.....	29
1.8 Referências bibliográficas.....	31
PROBLEMA.....	40
HIPÓTESE.....	40
OBJETIVOS.....	40
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>41</b>
2. DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CONSÓRCIO SORGO FORRAGEIRO, FEIJÃO-GUANDU E CAPIM MASSAI EM AMBIENTE SEMIÁRIDO.....	42
Resumo.....	42
Abstract.....	43
2.1 Introdução.....	44
2.2 Materiais e métodos.....	46

2.2.1 Local e Características gerais do experimento.....	46
2.2.2 Desenho experimental.....	47
2.2.3 Implantação e condução dos sistemas forrageiros.....	48
2.2.4 Altura das plantas.....	50
2.2.5 Produção de matéria natural e composição botânica.....	51
2.2.6 Teor e produção de matéria seca.....	52
2.2.7 Relação folha/colmo.....	52
2.2.8 Análise Estatística.....	52
2.3 Resultados.....	53
2.3.1 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do sorgo forrageiro.....	53
2.3.2 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do capim Massai.....	58
2.3.3 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do feijão guandu.....	63
2.3.4 Produtividade da biomassa oriunda de consócio sorgo, feijão guandu e capim Massai.....	67
2.4 Discussões.....	72
2.4.1 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do sorgo forrageiro.....	72
2.4.2 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do capim Massai.....	74
2.4.3 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do feijão guandu.....	76
2.4.4 Produtividade da biomassa oriunda das alternativas de consócio sorgo, feijão guandu e capim Paiaguás.....	78
2.5 Conclusões.....	79
2.6 Referências Bibliográficas.....	80

<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>84</b>
3. SORGO FORRAGEIRO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO COM CAPIM PAIAGUÁS E FEIJÃO GUANDU NO SEMIÁRIDO.....	85
Resumo.....	85
Abstract.....	86
3.1 Introdução.....	87
3.2 Materiais e métodos.....	89
3.2.1 Características gerais.....	89
3.2.2 Implantação e condução dos sistemas forrageiros.....	90
3.2.3 Desenho experimental.....	93
3.2.4 Altura das plantas.....	94
3.2.5 Produção de matéria natural e composição botânica.....	94
3.2.6 Teor e produção de matéria seca.....	95
2.2.7 Relação folha/colmo.....	95
3.2.8 Análise estatística.....	96
3.3 Resultados.....	97
3.3.1 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do sorgo forrageiro.....	97
3.3.2 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do capim Paiaguás.....	100
3.3.3 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do feijão guandu.....	105
3.3.4 Produtividade da biomassa oriunda das alternativas de consócio sorgo, feijão guandu e capim Paiaguás.....	109
3.4 Discussões.....	113
3.4.1 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do sorgo forrageiro.....	113
3.4.2 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do capim Paiaguás.....	114
3.4.3 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do feijão guandu.....	116

3.4.4 Produtividade da biomassa oriunda das alternativas de consócio sorgo, feijão guandu e capim Paiaguás.....	118
3.5 Conclusões.....	120
3.6 Referências Bibliográficas.....	121
4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	125

# CAPÍTULO 1

# 1. REFERENCIAL TEÓRICO

## 1.1 Introdução

A agricultura é extremamente dependente das variações atmosféricas, como quantidade de chuvas, temperatura, umidade do ar e outros elementos climáticos, de maneira que o clima interfere diretamente na produção agropecuária. Ao longo do tempo, a agricultura no Semiárido brasileiro vem lidando com condições adversas de clima, já que, nessa região, o clima é caracterizado por temperaturas elevadas e baixa precipitação, com chuvas irregulares e escassas (ANGELOTTI & GIONGO, 2019).

O semiárido caracteriza-se pelo aspecto contrastante de sua realidade, em especial, da população que vive no meio rural. Os principais problemas associados à produção pecuária nesta região estão relacionados às condições climáticas, a baixa adoção de tecnologias aplicadas, a pouca assistência técnica e a baixa qualificação da mão de obra. Estes fatores fazem com que os sistemas de produção pecuária no Semiárido apresentem baixa produtividade e, conseqüentemente, gerem baixa renda ao produtor rural.

A pecuária prevalece na região semiárida devido à baixa lucratividade na produção de culturas, como milho e feijão, em função da irregularidade de chuvas e do déficit hídrico prolongado (MEIRA *et al.*, 2021). Essa região é afetada por extensos períodos de secas, o que compromete a qualidade e quantidade da produção forrageira ao longo do ano. Os rebanhos dessa região, muitas vezes, têm como única fonte de alimentação básica a vegetação nativa da caatinga, o que colabora para o baixo desempenho zootécnico (ARAÚJO *et al.*, 2001).

As pastagens constituem a base da alimentação dos ruminantes na maioria dos sistemas de produção das regiões tropicais, e representam a forma predominante de produção destes animais no Semiárido brasileiro (CÂNDIDO *et al.*, 2005). No cenário regional, face ao elevado percentual de pastagens degradadas ou em processo de degradação, sistemas que utilizam plantas forrageiras, como base da alimentação para a exploração zootécnica de animais, vêm demandando, cada vez mais, informações que possibilitem que eles sejam manejados de forma mais criteriosa e racional (VILELA *et al.*, 2015).

Atualmente, a pecuária bovina passa por um processo nítido de incorporação de tecnologias, com reflexo positivo sobre a produtividade, resultante do desenvolvimento de uma série de novas tecnologias, espécies e cultivares de plantas forrageiras aliado à mudança de atitude de parcela significativa dos pecuaristas.

As atividades agropecuárias desenvolvidas no Semiárido brasileiro, em sua maioria, são consideradas de subsistência, com baixo nível tecnológico. A produção pecuária é predominantemente extensiva e concentra-se atualmente na bovinocultura de corte e leite (SANTOS & SOUSA, 2020), em regiões com elevado grau de degradação das pastagens, o que contribui para a baixa produtividade da pecuária regional (VILELA *et al.*, 2015).

De acordo com Pompeu *et al.* (2015) o estabelecimento de uma soma de estratégias que possam reduzir os impactos negativos da seca através do uso de tecnologias básicas. O cultivo de espécies forrageiras adaptadas às condições climáticas adversas e o manejo adequado delas, são algumas das práticas que têm potencial para ser utilizadas nas condições semiáridas.

## **1.2 Produção forrageira no semiárido**

O Semiárido Brasileiro abrange 1.427 municípios de dez estados, dentre os quais, 209 estão na porção norte do estado de Minas Gerais (BRASIL, 2021). Essa região compreende várias zonas geográficas (Figura 1) e diferentes índices de aridez e foi delimitada de acordo com critérios técnicos, levando em consideração a precipitação pluviométrica, o balanço hídrico e o risco de secas (SUDENE, 2021).

A região do semiárido caracteriza-se por apresentar baixa umidade e pouco volume pluviométrico, com períodos secos, chuvas ocasionais concentradas em poucos meses do ano e altas temperaturas com pequena variação interanual exercendo forte efeito sobre a evapotranspiração, o que determina o déficit hídrico como o maior entrave ao potencial produtivo de algumas culturas (FONSECA JÚNIOR *et al.*, 2010). As mudanças climáticas tendem a agravar esse cenário (SANTOS *et al.*, 2017), conforme evidenciado por estudos do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (2014) que indicam que o aumento das temperaturas pode tornar impraticável o cultivo em áreas atualmente produtivas.

As variações climáticas relacionadas às chuvas afetam grandemente a produção das forrageiras. Em ambiente semiárido, embora seja possível realizar o plantio de diversas culturas, devem-se priorizar espécies que apresentem tolerância ao déficit hídrico (SANTOS *et al.*, 2017). Assim, a escolha das espécies vegetais adequadas para produção de biomassa forrageira é de extrema importância para o sucesso do sistema de produção e os fatores climáticos peculiares da região devem ser considerados (COSTA *et al.*, 2015). Segundo Zonta *et al.* (2016) para aproveitar as vantagens da integração lavoura pecuária na região semiárida a tolerância de espécies forrageiras ao estresse hídrico é uma das condições necessárias.



**Figura 1:** Mapa de delimitação do semiárido brasileiro. Fonte: Sudene, 2021.

Um dos principais obstáculos enfrentados pela produção de animais ruminantes no semiárido é a dependência da oferta de forragem durante o período seco (PERAZZO *et al.*, 2013). As pastagens em regiões semiáridas produzem forragem adequadamente por cerca de 4 a 6 meses no ano, sendo que no restante fica limitado por fatores climáticos, como a baixa umidade e temperaturas altas. Como alternativa, recomenda-se a produção e conservação de forragens na forma de silagem e sua utilização na alimentação animal em períodos de baixa disponibilidade e qualidade forrageira (LINHARES, 2015).

As espécies das regiões semiáridas apresentam menores produção de biomassa em comparação com outros biomas, devido às altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e precipitação, que promovem com isso, grandes perdas por evapotranspiração (ALVES *et al.*, 2017). No semiárido brasileiro existem várias espécies que são amplamente difundidas, por apresentarem ótima adaptação ao clima, como por exemplo, espécies de sorgo forrageiro e de feijão guandu. No entanto, há algumas cultivares de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* que possuem excelente potencial produtivo, que admitem períodos de baixa precipitação. São espécies forrageiras rústicas, que apresentam certa tolerância a temperaturas

altas e ao déficit hídrico, podem ser cultivadas em consórcio e se adaptam as condições adversas (CALVO *et al.*, 2010).

Atualmente, tem sido desenvolvidas e disponibilizadas diversas forrageiras para utilização nos sistemas de produção pecuário. No entanto, pesquisas são necessárias para assegurar recomendação das espécies mais promissoras para as condições de clima adverso, como as observadas no semiárido brasileiro.

Por outro lado, pouco se conhece do desempenho do sorgo forrageiro BRS 658, do feijão guandu Mandarin e dos capins Paiaguás e Massai cultivados em consórcio, principalmente em regiões semiáridas. Diante disso, torna se relevantes pesquisas sobre estas, em sistemas integrados ou não, como forma de aprimorar as estratégias de manejo, produtividade das plantas forrageiras e garantia da sustentabilidade do ecossistema.

### **1.3 Respostas produtivas e morfológicas do Sorgo forrageiro em condições de consórcio**

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma gramínea anual, apresenta fotossíntese C4, sendo que as condições de luminosidade alta promovem aumento da produção dessa espécie (PORFIRIO, 2019), com valor agrônômico e nutricional muito parecido com o milho (NETO *et al.*, 2017). Tem se destacando como uma opção forrageira viável, devido sua adaptabilidade as condições adversas de clima (PERAZZO *et al.*, 2013).

De acordo com a FAO (2021), o sorgo é quinto cereal mais valioso globalmente, cultivado e regiões tropicais e semiáridas, sendo importante fonte alimentar e tem características adaptativas a condições adversas, sendo útil em cenários de mudanças climáticas. Possui sistema radicular bem desenvolvido e profundo, o que permite seu crescimento e desenvolvimento mesmo em solos rasos e pouco férteis (PERAZZO *et al.*, 2013).

O sorgo forrageiro BRS 658 é um híbrido desenvolvido pela Embrapa para produção de silagem, visando atender a demanda de alimentação de bovinos nos períodos mais secos do ano, quando a produção de forragem pela pastagem reduz drasticamente. Segundo a Embrapa, esse híbrido possui estabilidade de produção, tolerância à seca, baixo custo de produção, alta resistência ao acamamento e elevada qualidade de forragem. Além disso, possui produtividade média de 50.000 kg.ha<sup>-1</sup> de massa verde, apresenta ciclo vegetativo adequado para ensilagem, colmos com excelente padrão fermentativo e alta porcentagem de grãos na massa, proporcionando uma silagem de alta digestibilidade e teor de proteína bruta entre 8 a 9 % (EMBRAPA, 2016).

Dentre as culturas anuais utilizadas em sistemas integrados, o sorgo se destaca por apresentar excelente opção para produção forrageira em todas as situações em que o déficit hídrico e as condições de baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para cultivo de outras culturas (SANTOS, 2017). Além de apresentar capacidade de rebrota após a colheita, possibilitando maior produção de forragem após o primeiro corte.

Diversos estudos têm evidenciado a importância do uso do sorgo em associação com diversas plantas forrageiras em condições semiáridas. Entre esses benefícios, cita-se o aumento produtivo, aumento na eficiência no uso do solo (JARDIM *et al.*, 2021) e melhor aproveitamento do uso da água (LIMA *et al.*, 2018).

Segundo Borges *et al.* (2020) o consórcio de sorgo e braquiária favorece a formação de bioporos estáveis em camadas profundas do solo, o que estimula o desenvolvimento do sistema radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes das plantas. Entretanto, Nakao *et al.* (2019) verificou que o consórcio do sorgo com capim Paiaguás, após o primeiro corte, acarretou diminuição na rebrota do sorgo, favorecendo o crescimento do capim Paiaguás.

Estudos têm demonstrado a viabilidade técnica do consórcio de forrageiras, porém, variações regionais destacam a necessidade de pesquisas regionalizadas (CRUZ *et al.*, 2020). Portanto, é necessário entender as interações e interferências que ocorrem no consórcio de sorgo com gramíneas forrageiras e identificar quais espécies se adaptam melhor ao consórcio em ambiente semiárido.

#### **1.4 Feijão guandu e seu cultivo em condições de consórcio com outras forrageiras**

O feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) é uma leguminosa originária da Índia e é cultivado em aproximadamente 50 países da Ásia, da África e das Américas, principalmente em consórcio com cereais. Por ser uma leguminosa, tem a capacidade de fixar nitrogênio da atmosfera no solo, o que contribui para tornar o sistema mais eficiente e sustentável (EMBRAPA, 2010). É uma planta arbustiva semiperene, normalmente alcança 1 a 2 m de altura, muito utilizada na adubação verde, seus ramos podem ser aproveitados na alimentação de ruminantes e os grãos, na alimentação humana (MOURÃO *et al.*, 2011; VIANA, 2001).

As plantas de feijão guandu tem a capacidade de estabelecer simbiose com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, conhecidos de forma genérica como rizóbios. Nesse processo simbiótico, o guandu fornece carboidratos às bactérias, que, por sua vez, fixam o nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>), fornecendo à planta uma parte do N necessário para a produção de aminoácidos, proteínas e outros compostos (SOUMARE *et al.*, 2020).

O sistema radicular do feijão guandu apresenta capacidade elevada de exploração, absorção e reserva dos nutrientes do solo (PEREIRA, 1985). Além disso, contribui para a composição bioquímica do solo (CRUZ *et al.*, 2020). Sua raiz pivotante penetra em solos adensados e compactados com certa facilidade (PEREIRA, 1985). Devido a esses atributos, essa planta tem sido usada na recuperação de áreas degradadas e no manejo de solos (MOURÃO *et al.*, 2011).

Dentre as espécies forrageiras adaptadas para o Semiárido, o feijão guandu, é uma opção viável de reserva alimentar na propriedade para os produtores rurais destas regiões (ARAÚJO *et al.*, 2001). Segundo Seiffert & Thiago (1983), o feijão guandu desenvolve-se bem numa faixa de temperatura entre 20 e 40°C, sob condições de precipitação que vão de 500 mm até 1.500 mm por ano. É sensível ao fotoperíodo, responde qualitativamente a dias curtos, independente do ciclo do genótipo (RIBEIRO *et al.*, 2022).

De acordo com Pereira *et al.* (2016) o feijão guandu apresenta elevada produtividade de biomassa, boa resistência a seca, uniformidade na maturação de sementes e a planta pode ser produtiva por quatro anos. Sendo excelente opção como adubação verde e reciclagem de nutrientes, é eficiente na fixação de nitrogênio atmosférico, se adapta na rotação de culturas e tem relação C/N de 24 (CALVO *et al.*, 2010), considerada baixa. Tem aptidão no manejo e conservação do solo.

Possui alto teor proteico, podendo ser utilizado na alimentação animal, diretamente ou em formulação de ração. As partes das plantas de guandu comumente utilizadas na alimentação animal são as folhas, vagens e hastes finas. As folhas e vagens são as partes que apresentam maiores teores de PB, chegando a exibir 22% de PB, enquanto as hastes concentram 7,5% de PB (SEIFFERT & THIAGO, 1983).

Como principais características do feijão guandu para uso como forrageira pode se citar: o porte, a rusticidade, a boa produção de forragem nos primeiros meses após o plantio, a boa relação folha/caule, a presença de caules finos e tenros, a capacidade de retenção de folhas e o valor nutritivo (ARAÚJO *et al.*, 2001).

O feijão guandu pode ser fornecido aos animais nas formas de feno, silagem ou verde picado, podendo também ser pastejado diretamente pelos animais. Pode ser usado como banco de proteína ou em sistema de consórcio com gramíneas anuais ou perenes (VOLTOLINI *et al.*, 2019).

Conforme Oliveira *et al.* (2017), o feijão guandu pode ser consorciado com gramíneas, a exemplo de braquiária e panicum, para a recuperação de pastagens degradadas. Guimarães *et al.* (2017) analisando a produtividade de biomassa do milho para silagem em consórcio

com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e feijão guandu, evidenciou que o feijão guandu pode ser consorciado com milho e braquiária na integração lavoura pecuária (ILP), uma vez que o guandu não afetou significativamente a produtividade de massa fresca da cultura principal (milho), sendo uma alternativa interessante para a produção de silagem.

### **1.5 Capim Massai e seu uso em condições semiáridas**

O *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. BRS Massai (capim Massai) foi lançada no ano de 2001 pela Embrapa Gado de Corte; vem se destacando pelo volume de área ocupado em todo Brasil, alcançando em 2018 um total de 2,78 milhões de hectares (DA COSTA, 2019), principalmente devido sua alta produção de matéria seca, cerca de 15.600 Kg.ha<sup>-1</sup> (ROGÉRIO *et al.*, 2018), boa relação folha: colmo, 7.3 (CAVALCANTE *et al.*, 2014), resistência a pragas e doenças e certa tolerância a baixas precipitações pluviométricas e altas temperaturas (ROGÉRIO *et al.*, 2018).

Essa gramínea tem apresentado adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, podendo ser cultivadas em áreas de integração lavoura pecuária (DA COSTA, 2019). Tem porte baixo, altura média de 0,6 m, boa cobertura de solo, precocidade, floresce e produz sementes diversas vezes durante o ano (ROGÉRIO *et al.*, 2018), apresenta elevadas taxas de acúmulo de lâminas foliares (45,38 kg.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> de MS) sob corte (LUNA *et al.*, 2014). Além disso, a cultivar Massai possui sistema radicular com raízes profundas que absorvem a água e nutrientes das camadas de maior profundidade de solo. Apresenta, em relação a outras cultivares de panicum, boa adaptação aos solos com condições adversas, o que possibilita melhor produção de forragem durante o período seco (VALENTIM, 2001).

Está forrageira tropical tem despertado a atenção dos produtores pela sua adaptação as condições edafoclimáticas, pode ser cultivada em precipitação pluviométrica de 700 mm (COUTINHO *et al.*, 2020), ser propagada por sementes, elevada capacidade de emitir quantidade de folhas e boa aceitabilidade pelos animais (LOPES *et al.*, 2013).

Conforme destacado por Pompeu *et al.* (2015), o capim Massai vem sendo indicado como boa opção forrageira para cultivos em condições semiáridas, principalmente por sua elevada quantidade de folhas produzidas em relação aos colmos, boa aceitabilidade e bom valor nutritivo e adaptação ao Semiárido.

Além de possuir muitos perfilhos com uma quantidade considerável de folhas, touceiras bem desenvolvidas e crescimento limitado do colmo (JANK *et al.*, 2010; FERNANDES *et al.*, 2017). Segundo Batista *et al.* (2021), o capim Massai tem alta

capacidade de se recuperar após a degradação do pasto, devido ao alto número de touceiras e à densidade populacional dos perfilhos, sob condição das plantas invasoras e a fertilidade do solo estarem adequadamente manejados.

Paciullo *et al.* (2016) avaliando a produção de biomassa e valor nutritivo das cultivares *P. maximum* Tanzânia e *P. maximum* Massai, sob três níveis de sombreamento (0, 37% e 58%) e de adição de quatro doses de Nitrogênio (0, 50, 100 e 150 mg N dm<sup>-3</sup>), evidenciou que a presença de sombreamento mais intenso resultou em uma diminuição na produção total de biomassa. Contudo, há evidência que indica que em sombra moderada, as gramíneas podem continuar a crescer em níveis considerados satisfatórios, com aumentos na produção de biomassa (PACIULLO *et al.*, 2010; PACIULLO *et al.*, 2016).

### 1.6 Capim Paiaguás em condições de consócio com forrageiras

A *Brachiaria* (Syn. *Urochloa*) *brizantha* cv. BRS Paiaguás, apresenta porte de 0,60 a 1,0 m de altura, boa produtividade, vigor, produção de sementes, com excelente aceitabilidade e digestibilidade, alto teor de folhas e bom valor nutritivo. Vem apresentando elevada produção de sementes e boa produtividade de matéria seca, inclusive no período de escassez hídrica (GRACIANO *et al.*, 2021). Tem sido recomendada para formação de pastagem em solos de média fertilidade (GRACIANO *et al.*, 2021).

Durante o período seco a cv. Paiaguás apresenta maior acúmulo de forragem (17,2 kg.ha<sup>-1</sup> dia) de melhor valor nutritivo em comparação a *Brachiaria brizantha* cv. Piatã (6,0 Kg.ha<sup>-1</sup> dia), boa rebrota e alta porcentagem de folhas (relação folha: colmo) nesse período (EUCLIDES *et al.*, 2016). Esses atributos evidenciam que esse capim pode ser excelente opção em diferentes sistemas de produção principalmente em locais que ocorrem períodos de seca prolongada, como é o caso do semiárido.

As gramíneas do gênero *Braquiária* (*Urochloa*), como é o caso da cultivar Paiaguás, apresentam relativa resistência as condições de seca, alto índice de perfilhamento e grande taxa de produção de forragem e palhada (FERRAZZA *et al.*, 2016). Pezzopane *et al.* (2015), avaliando quatro genótipos de *Brachiaria brizantha* (Piatã, Marandu, Xaraés e Paiaguás) evidenciaram que as cultivares avaliadas apresentam relativa tolerância a seca. Para Costa *et al.* (2016) o capim Paiaguás apresenta qualidades favoráveis para uso em sistemas de integração lavoura pecuária.

As gramíneas do gênero *Brachiaria* são amplamente utilizadas em sistemas de integração lavoura-pecuária (MUNIZ *et al.*, 2022). E a cultivar Paiaguás tem grande potencial

de uso, devido a sua rebrota vigorosa e rápida, mesmo em períodos de baixa pluviosidade e temperatura (EPIFANIO *et al.*, 2019).

Santos *et al.* (2020), avaliando o consórcio entre sorgo com capim Paiaguás na entrelinha em sistema de integração lavoura-pecuária para recuperação de pastagens, evidenciou vantagens nesse sistema, porque a produção de massa seca do capim Paiaguás não foi afetada e após a colheita do sorgo, houve melhora da qualidade da forragem, mesmo em períodos de baixa pluviosidade. Esses resultados mostra o potencial do uso do capim Paiaguás para a produção de forragem com outras forrageiras em sistema de consórcio, mesmo com baixa disponibilidade hídrica.

### **1.7 Integração de plantas forrageiras em ambiente semiárido**

Como alternativa para reduzir os problemas trazidos pela monocultura de plantas forrageiras tem se a diversificação de espécies (SILVA, 2019), através da integração de culturas. O consórcio de plantas forrageiras é uma técnica que consiste em cultivar duas ou mais culturas na mesma área com o propósito de obter maior eficiência no uso dos recursos disponíveis (VICENTE *et al.*, 2023).

O consórcio de culturas anuais com espécies forrageiras tropicais vem se evidenciando uma técnica eficiente e economicamente viável para produção forrageira, além de modificar os estoques de carbono e a emissão de gases de efeito estufa do solo para a atmosfera, e dessa forma diminuindo o aquecimento global, mantendo a sustentabilidade da produção agrícola e pecuária (SANTOS, 2017).

A integração lavoura pecuária potencializa o uso racional da terra, diversifica a produção, diminuindo os custos e riscos da atividade e agrega valores aos produtos agropecuários (MELLO *et al.*, 2004). Um dos seus principais objetivos é a redução dos custos de estabelecimento de pastagens, além de promover ganhos de produtividade e favorecer a maior sustentabilidade da produção (GIMENES *et al.*, 2010).

De acordo com Martins *et al.* (2022) a integração de plantas forrageiras favorece a maior absorção e aproveitamento dos nutrientes pelas plantas quando comparado as culturas de grãos, principalmente, devido ao menor espaçamento, fazendo com que haja maior contato das raízes com os fertilizantes aplicados e ao pastejo que favorece a rebrota, com consequente aumento da necessidade de absorção de nutrientes pelas plantas.

Dentre os benefícios do consórcio de espécies forrageiras estão o aumento da diversidade da pastagem, o aumento da oferta de forragem em diferentes épocas do ano, com

redução da variação anual de oferta de forragem, a redução do uso de fertilizantes químicos, a melhora da qualidade nutricional das pastagens e o aumento da produtividade animal (BENICIO, 2015).

O sistema consorciado permite, através do aumento da densidade de raízes e do arranjo diferenciado do sistema radicular, a exploração espacial e temporal dos recursos hídricos e nutrientes presentes no solo pelas culturas envolvidas (ALVES, *et al.*, 2021).

O consórcio de culturas anuais com gramíneas perenes é uma opção atrativa para a produção forrageira nas regiões semiáridas (PONTE FILHO, 2018). Rezende *et al.* (2016), ao avaliarem o consórcio de sorgo com *Panicum maximum* cv. Massai, constataram como benefício desse consórcio a redução da infestação de plantas daninhas e, por outro lado, a presença das forrageiras não interferiu no rendimento forrageiro do sorgo. Os mesmos autores observaram que o sorgo em consórcio reduz o crescimento do Massai, porém não altera a formação do pasto, incrementando o rendimento forrageiro no período de entressafra.

Da Silva *et al.* (2017) constatou que a adoção do consórcio milho, braquiária e feijão guandu é viável, pois não afetou negativamente a produtividade da cultura do milho, além de poder melhorar as características bromatológicas da silagem e da pastagem remanescente com a presença da leguminosa. A inclusão do feijão guandu no consórcio forrageiro pode ser uma alternativa para aumentar o teor de proteína bruta, principalmente quando o objetivo é produzir silagem ou para o pastejo (TIRITAN *et al.*, 2013). Melhora-se o valor nutritivo do pasto devido ao teor geralmente mais elevado de proteína bruta nas leguminosas em comparação às gramíneas (DIEHL *et al.*, 2014).

O consórcio de forrageiras permite a intensificação do uso da terra, bem como promove o estabelecimento indireto da pastagem que poderá ser utilizada no pastejo animal ou no sistema plantio direto, como planta de cobertura (LINHARES, 2015). De acordo com Vicente (2016) a implantação de capim Marandu e feijão guandu no consórcio com sorgo melhora a qualidade da silagem pelo incremento do teor de proteína bruta.

Silva *et al.* (2018), avaliando o consórcio de milho, braquiária e feijão guandu, constataram que o feijão guandu aumenta a produtividade da forrageira em consórcio com milho até a densidade de semeadura de 2 kg ha<sup>-1</sup> da forrageira.

Durante o período seco, com a adoção do consórcio do sorgo com diferentes gramíneas forrageiras no semiárido mineiro, Albuquerque *et al.* (2013) observaram que o pasto permaneceu verde por maior tempo, apresentando rebrotas durante o período. Tal resultado é atribuído ao maior aproveitamento dos adubos residuais pelas forrageiras e ao melhor desenvolvimento radicular das plantas em consórcio.

Pascoaloto *et al.* (2017) ao avaliarem a viabilidade econômica do consórcio de sorgo forrageiro, feijão guandu-anão, seguido por soja ou milho, em um período de dois anos, evidenciaram que as maiores rentabilidades das culturas de soja e milho foram obtidas quando cultivadas após consórcio de sorgo com capim Marandu e feijão guandu, indicando que esse resultado se deve à palhada do capim e ao aumento do suprimento de nitrogênio pela leguminosa.

Diversos estudos têm apontado o bom desempenho produtivo dos sistemas integrados (ILP) (FERRAZZA *et al.*, 2016), no entanto, grande parte desses trabalhos foram conduzidos em condições diferentes das encontradas no semiárido. Tal situação corrobora a pertinência deste trabalho, que estuda o consórcio de sorgo forrageiro, feijão guandu, com gramíneas tropicais em ambiente semiárido.

## 1.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. J.; ALVES, D. D.; ALVARENGA, R. C.; BORGES, G. L. F. N.; Consórcio de forrageiras tropicais com o sorgo granífero em duas localidades do estado de minas gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.1, p. 1-9, 2013.

ALVES, A. R.; FERREIRA, L. R. C.; DA SILVA, J. A. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; OSAJIMA, J. A.; HOLANDA, A. C da. Conteúdo de nutrientes na biomassa e eficiência nutricional em espécies da caatinga. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 377-390, 2017. Doi: <https://doi.org/10.5902/1980509827686>

ALVES., C., P., SOUZA., L., S., B., JARDIM., A., M., R., F., ARAÚJO JÚNIOR., G., N., PINHEIRO., A., G., SALVADOR., K., R., S., SILVA., G., I., N., SILVA., T., G., F. Resiliência agrícola no cultivo consorciado palma-sorgo em ambiente semiárido: uma revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n.7, p. 3932-3952, 2021. Doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.7.p3932-3952>

ANGELOTTI, F.; GIONGO, V. Ações de mitigação e adaptação frente as mudanças climáticas. In: MELO, R. F.; VOLTOLINI, T. V. (Eds). Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 445-467.

ARAÚJO, G. G. L. de.; ALBUQUERQUE, S. G. de.; GUIMARÃES FILHO, C. Opções no uso de forrageiras arbustivo arbóreas na alimentação animal no Semiárido do Nordeste. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. cap. 6, p. 111-137.

BATISTA, C. H.; JÚNIOR, O. S.; LIMA, I. C. S.; CARDOSO, J. A. F.; CRUZ, R. S. da; SANTOS, A. C. dos. Spatial variability of the horizontal structure and production of biomass

in Massai grass in na agropastoral system. **Revista Verde**, v. 16, n. 3, p. 238-244, 2021. doi: <https://doi.org/10.18378/rvads.v16i3.8684>

BEHLING, A., REIS, R. H. P. dos., CABRAL, L. da S., ABREU, J. G. de., SOUSA, D. de P., & SOUSA, F. G. de. Nutritional value of sorghum silage of different purposes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n. 3, p. 288–299. <https://doi.org/10.1590/1413-70542017413038516>

BENICIO, C. A. Produção de forragem do capim-buffel consorciado com *Stylosanthes scabra* sob diferentes espaçamentos. 2015. 93 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Vale do São Francisco –UNIVASF. Petrolina, 2015.

BORGES, M. C. R. Z.; NOGUEIRA, K. B.; ROQUE, C. G.; BARZOTO, G. R. Atributos físicos de um Latossolo vermelho e produtividade da soja em diferentes sistemas de preparo após o consórcio sorgo-brachiaria. **Acta Iguazu**, v.9, n.1, p. 1-10, 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Portal Eletrônico**. Mapa do Semiárido Brasileiro, atualizado em 28/05/2021. Disponível em: [https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/insa/mapas-e-documentos-oficiais/mapas/sab\\_total.pdf/view](https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/insa/mapas-e-documentos-oficiais/mapas/sab_total.pdf/view). Acesso: 20 de set. 2022.

BRASIL. Resolução CONDEL/SUDENE nº 150, de 13 de dezembro de 2021. Aprova o Relatório Técnico que apresenta os resultados da revisão da delimitação do Semiárido 2021. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 246, p. 52-60, 30 de dezembro de 2021.

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 77-86, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000100011>

CÂNDIDO, M. J. D.; ARAÚJO, G. G. L. de; CAVALCANTE, M. A. B. Pastagens no ecossistema Semiárido Brasileiro: atualização e perspectivas futuras. **Anais [da] 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia: a produção animal e o foco no agronegócio**. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia 42, Goiânia, GO, 2005. Disponível em: <https://app.bczm.ufrn.br/home/#/item/263552>

CAVALCANTE, A. C. R.; ARAUJO, J. F.; CARNEIRO, M. S. S.; SOUZA, H., TONUCCI, R., P. ROGERIO, M.; VASCONCELOS, E. Potential use of tropical grass for deferment in semiárid region. *American Journal of Plant Sciences*, v.5, n.1, p.907-914, 2014. Doi: <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.57103>

COSTA, N. R., ANDREOTTI, M., ULIAN, N. de A., COSTA, B. S., PARIZ, C. M. and TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015. Doi: <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n3a2015-22434>

COSTA, R. R. G. F., COSTA, K. A. P., de ASSIS, R. L., SANTOS, C. B., SEVERIANO, E. C., ROCHA, A. F. S., de OLIVEIRA, I. P., COSTA, P. H. C. P., de SOUZA, W. F., & AQUINO, M. M. Dynamics of biomass of pearl millet and Paiaguas pal isadegrass in different forage systems and sowing periods in yield of soybean. *African Journal of*

Agricultural Research, v. 11, n. 45, p. 4661 - 4673, 2016. Doi: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11623>

COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO, M. S. DE S.; EDVAN, R. L.; BEZERRA, L. R.; FERREIRA, R. R.; ARAÚJO, M. J. DE; BIAGIOTTI, D.; NETO, A. F. L. Crescimento e produção do capim massai sob déficit hídrico. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 35690-35700, 2020. Doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-200>

CRUZ, N. T.; PIRES, A. J. V.; SANTOS, A. P. S.; RAMOS, B. L. P.; ALMEIDA, B. T. de; SANTOS, D. C. dos; FRIES, D. D. Produção de leguminosas para ensilagem: uma revisão. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 1, p. 152-168, 2020. Doi: <https://doi.org/10.30945/rcr-v22i1.3143>

CRUZ, S. S. da., ANDREOTTI, M., PASCOALOTO, I. M., LIMA, G. C. de., & SOARES, C. de A. Production in forage sorghum intercropped with grasses and pigeon pea at crop cutting. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, 2020. Doi: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200031>

DA COSTA, J. A. A. **Relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande MS. 2019. 18 p. Disponível em: [https://bs.sede.embrapa.br/2018/relatorios/gadodecorte\\_2018\\_Massai.pdf](https://bs.sede.embrapa.br/2018/relatorios/gadodecorte_2018_Massai.pdf). Acesso em: 30 de setembro de 2022.

DA SILVA, S., CHIAVEGATO, M., PENA, K., SILVEIRA, M., BARBERO, L., JUNIOR, S.; PEREIRA, L. Tillering dynamics of Mulato grass subjected to strategies of rotational grazing management. **The Journal of Agricultural Science**, v. 155 n. 7, p. 1082-1092, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0021859617000223>.

DIEHL, M. S.; OLIVO, C. J.; C. A. AGNOLIN, C. A.; AZEVEDO JUNIOR, R. L.; BRATZ, V. F. E SANTOS, J. C. Massa de forragem e valor nutritivo de capim elefante, azevém e espécies de crescimento espontâneo consorciadas com amendoim forrageiro ou trevo vermelho. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1845-1852, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131347>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Brachiaria brizantha BRS Paiaгуás**. Disponível no site: <https://www.embrapa.br/buscadesolucoestecnologicas/produtoservico/892/brachiaria-brizantha-brs-paiaguas> Acesso em: 15 de out. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. BRS 658: híbrido de sorgo silageiro: silagem de alta qualidade. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo, Folder).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Guandu BRS Mandarin. 2010. 6 p. Disponível no site: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41971/1/PROCI\\_2010.00250.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41971/1/PROCI_2010.00250.pdf). Acesso em: 12 de julho de 2023.

EPIFANIO, P. S.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SOUZA, W. F.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, J. T.; AQUINO M. M. Productive and nutritional characteristics of Brachiaria brizantha cultivars intercropped with Stylosanthes cv. Campo Grande in different forage

systems. **Crop and Pasture Science**, v. 70, n. 8, p. 718-729, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1071/CP18447>

EUCLIDES, V. P. B., MONTAGNER, D. B., BARBOSA, R. A., VALLE, C. B. do., & NANTES, N. N. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 3, p. 85-92, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016000300001>

FAO. **FAOSTAT Production crops**. Roma, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 25 de abr. de 2023.

FERNANDES, L. S.; DIFANTE, G. DOS S.; MONTAGNER, D. B.; NETO, J. V. E.; ARAÚJO, I. M. M. DE; CAMPOS, N. R. F. Structure of massai grass pasture grazed on by sheep supplemented in the dry season. **Grassland Science**, v. 63, n. 3, p. 177-183, 2017. doi: <https://doi.org/10.1111/grs.12165>

FERRAZZA, R. A.; LOPES, M. A.; ALBUQUERQUE, C. J. B. Avaliação bioeconômica do consórcio de sorgo com diferentes espécies forrageiras para sistema de integração lavoura pecuária em Nova Porteirinha, MG. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 2, p. 94-102, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v73n2p94>

FONSECA JÚNIOR, W. B.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; JESUS SILVA, K. M. de; OLIVEIRA, R. M.; BRANT, R. da S.; PARRELA, N. N.; FARIA, R. S. Espaçamento entre Fileiras no Consórcio de Forrageiras com o Sorgo para o Sistema de Integração Lavoura Pecuária. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, **Anais**, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD Rom. 2010. p. 1881-1885. Disponível em: [http://abms.org.br/eventos\\_antigos/cnms2010/trabalhos/0354.pdf](http://abms.org.br/eventos_antigos/cnms2010/trabalhos/0354.pdf)

GIMENES, M. J.; POGETTO, M. H. F. A. D.; PRADO, E. P.; CHRISTOVAM, R. S.; SOUZA, E. F. C. Integração lavoura pecuária breve revisão. *Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 4, n. 1, p. 52-60, 2010.

GODOY, R.; SANTOS, P. M. **Guandu BRS Mandarin**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, Cartilha, 2010. 6 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41971/1/PROCI2010.00250.pdf>. Acesso: 07 de out. 2022.

GRACIANO, V. A.; SANTOS, P. M.; OLIVEIRA, P. P. A. **Sintomas de deficiência nutricional em plantas de capim BRS Paiaguás (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás)**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2021. 27 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226526/1/SintomasDeficienciaNutricional.pdf>. Acesso: 08 de out. 2022.

GUIMARÃES, F. S.; CIAPPINA, A. L.; ANJOS, R. A. R.; SILVA, A.; PELÁ, A. Consórcio guandu-milho-braquiária para integração lavoura-pecuária. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, Suplemento 1, p. 22-27, 2017. Doi: <https://doi.org/10.32404/reat.v4i5.2218>

JANK, L.; MARTUSCELLO, J. A.; EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; RESENDE, R. M. *S. Panicum maximum*. In: **Plantas Forrageiras**, (Eds FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A.), UFV, Viçosa. p. 166-196, 2010.

JARDIM, A. M. R. F., SILVA, T. G. F., SOUZA, L. S. B., ARAÚJO JÚNIOR, G. DO N., ALVES, H. K. M. N., SOUZA, M. DE S., ARAÚJO, G. G. L., MOURA, M. S. B. Intercropping forage cactus and sorghum in a semi-arid environment improves biological efficiency and competitive ability through interspecific complementarity. **Journal of Arid Environments**, 188, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104464>

LIMA, L. R., SILVA, T. G. F., JARDIM, A. M. DA R. F., SOUZA, C. A. A., QUEIROZ, M. G., TABOSA, J. N. Growth, water use and efficiency of forage cactus sorghum intercropping under different water depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, p. 113-118, 2018. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n2p113-118>

LINHARES, A. J. S. **Compactação do solo e produção de silagem de girassol solteiro e consorciado com capim-paiaguás na safrinha**. 2015. 83 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde –GO, 2015.

LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; DA SILVA, R. G.; LOPES, J. W. B.; FERNANDES, F. R. B.; BEZERRA, F. M. L. Fluxo de biomassa em capim-massai durante o estabelecimento e rebrotação com e sem adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v. 60, n. 3, p. 363-371, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000300009>

LUNA, A. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; SILVA, S. C. da; EUCLIDES, V. P. B.; & ZANINE, A. de M. Características morfogênicas e acúmulo de forragem de gramíneas forrageiras, sob corte. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1803-1810, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001100009>

MARTINS, A. P.; DENARDIN, L. G. O.; ALVES, L. A.; TIECHER, T.; CARMONA, F. C.; ANGHINONI, I. Manejo da fertilidade do solo em sistemas integrados de produção. In: MARTINS, A. G. et al. Manejo do solo em sistemas integrados de produção. Ponta Grossa: Atena, 2022, p. 153-188. Doi: <https://doi.org/10.22533/at.ed.453222608>

MEIRA, A. N., GIVISIEZ, P. E. N., SOUZA, FRANCISCA G. C., LEON, C. M. G. C., AZEVEDO, P. S., SILVA, N. M. V., OLIVEIRA, C. J. B. Food security and safety mismatch in low-income settings: Evidence from milk produced by smallholders in semiarid Paraíba, Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments** 188, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104453>

MELLO, L. M. M. de., YANO, É. H., NARIMATSU, K. C. P., TAKAHASHI, C. M., & BORGHI, É. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 121–129. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162004000100014>

MOURÃO, S. A.; KARAM, D.; SILVA, J. A. A. **Uso de Leguminosas no Semiárido Mineiro**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2011. 91 p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, 135). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/56590/1/doc-135.pdf>. Acesso: Acesso: 07 de out. 2022.

MUNIZ, M. P, COSTA, K. A DE P., SEVERIANO, E. DA C., BILEGO, U. O, VILELA, L., DIAS, M. B DE C., DE OLIVEIRA, I. P, ASSIS, L. F. A DE, DE SOUZA, W. F, & RODRIGUES, R. C. Produção, qualidade da forragem e desempenho de bovinos em capim-paiaguás e capim-tamani em diferentes formas de suplementação animal na integração lavoura-pecuária. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, n. 3, p. 381–388, 2022. Doi/10.3316/informit.646465270239567

NAKAO, A. H; ANDREOTTI, M.; MODESTO, V. C.; PASCOALOTO, I. M.; SOARES, D. A. Produtividade de fitomassa de rebrotas de sorgo em consórcio com capim-paiaguás. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 1, p. 133 – 147, 2019. Doi: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v18n1p133-147>

OLIVEIRA, P. P. A.; MATTA, F. P.; GODOY, R. **Consortiação com guandu na recuperação de pastagens degradadas, uma tecnologia de duplo propósito: adubação verde e pastejo consorciado diferido**. Embrapa Pecuária Sudeste (INFOTECA-E), 2017. 6p. (Circular Técnica,75).

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; GOMIDE, C. A. M.; F; ERNANDES, P. B.; DUARTE W. S. R; MULLE, R M. D e ROSSIELLO, R. O. P. Densidade do solo e partição de biomassa de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril. **Scientia Agrícola**, v. 67, p. 401–407, 2010.

PACIULLO, D. S.C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; MAURÝCIO, R. M.; FERNANDES, P. B.; MORENZ, M. J. F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1111/gfs.12264>

PASCOALOTO, I. M., ANDREOTTI, M., CRUZ, S. S. da, SABBAG, O. J., BORGHI, E., LIMA, G. C. de, & MODESTO, V. C. Economic analysis of sorghum consortia with forages or with dwarf pigeon pea succeeded by soybean or corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 10, p. 833–840, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017001000002>

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Base científica das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2014, 464 p.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F.; AQUINO, M. M. de; SILVA, T. C. da; BEZERRA, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1771-1776, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001000007>

PEREIRA, A. V.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. de M.; LEDO, F. J. da S. **Catálogo de forrageiras recomendadas pela Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 75 p.

PEREIRA, J. **O feijão guandu: uma opção para agropecuária brasileira**. Planaltina-DF: Embrapa – Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1985. 27 p. (Circular técnica, 20). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98954/1/cirtec-20.pdf>. Acesso: 07 de out. 2022.

PEZZOPANE, C. DE G.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G. DA; ALTOÉ, J.; RIBEIRO, F. A.; DO VALLE, C. B. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v. 45, n. 55, p. 871-876, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130915>

POMPEU, R. C. F. F.; SOUZA, H. A. de.; GUEDES, F. L. Opções e estabelecimento de plantas forrageiras cultivadas para o Semiárido Brasileiro. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, 2015. 18 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1019371/1/CNPC2015Opcoeseestabelecimento.pdf>>. Acesso: 16 de set. 2022.

PONTE FILHO, F. A. M. de. **Produção de forragem de culturas anuais e consórcio com gramíneas em condições de semiárido**. 2018. 122 p. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2018.

PORFIRIO, M. D. **Avaliação agrônômica e valor nutricional do sorgo forrageiro BRS 658 com diferentes arranjos populacionais**. 2019. 67 p. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon PR, 2019.

REZENDE, B. P. M.; JAKELAITIS, A.; TAVARES, C.; MARANGONI, R.; CUNHA, P. R. Consórcio de sorgo com espécies forrageiras. *Revista Agro@ambiente On-line*, Boa Vista, v. 10, n. 1, p. 57–64, 2016. Doi: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i1.3052>.

RIBEIRO, W. N.; GUIMARÃES, G. A. M.; DIAS, M. A. Potencialidades do uso de *Cajanus cajan* no cerrado: uma revisão. **Revista Agrotecnologia**, v. 13, n. 2, p. 24-36, 2022.

RODRIGUES, J. A. S.; ALVARENGA, R. C.; KARAM, D.; SANTOS, F. G. Implantação de pastagem de *Braquiária brizanta* consorciado com diferentes cultivares de Sorgo. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 25. Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: ABMS, 2004.

RODRIGUES, L. N. F. & NAKAO, A. H. Avaliação da produção de forrageiras em área de sequeiro após o consórcio de milho com e sem inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista Funec Científica – Multidisciplinar**, v.9, n.11, 2020. Doi: <https://doi.org/10.24980/rfcm.v9i11.3603>

ROGÉRIO, M. C. P.; POMPEU, R. C. F. F.; GUEDES, F. L.; TONUCCI, R. G.; SOUZA, H. A. de; MAGALHAES, J. A.; CARNEIRO, M. S. de S.; GUEDES, L. F.; OLIVEIRA, D. de S.; SILVA, S. F. **Sistema de Integração Lavoura Pecuária em condições de sequeiro: garantia de reserva de forragem de qualidade, em forma de silagem, para o semiárido**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2018. 22 p. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Comunicado Técnico, 180). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1102320>

SANTOS, C. B.; COSTA, K. A. de P.; SOUZA, W. F. de; SILVA, A. G. da; SILVA, V. C.; OLIVEIRA, I. P. de; BRANDSTETTE, E. V. Intercropping of Sorghum with Paiaguas Palisadegrass in a Crop-livestock Integration System for Pasture Recovery. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14.n. 7 p. 1072-1080, 2020. Doi: <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.07.p2216>

SANTOS, C. B. **Consórcio do sorgo granífero com capim paiaguás na recuperação de pastagem em sistema de integração lavoura pecuária**. 2017. 92 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Instituto Federal Goiano, Rio Verde GO, 2017.

SANTOS, J. M. R.; OLIVEIRA, A. R.; MELO, R. F.; SANTOS, M. L. S. Viabilidade do cultivo consorciado de sorgo sacarino e feijão-caupi em barragem subterrânea em regiões semiáridas. **Revista Científica Intellecto**, v. 2, p. 5-15, 2017. Doi: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00695>

SANTOS, P. E. F.; SOUSA, R. F. de. Análise mercadológica da comercialização de bovinos no Vale do Jequitinhonha. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara**, v. 2, n. 3, p. 18-31, 2020. Disponível em: <http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital>

SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. de S. **Legumineira: cultura forrageira para produção de proteína**. Campo Grande, MS, EMBRAPA, (EMBRAPA CNPGC, Circular Técnica 13), 1983. Disponível em: <http://old.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct13/index.html>. Acesso em: 07 de mai. de 2023.

SILVA, A. da; SANTOS, F. L. de S.; BARRETTO, V. C. de M.; FREITAS, R. J. de; KLUTHCOUSKI, J. Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 2, p. 39-47, 2018. Doi: <https://doi.org/10.32404/rean.v5i2.1382>

SILVA, R. B. da. **Repetibilidade e seleção em genótipos de *Urochloa* spp.** 2019. 57 p. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, Montes Claros, 2019.

SILVA, R. L. **Produção de forragem do feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) sob diferentes estratégias de plantio e corte**. 2008. 36 p. Dissertação (mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, Seropédica RJ, 2008.

SOUMARE, A.; DIEDHIOU, A. G.; THUITA, M.; HAFIDI, M.; OUHDOUCH, Y.; GOPALAKRISHNAN, S.; KOUISNI, L. Exploiting biological nitrogen fixation: a route towards a sustainable agriculture. **Plants**, v. 9, n. 8, p. 1011, 2020. Doi: <https://doi.org/10.3390/plants9081011>.

TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H.; MINUTTI, C. R.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Composição bromatológica do sorgo, milheto e guandu-anão em diferentes épocas de corte em consórcio e monocultivo. **Acta Scientiarum–Agronomy**, v. 35, n. 2, p. 183–190, 2013. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i2.15772>

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C.; MOREIRA, P.; JANK, L.; SALES, M. F. L. Capim Massai (*Panicum maximum* Jacq): nova forrageira para a diversificação das pastagens no Acre. Rio Branco: EMBRAPA CPAF/Acre, 2001. 16 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 41).

VIANA, M. D. Panorama dos sistemas agroflorestais pecuários na América Latina. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p. 9-17.

VICENTE, E. R. J. DE S., FEBA, L. T., SILVA, P. C. G. da, FRANZLUEBBERS, A. J., & MORO, E. Production and quality of sorghum silage intercropped with marandu grass and pigeonpea. **Colloquium Agrariae**. v. 19, n.1, p. 43–63, 2023. Doi: <https://doi.org/10.5747/ca.2023.v19.h512>

VILELA, P. S.; RIBEIRO, T. R.; DELLA LÚCIA, M. G. S.; VILELA, F. S. **Estado da Arte das Pastagens em Minas Gerais**. Instituto Antônio Ernesto de Salvo INAES. Belo Horizonte, 2015. 207 p.

VOLTOLINI, T. V.; SANTANA, S. R. A.; ANTUNES, G. dos R.; ARAÚJO, G. G. L. **Alternativas alimentares para os rebanhos**. In: MELO, R. F. & VOLTOLINI, T. V. (Eds). Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

ZONTA, J. H. SOFIATTI, V.; SILVA, O. R. R. F. da; RAMOS, E. N.; BARBOSA, H. F.; CORDEIRO JUNIOR, A. F.; LIRA, A. J. S. **Sistema integração lavoura pecuária (ILP) para a região agreste do Nordeste**. (Embrapa Algodão, Documentos 266), Campina Grande. 2016. 26 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1064682/sistema-integracao-lavoura-pecuaria-ilp-para-a-regiao-agreste-do-nordeste>

## **PROBLEMA**

Feijão guandu cv. Mandarin, associados ao capim Massai ou Paiaguás influenciam nos parâmetros de produtividade do sorgo forrageiro BRS 658 quando cultivados em consócio em condições semiáridas?

## **HIPÓTESE**

O cultivo consorciado do sorgo forrageiro e/ou feijão guandu com o capim Massai ou capim Paiaguás proporcionam aumento na produtividade e na composição da forragem produzida em condições semiáridas.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Avaliar as características estruturais e de produtividade dos capins Massai e Paiaguás estabelecidos via integração lavoura pecuária com sorgo forrageiro e feijão guandu, bem como, avaliar o desempenho produtivo das culturas consorciadas e em cultivo solteiro em condições semiáridas.

### **Objetivos específicos**

Avaliar o potencial produtivo de cada espécie, por meio da avaliação de produção da biomassa;

Avaliar o desempenho produtivo de matéria seca do consócio e das forrageiras em cultivo solteiro;

Mensurar a composição botânica de cada espécie estudada em cada ciclo experimental;

## CAPÍTULO 2

## CAPÍTULO II

### DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CONSÓRCIO SORGO FORRAGEIRO, FEIJÃO-GUANDU E CAPIM MASSAI EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

**Resumo:** Tem-se buscado tecnologias que proporcionem aumento da produção e a manutenção da sustentabilidade nos sistemas agrícolas de produção. Como uma das alternativas o consórcio de plantas forrageiras é uma opção viável. Objetivou-se com o trabalho avaliar o desempenho produtivo do sorgo forrageiro, feijão guandu e capim Massai em sistemas consorciados e em cultivo solteiro, bem como a relação entre lâmina foliar/colmo e composição botânica das culturas forrageiras em dois ciclos de estudos em condições semiáridas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x2, sendo duas formas de cultivo (consorciado e monocultivo), com quatro repetições, os ciclos foram analisados de forma independentes. Usou-se o teste F para comparar as médias de mínimo quadrados para os tratamentos e as interações. Para as avaliações considerou-se o nível de 5% de probabilidade. Os tratamentos foram constituídos de sete sistemas forrageiros: sorgo em monocultivo; capim Massai em monocultivo; feijão guandu em monocultivo; sorgo consorciado com o capim Massai; sorgo consorciado com o feijão guandu; feijão guandu consorciado com o capim Massai; e sorgo consorciado com o capim Massai e feijão guandu. As avaliações foram realizadas em dois ciclos de produção, a primeira com 120 dias pós plantio e a segunda com 70 dias após a colheita do primeiro ciclo. Nos dois períodos estudados, foram avaliadas a produtividade de matéria natural e matéria seca, teor de matéria seca, composição botânica. A relação folha/colmo foi avaliada somente no primeiro ciclo. Foi observada interação ( $P < 0,05$ ) das variáveis produtividade de matéria seca e composição botânica do sorgo no consórcio triplo (sorgo, Massai, guandu) no primeiro e segundo ciclo. Ocorreu redução na produtividade de matéria seca do sorgo no consórcio com Massai e/ou guandu no primeiro ciclo. A forrageira com maior relação folha:colmo (F:C) foi o capim Massai, enquanto o sorgo apresentou as menores relações F:C. No segundo ciclo a produtividade de biomassa seca total foi maior nos tratamentos com a presença do sorgo. Nos sistemas consorciados a competição entre as espécies afetou a produtividade das espécies associadas, mas promoveu diversificação de espécies nos sistemas.

**Palavras-chaves:** *Panicum maximum*, *Cajanus cajan*, *Sorghum bicolor*, integração lavoura-pecuária.

## CHAPTER II

### AGRONOMIC PERFORMANCE OF FORAGE SORGHUM, GUANDU BEANS AND MASSAI GRASS CONSORTIUM IN SEMI-ARID ENVIRONMENT

**Abstract:** Efforts have been made to seek technologies that promote increased production and sustainability in agricultural production systems. One viable option is the intercropping of forage plants. The objective of this study was to evaluate the productive performance of forage sorghum, pigeon pea, and Massai grass in intercropped systems and sole cultivation, as well as the relationship between leaf/stem ratio and botanical composition of forage crops over two study cycles in semi-arid conditions. The experimental design used was randomized blocks in a 2x2x2 factorial scheme, with two cultivation methods (intercropping and monoculture), and four replications, and the cycles were analyzed independently. The F-test was used to compare the means of least squares for treatments and interactions, considering a 5% probability level. The treatments consisted of seven forage systems: sorghum in monoculture; Massai grass in monoculture; pigeon pea in monoculture; sorghum intercropped with Massai grass; sorghum intercropped with pigeon pea; pigeon pea intercropped with Massai grass; and sorghum intercropped with Massai grass and pigeon pea. Evaluations were performed over two production cycles, the first being 120 days post-planting, and the second being 70 days after the harvest of the first cycle. In both periods studied, the productivity of fresh matter and dry matter, dry matter content, and botanical composition were assessed. The leaf/stem ratio was only evaluated in the first cycle. There was a significant interaction ( $P < 0.05$ ) between the variables of dry matter productivity and botanical composition of sorghum in the triple intercropping (sorghum, Massai grass, pigeon pea) in both the first and second cycles. The dry matter productivity of sorghum decreased in the intercropping with Massai grass and/or pigeon pea in the first cycle. Massai grass had the highest leaf/stem ratio (L:S), while sorghum presented the lowest L:S ratios. In the second cycle, the total dry biomass productivity was higher in treatments with sorghum presence. In intercropped systems, competition between species affected the productivity of associated species but promoted species diversification in the systems.

**Key words:** *Panicum maximum*, *Cajanus cajan*, *Sorghum bicolor*, crop-livestock intercropping

## 2.1 INTRODUÇÃO

As regiões semiáridas são caracterizadas por apresentarem períodos de intensas estiagens, devido à baixa ocorrência de chuvas ou pela má distribuição desse recurso ao longo do ano. Tão grandes oscilações fazem com que a produção agropecuária dessas regiões apresente uma série de limitações e por consequência baixos índices produtivos. Essas condições afetam sobretudo a quantidade e qualidade das forragens produzidas para alimentação animal.

A aplicação de uma soma de estratégias que possam mitigar os impactos negativos da seca, com o uso de tecnologias básicas, a utilização de espécies forrageiras adaptadas às condições climáticas adversas, são algumas das práticas que têm potencial para ser empregadas em ambientes semiáridos (POMPEU *et al.*, 2015).

Assim, tem-se buscado, cada vez mais, tecnologias que proporcionem aumento da produção e a manutenção da sustentabilidade nos sistemas agrícolas de produção (NAKAO *et al.*, 2019), principalmente nos ambientes com maiores limitações. A diversificação de espécies forrageiras tem se tornando uma alternativa eficaz para reduzir os impactos ocasionados devido ao monocultivo intensivo, empregado nos cultivos convencionais de plantas forrageiras. Uma das possibilidades para a diversificação de espécies é a utilização de consórcios.

Segundo Carvalho *et al.* (2014), consórcio é definido como um sistema em que duas ou mais espécies de plantas são cultivadas simultaneamente, na mesma área, por período determinado, com a finalidade de conseguir maior eficiência do uso dos recursos. Consórcios forrageiros podem ser utilizados com o propósito de produção de palhada, proteção do solo no plantio direto, quanto para produção de forragem para alimentação animal (WRUCK, *et al.*, 2020).

Diversas espécies forrageiras têm sido utilizadas em consórcio. O sorgo é uma opção que vem se destacando no emprego na diversificação de produção de forragem, visto que, é de fácil cultivo, pode ser cultivado em áreas com períodos prolongados de estiagens, apresenta menor exigência em nutrientes e fertilidade do solo, maior tolerância a altas temperaturas se comparado ao milho (GALVÃO, *et al.*, 2015). Além disso, o sorgo apresenta, após o primeiro corte, capacidade de rebrota, tornando essa espécie forrageira excelente opção para cultivo.

No entanto, quando cultivada em consórcio com outras plantas têm se observado diminuição na capacidade de rebrota (NAKAO *et al.*, 2019).

A inclusão de leguminosas no consórcio de forrageira visa o fornecimento de nitrogênio no sistema, com aumento na produção de forragem (Calvo *et al.*, 2010), bem como a melhoria na qualidade da forragem produzida, com aumento do teor proteico advindo da leguminosa. Uma opção viável para uso em regiões de baixa pluviosidade é o feijão guandu, essa forrageira apresenta teor de proteínas superiores as gramíneas, entre 14 e 28% (PÉREZ, 2020), permitindo inferir que sua incorporação no sistema pecuário, principalmente em integração, pode ser uma opção prática e econômica para suplementar as fontes de nitrogênio para alimentação animal e melhorar a fertilidade do agroecossistema.

O capim Massai tem se destacado pela maior produção de forragem em condições de seca e pode ser utilizada em diferimento por até 80 dias (FONTINELE, *et al.*, 2022). É promissora para uso em sistemas integrados, pois, de acordo com Lopes *et al.*, (2013), apresenta alta produção de biomassa foliar, baixa produção de colmos, alta relação lâmina foliar/colmo e alta capacidade de perfilhamento.

O crescimento e desenvolvimento das espécies forrageiras é controlado, principalmente, pela produção de folhas, órgão responsável pela maior atividade fotossintética das plantas, pois são elas que interceptam grande quantidade da energia solar que chega à parte superior do dossel (CRUZ, 2021). A relação lâmina foliar/colmo é uma variável de grande importância para a nutrição ou desempenho animal. Isto se deve ao fato desta estar associada à facilidade com que os animais colhem as folhas, sendo o componente morfológico de maior preferência pelos animais e que possuem maiores teores de proteína bruta e menores frações estruturais quando comparado com os demais componentes morfológicos (GURGEL, *et al.* 2017).

A composição das espécies forrageiras nos consórcios tem importante impactos na qualidade nutricional do pasto (SENOUSSI *et al.*, 2020). No entanto, o comportamento da composição botânica do consórcio sorgo, feijão guandu e capim Massai, sobretudo em regiões semiáridas, é pouco conhecida, sendo altamente necessários sua investigação.

Analisar diferentes variáveis presentes em um consórcio, permitem compreender quais relações podem ser obtidos entre as espécies, possibilitando na escolha correta de quais espécies utilizar, visando ter boa produção de forragem. No entanto, poucas informações foram geradas sobre os efeitos de associações de forrageiras tropicais, como o sorgo forrageiro, o feijão guandu e o capim Massai em sistemas integradas em regiões semiáridas.

Diante do exposto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo do sorgo forrageiro, feijão guandu e capim Massai em sistemas consorciados e em cultivo solteiro, bem como a relação entre lâmina foliar e colmo e composição botânica das culturas forrageiras em dois ciclos de estudos em condições semiáridas.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Local e Características gerais do experimento

O presente estudo foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, *Campus* Almenara, localizado no município de Almenara-MG, onde foi instalada em 2018 uma Unidade de Referência Tecnológica pela Embrapa Milho e Sorgo (Figura 2), no período de novembro de 2020 a maio de 2021. A área está a 230 m de altitude, na latitude 16°13'58" sul e longitude oeste de 40°44'28". O relevo da área experimental é ondulado e o solo, conforme Santos *et al.* (2018), é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico.



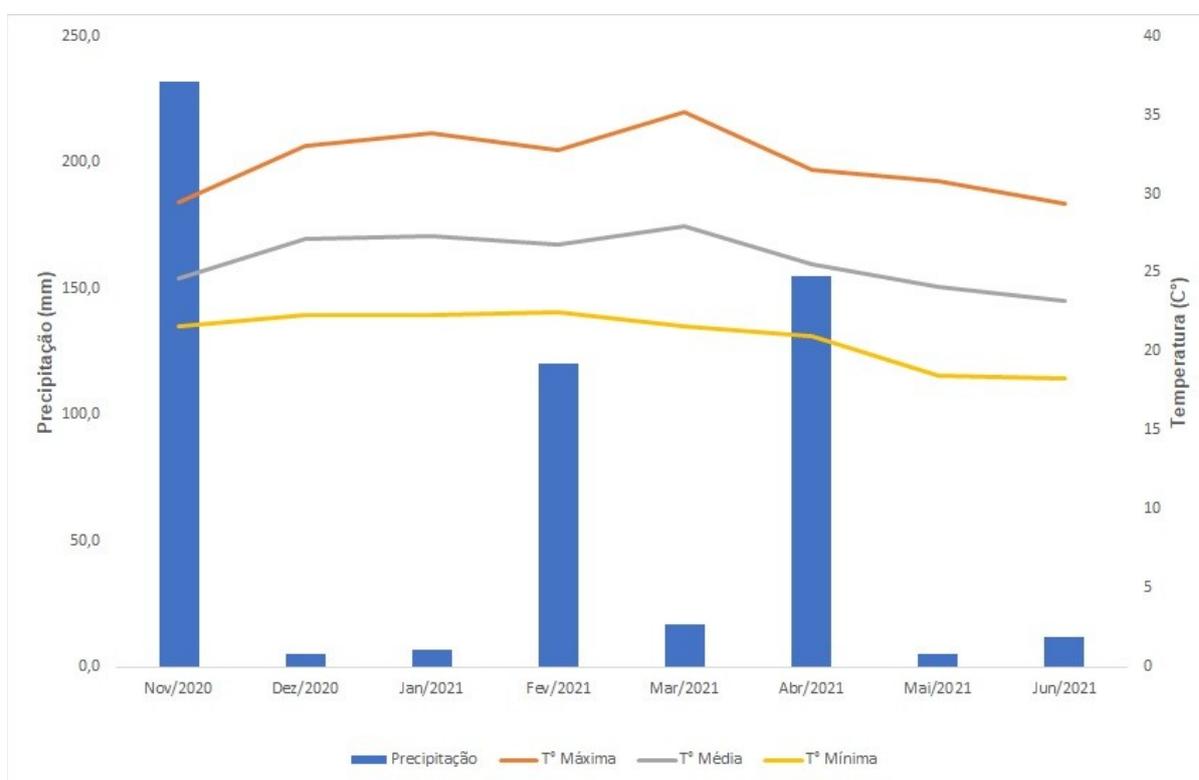
**Figura 2.** Localização da área de implantação experimental no IFNMG – *Campus* Almenara.

Fonte: Google Earth, 2022.

Segundo a classificação climática de Köpper Geiger, o clima da região é classificado como tropical estacional (Aw), temperatura média de 25.1 °C, as chuvas são concentradas no

verão, nos meses de novembro a março, com o índice pluviométrico entre 550 e 725 mm, inverno seco e período de seis a sete meses de estiagem (FERREIRA & SILVA, 2012).

Durante toda condução do experimento, os dados de precipitação e temperatura foram monitorados diariamente. As informações sobre precipitação durante o período experimental foram coletadas por meio da instalação de um pluviômetro, com escala 0 a 150 mm, na área do experimento. Os dados sobre temperatura foram coletados e acompanhados por meio do Instituto Nacional de Meteorologia. No decorrer do período experimental a precipitação acumulada foi de 541 mm e a temperatura média foi de 26.2 °C. As informações sobre precipitação e temperatura durante o período experimental estão apresentadas na Figura 3.



**Figura 3.** Precipitação pluvial mensal e temperatura máxima, mínima e média durante o período de novembro de 2020 a junho de 2021, Almenara, MG. Fonte: próprio autor.

### 2.2.2 Desenho experimental

O experimento foi disposto em blocos casualizados (Figura 4), em esquema fatorial (2x2x2), sendo duas formas de plantio (solteiro e consorciado) e três forrageiras (sorgo, feijão guandu e capim Massai), mais a combinação entre as três forrageiras. Cada tratamento contou com quatro repetições, resultando em 28 parcelas experimentais, conforme o croqui (Figura 5). Os tratamentos foram constituídos de sete sistemas forrageiros: sorgo em monocultivo (SS); capim Massai em monocultivo (CM); feijão guandu em monocultivo (FG); sorgo con-

sorciado com o capim Massai (S+CM); sorgo consorciado com o feijão guandu (S+FG); feijão guandu consorciado com o capim Massai (FG+CM); e sorgo consorciado com o capim Massai e feijão guandu (S+FG+CM).



**Figura 4.** Disposição dos blocos na área experimental. Fonte: autor.

BLOCO 1	S+FG	FG	S+CM+FG	SS	CM+FG	S+CM	CM
BLOCO 2	S+CM	SS	CM	S+FG	S+CM+FG	CM+FG	FG
BLOCO 3	CM+FG	S+CM	FG	CM	S+FG	S+CM+FG	SS
BLOCO 4	CM	S+CM+FG	S+FG	CM+FG	FG	SS	S+CM

**Figura 5.** Área experimental (Croqui). Fonte: próprio autor.

### 2.2.3 Implantação e condução dos sistemas forrageiros

Em agosto de 2020, antes da instalação do experimento foram coletadas amostras do solo para determinação das características físico-química do solo da área experimental, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, com 2 repetições, sendo que cada amostra foi composta por cinco amostras simples, as quais foram realizadas no Laboratório de Solos, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Norte de Minas. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química do solo da área experimental

Prof.	PH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	H+Al <sup>3</sup>	Al <sup>3</sup>	SB	t	T	V	MO
cm	H <sub>2</sub> O	..mg/dm <sup>3</sup>	.....	.....	.....	.....	cmolc/dm <sup>3</sup>	.....	.....	.....	.....	...%...	dag/kg
00-20	7,0	6,8	213	4,5	1,4	0,1	1,0	0,0	6,6	6,6	7,6	86,0	2,9
00-20	6,8	9,9	150	3,9	1,3	0,1	1,4	0,0	5,6	5,6	7,1	80,0	3,6
20-40	6,9	2,0	116	2,1	0,5	0,1	1,2	0,0	3,0	3,0	4,2	72,0	0,8
20-40	6,5	1,5	118	2,3	0,6	0,1	1,8	0,0	3,3	3,3	5,1	65,0	1,7

SB, Soma de bases; t, CTC efetiva; T, CTC a pH 7; V, Saturação por bases; MO, Matéria orgânica.  
Fonte: Laboratório de solo EPAMIG.

O preparo da área, em sistema convencional, iniciou-se com duas gradagens para eliminar as plantas indesejáveis e obter uma área de plantio uniforme. Em seguida, foram postas estacas para a demarcação das parcelas, com dimensões de 6,0 metros de comprimento e 5,25 metros de largura, perfazendo uma área de 31,50 m<sup>2</sup> em cada unidade experimental.

Para implantação do experimento foram utilizadas sementes de sorgo forrageiro *Sorghum bicolor* (Moench) cv. BRS 658, capim Massai (*Panicum maximum* x *P.infestum* cv. BRS Massai) e de feijão guandu *Cajanus cajan* L. Millsp, cv. BRS Mandarin.

Foi adotado 0,7 m de espaçamento entre linhas nas parcelas para cada uma das espécies e 1,5 metro entre blocos. As parcelas do monocultivo de sorgo, feijão guandu e capim Massai foram compostas por oito linhas. No consórcio sorgo e Massai foi realizado a semeadura do capim nas linhas do sorgo (mesmo sulco de plantio). Para o consórcio feijão guandu e Massai, esse último foi semeado nas entrelinhas. No consórcio sorgo, feijão guandu e Massai foi utilizado oito linhas de sorgo, sete de guandu, com o Massai semeado na linha do sorgo. A área útil foi obtida desconsiderando duas linhas de cada lado das parcelas e 1 m das extremidades. A semeadura dos tratamentos foi realizada de forma manual, com a abertura de sulcos no dia 12 de novembro de 2020, logo após as primeiras chuvas. O sorgo foi semeado, no monocultivo e consorciado, a 3 cm de profundidade, utilizando-se 12 sementes m<sup>-1</sup>. O feijão guandu foi semeado a 5 cm de profundidade, na densidade de 15 sementes m<sup>-1</sup>. Em todos os

tratamentos o capim Massai foi semeado entre 4 a 5 cm de profundidade, com o objetivo de retardar a emergência e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento. O capim Massai foi semeado na linha do sorgo (mesmo sulco de plantio) quando consorciado com este e na entrelinha do guandu, utilizando-se aproximadamente 12 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes.

Conforme os resultados da análise de solo e seguindo as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – 5ª Aproximação (1999), foi adotado o médio nível tecnológico, com base nas exigências da cultura do sorgo, sem adicional de adubo para as demais culturas. Não foi necessário a correção da acidez do solo. Realizou-se a adubação de plantio com o uso de 350 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-28-16 (N:P:K), no sulco de plantio levemente incorporado antes da distribuição das sementes. Em cobertura foram utilizados 400 kg.ha<sup>-1</sup> de Sulfato de amônio (28 g/m linear), 30 dias após a emergência das culturas (22/12/2020).

Após a semeadura, ocorreu o acompanhamento do desenvolvimento das plantas e o manejo nas parcelas. Para o controle de plantas indesejáveis em pós emergência e possibilitar o pleno desenvolvimento das forrageiras realizou-se uma capina manual, com o auxílio de enxadas, aos 20 dias (02/12/2020) e aos 70 dias pós plantio (22/01/2021). Foram realizadas duas pulverizações de Crystal®, (bioinseticida à base de *Bacillus thuringiensis* cepa 344) para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), na dosagem de 1.000 mL.ha<sup>-1</sup> do produto comercial, com a primeira aplicação em 10/12/2020 e a segunda dia 23/12/2020.

Durante o período experimental foram realizadas dois cortes nas forrageiras, totalizando dois ciclos de avaliações. O primeiro corte ocorreu em março de 2021, com 120 dias da semeadura e posteriormente, foi realizado um corte de uniformização em toda área do experimento, a fim de uniformizar o tamanho das espécies presente na área experimental e possibilitar a avaliação da rebrota. Em maio de 2021, aos 70 dias após o corte de uniformização foi realizado o segundo ciclo de avaliação, quando as plantas de sorgo atingiram teor de matéria seca (%MS) igual ou superior a 28%. Nos dois períodos estudados, foram avaliadas altura das plantas, características de produção de matéria natural e matéria seca, percentual de matéria seca, composição botânica e relação folha/colmo dos sistemas forrageiros estudados.

#### **2.2.4 Altura das plantas**

A altura das plantas foi realizada antes da colheita, ou seja, aos 120 dias após a semeadura (DAS) no primeiro ciclo e aos 70 dias após o corte de uniformização no segundo ciclo.

Para avaliação da altura das plantas de sorgo foi feita a medição com uma fita métrica (do solo até o final da panícula) em dez plantas escolhidas aleatoriamente na área útil das parcelas.

A altura de planta de feijão guandu foi realizada com auxílio de uma fita métrica, da base ao ápice, em dez plantas aleatórias em cada parcela, desprezando as bordaduras.

Na determinação das alturas do capim Massai foram realizadas medidas utilizando um bastão graduado (em centímetros) e uma folha de acetado (folha de raio-x), conforme descrito por Pequeno (2010), sendo tomada as alturas em dez pontos, em zigue-zague, na área útil de cada parcela.

### **2.2.5 Produção de matéria natural e composição botânica**

A colheita das plantas solteiras e consorciadas foi realizada de forma manual, a 15 cm de altura do solo, aos 120 DAS no primeiro ciclo e aos 70 dias no segundo ciclo, quando as plantas de sorgo atingiram de 28 a 35% de MS, fase que o sorgo atinge a máxima qualidade nutricional (FERREIRA, 2001).

As forrageiras foram cortadas e pesadas, sendo que os tratamentos compostos pelos cultivos consorciados foram separados para posterior análise da produção. Para avaliação da produção de biomassa (matéria natural) e quantificação da composição botânica, foi coletado e pesado todo o material presente no interior de um retângulo de 0,875 m<sup>2</sup> (0,50mx1,75m), alocado de forma aleatória em dois pontos da área útil da parcela, de forma que no sentido de maior comprimento abarcasse, no mínimo, duas fileiras de sorgo e duas fileiras de feijão guandu, além do capim Massai presente.

A produtividade de matéria natural (PMN), dada em kg.ha<sup>-1</sup>, dos sistemas em monocultivos e consorciados, foram obtidas pelo produto entre a matéria natural obtida na área colhida extrapolada para 10.000 m<sup>2</sup>, correspondendo a um hectare.

Considerou-se a composição botânica a proporção das forrageiras em cada tratamento. Para determinação da composição botânica cada espécie forrageira foi pesada separadamente. O somatório das massas frescas obtidas nos dois pontos coletados correspondeu a composição botânica total do tratamento. A escolha do uso de matéria natural foi adotada neste estudo, pois os animais ingerem a partes aéreas frescas das plantas forrageiras, portanto, essa abordagem pode refletir melhor a quantidade de espécies forrageiras na área passíveis de serem ingerida pelos ruminantes (SENOUSSI, 2020).

### 2.2.6 Teor e produção de matéria seca

Para avaliação dos teores percentuais de matéria seca (MS) de cada tratamento, foram retiradas duas subamostras por espécie forrageira, no momento da colheita, imediatamente pesadas, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas. Após o descongelamento em temperatura ambiente as amostras foram enviadas para análise em laboratório, submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas (VALENTE et al., 2010). Em seguida, foram trituradas em moinhos de faca tipo Willey com peneira de 1 mm e armazenadas para a determinação dos teores de matéria seca (AOAC, 2002).

A produtividade de matéria seca (PMS), em kg.ha<sup>-1</sup> foi calculada pelo produto entre a PMN e o teor de MS das forrageiras.

### 2.2.7 Relação folha/colmo

No momento da colheita foram retiradas subamostras da biomassa para procedimento de separação dos seus componentes morfológicos e o posterior pesagem. Para o Sorgo e capim Massai, foram separadas as lâminas foliares, colmo (bainha foliares e colmo).

Para o guandu, foram separados o caule, limbo foliar, pecíolo. Esse material foi seco em estufa de circulação forçada a 65 °C, por 72 horas, para obtenção da biomassa seca (VALENTE et al., 2010). Com os dados de biomassa seca das frações da folha e do colmo ou caule, calculou-se a relação folha/colmo (F:C) de cada espécie forrageira.

Para o cálculo da relação folha/colmo foi adotado a seguinte equação:

$$F:C = Bf / Bc$$

Onde:

*Bf* = Biomassa seca da folha

*Bc* = Biomassa seca do colmo/caule

### 2.2.8 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise estatística segundo delineamento em blocos completos casualizados no esquema fatorial utilizando-se o PROC MIXED do SAS 9.1 de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + b_i + S_j + G_k + M_l + (S \times G)_{jk} + (S \times M)_{jl} + (G \times M)_{kl} + (S \times G \times M)_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

Onde  $Y_{ijkl}$  é o valor variável dependente,  $\mu$  é a média geral,  $b_i$  é o efeito aleatório de bloco ( $i = 1, 2$  e  $3$ ),  $S_j$  = efeito fixo do Sorgo ( $j =$  presente ou ausente);  $G_k$  = efeito fixo Guandu ( $k =$  presente ou ausente);  $M_l$  = efeito fixo do Massai ( $l =$  presente ou ausente);  $(S \times G)_{jk} + (S \times M)_{jl} + (G \times M)_{kl} + (S \times G \times M)_{jkl}$  = efeitos fixos das interações;  $\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório pressuposto  $NID \sim (0, \sigma^2)$ .

Para todas as avaliações considerou-se o nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I. Sendo o teste de F usado para comparar as médias de mínimos quadrados para os tratamentos e as interações. Os ciclos de cultivo foram analisados de forma independente considerando o modelo descrito acima.

## **2.3 RESULTADOS**

### **2.3.1 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do sorgo forrageiro**

A altura das plantas de sorgo, no primeiro ciclo e no segundo ciclo, apresentou efeito significativo para o tratamento solteiro ( $p < 0,0001$ ), mas não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) para interações duplas e triplas (Tabela 2).

A produtividade de matéria natural do sorgo apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) no consórcio sorgo com capim Massai e sorgo com feijão guandu no primeiro ciclo (Tabela 2). No segundo ciclo a PMN foi significativa ( $p < 0,05$ ) em todos os tratamentos testados.

O teor de matéria seca do sorgo foi influenciado ( $p < 0,05$ ) apenas no segundo ciclo, nos tratamentos do sorgo consorciado com capim Massai e do sorgo com feijão guandu (Tabela 2). Por outro lado, observou-se que a produtividade de matéria natural e a composição botânica do sorgo, apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) nos tratamentos do sorgo consorciado com capim Massai e no consórcio triplo (sorgo, guandu, Massai) no primeiro e segundo ciclo (Tabela 2). Enquanto a relação folha colmo foi significativa ( $p < 0,05$ ) no consórcio do sorgo com capim Massai.

A produtividade de matéria natural (PMN) do sorgo no primeiro ciclo foi reduzida quando ele foi consorciado com capim Massai ( $P = 0,0034$ ) ou feijão guandu ( $P = 0,0053$ ) (Tabela 2). Observou-se redução na PMN do sorgo em consórcio com Massai (26,40%) e no consórcio com feijão guandu (25,04%) quando comparado a PMN do monocultivo do sorgo.

**Tabela 2.** Altura de plantas, produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS), composição botânica (%) e relação folha:colmo (F:C) para o sorgo em condições de monocultivo e consorciados com capim Massai e feijão guandu em dois ciclos de avaliações

Variáveis	Sorgo (S)	Massai (M)		Guandu (G)		<sup>1</sup> EPM	P – valor			
		Com	Sem	Com	Sem		S	SxM	SxG	SxMxG
<b>Primeiro ciclo</b>										
Altura (cm)	182,31	178,13	186,50	182,00	182,63	3,99	<0,0001	0,4665	0,9564	0,9390
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	19341	16400	22282	16573	22109	947	<0,0001	0,0257	0,0345	0,0697
%MS	33,69	33,99	33,40	34,46	32,93	0,69	<0,0001	0,7036	0,3242	0,8521
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	6316	5205	7426	5758	6874	392	<0,0001	0,0179	0,2092	0,0378
Composição Botânica (%)	77,26	66,75	87,76	75,22	79,28	2,10	<0,0001	0,0004	0,4225	0,0005
F:C	0,24	0,19	0,30	0,24	0,25	0,0014	<0,0001	0,0017	0,6163	0,1068
<b>Segundo ciclo</b>										
Altura (cm)	153,81	157,63	150,00	154,13	153,50	5,01	<0,0001	0,5758	0,9633	0,9927
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	14066	11079	17054	15632	12500	523	<0,0001	0,0004	0,0379	0,0147
%MS	31,83	30,01	33,64	33,24	30,41	0,64	<0,0001	0,0049	0,0394	0,8230
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	4799	3386	6211	5190	4408	194	<0,0001	<0,0001	0,1623	0,0095
Composição Botânica (%)	71,18	52,23	90,13	72,34	70,01	1,05	<0,0001	<0,0001	0,4439	<0,0001

<sup>1</sup>EPM: erro padrão da média.

Na avaliação da PMN do sorgo, no segundo ciclo, constatou-se efeito da interação ( $p < 0,05$ ) entre todos os tratamentos avaliados (Tabela 2). A PMN do sorgo sob a influência do capim Massai e/ou feijão guandu (Tabela 3) no segundo ciclo, observou-se interação ( $p < 0,05$ ), onde a PMN do sorgo foi de 14.528 kg.ha<sup>-1</sup> no arranjo triplo e de 7.628 kg.ha<sup>-1</sup>, sem a presença do guandu. Já entre o consórcio sorgo e feijão guandu e o sorgo solteiro não foi observado diferença significativa ( $p = 0,6993$ ) da PMN. Para a PMN do sorgo, houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos solteiro e associado ao Massai, com produtividade de 17.372 e 7.628 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

**Tabela 3.** Médias das produtividades de matéria natural (PMN), em kg.ha<sup>-1</sup>, do sorgo sob influência do consórcio com capim Massai e/ou feijão guandu no segundo ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	14.528	7.628	<0,0001
Com	Sem	16.736	17.372	0,6993
	P-valor Massai	0,1118	<0,0001	-

Verificou-se efeito significativo para o teor de MS do sorgo em consórcio com o feijão guandu ( $p = 0,0394$ ) e com o capim Massai ( $p = 0,0049$ ), no segundo ciclo de produção (Tabela 2).

O teor de MS do sorgo, no segundo ciclo, foi inferior no tratamento em consórcio com capim Massai, com redução em 3,63 pontos percentuais, em comparação com o sorgo em monocultivo (Tabela 2). Já quando o sorgo foi consorciado com o feijão guandu o teor de MS do sorgo foi maior em 2,83 pontos percentuais do que em monocultivo (Tabela 2).

A produtividade de matéria seca (PMS) do sorgo no primeiro ciclo (Tabela 4) foi influenciada pelo consórcio com feijão guandu ( $p < 0,05$ ), onde foi observada redução de 33,91% na PMS do sorgo em relação ao cultivo solteiro. De forma semelhante, observou-se queda de 46,28% da PMS do sorgo no consórcio com capim Massai comparado a PMS do sorgo solteiro.

**Tabela 4.** Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha<sup>-1</sup>, do sorgo sob influência do consórcio com capim Massai e/ou feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	5.606	4.804	0,4148
Com	Sem	5.910	8.943	0,0015
	P-valor Massai	0,7370	0,0002	-

No segundo ciclo, a produtividade de matéria seca do sorgo (Tabela 5) foi inferior no consórcio triplo; houve uma queda de 35,3% na PMS do sorgo em relação ao tratamento onde o sorgo foi implantado em monocultivo. Já em comparação ao monocultivo do sorgo, a PMS dessa espécie sofreu redução de 66,28% quando em cultivo com o capim Massai ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 5.** Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha<sup>-1</sup>, do sorgo sob influência do consórcio com capim Massai e/ou feijão guandu no segundo ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	4.550	2.223	0,0003
Com	Sem	5.829	6.593	0,1950
	P-valor Massai	0,0250	<,0001	-

A presença do sorgo na composição botânica no presente estudo foi influenciada ( $p = 0,0035$ ) quando comparado o tratamento com a presença do feijão guandu e capim Massai, em consórcio triplo, e o tratamento sorgo + Massai, obtendo-se o valor de 74,93% e 58,58% de sorgo respectivamente (Tabela 6). Observou-se também diferença ( $p < 0,05$ ) quando comparada a presença do sorgo no tratamento sorgo consorciado com feijão guandu (75,53%) e no sorgo monocultivo (100%), como sorgo solteiro e no consórcio sorgo e capim Massai

(58,58%). O único tratamento que não diferiu estatisticamente ( $p=0,9050$ ) foi entre o consórcio triplo e o consórcio duplo sorgo + feijão guandu (75,53%).

**Tabela 6.** Médias da composição botânica (%) do sorgo sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou capim Massai no primeiro ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	74,93	58,58	0,0035
Com	Sem	75,53	100,00	<0,0001
	P-valor Massai	0,9050	<0,0001	-

Foi observado (Tabela 7) maior composição botânica no consórcio sorgo com feijão guandu (80,25%) e menor na associação do sorgo com capim Massai (40,03%).

**Tabela 7.** Médias da composição botânica (%), do sorgo sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou capim Massai no segundo ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	64,43	40,03	<0,0001
Com	Sem	80,25	100,00	<0,0001
	P-valor Massai	<0,0001	<0,0001	-

Observou-se que a relação F:C do sorgo foi influenciada pelo consórcio com o capim Massai ( $p<0,05$ ) no primeiro ciclo, obtendo-se F:C de 0,19 do sorgo quando em consórcio com o capim Massai e de 0,30 no monocultivo do sorgo, representado um decréscimo 36,67% na relação F:C do sorgo comparado a F:C do sorgo monocultivo (Tabela 2).

### **2.3.2 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do capim Massai**

A altura das plantas do capim Massai não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ) no primeiro ciclo nos sistemas consorciados (Tabela 8). Contudo, no segundo ciclo, houve diferença significativa na altura do capim Massai no consórcio com feijão guandu ( $p = 0,0019$ ) e no monocultivo ( $p < 0,0001$ ) do Massai (Tabela 8).

A presença do feijão guandu em consórcio com capim Massai, no segundo ciclo, proporcionou redução de 11,91% na altura do capim Massai, quando comparado na condição do capim Massai sem o feijão guandu (Tabela 8).

Houve interação ( $p < 0,05$ ), no primeiro ciclo, para as variáveis produtividade de matéria natural e matéria seca, composição botânica e relação folha:colmo do capim Massai no sistema de cultivo triplo (sorgo, Massai, guandu). Enquanto o teor de matéria seca do capim Massai apresentou significância ( $p < 0,05$ ) no consórcio sorgo com Massai e sorgo com guandu (Tabela 8).

No segundo ciclo, observou-se interação ( $p < 0,05$ ) para a PMN e PMS do capim Massai em todos os tratamentos (Tabela 8). Em relação a composição botânica, houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) no consórcio do sorgo com capim Massai e do capim Massai com feijão guandu.

**Tabela 8.** Altura de plantas, produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS), composição botânica (%) e relação folha:colmo (F:C) para o capim Massai em condições de monocultivo e consorciados com sorgo e feijão guandu em dois ciclos de avaliações

Variáveis	Massai (M)	Sorgo (S)		Guandu (G)		<sup>1</sup> EPM	P – valor			
		Com	Sem	Com	Sem		M	SxM	MxG	SxMxG
<b>Primeiro ciclo</b>										
Altura (cm)	84,75	86,50	83,00	84,13	85,38	4,44	<0,0001	0,7471	0,9082	0,5354
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	11452	7486	15418	5236	17668	769	<0,0001	0,0009	<0,0001	0,0012
%MS	28,19	25,11	31,26	29,86	26,51	0,51	<0,0001	0,0001	0,0157	0,9318
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	3403	2196	4610	1562	5244	231	<0,0001	0,0008	<0,0001	0,0026
Composição Botânica (%)	48,48	30,11	66,85	26,25	70,71	2,31	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0031
F:C	1,86	1,63	2,09	1,93	1,80	0,080	<0,0001	0,0445	0,5649	0,089
<b>Segundo ciclo</b>										
Altura (cm)	107,56	106,50	108,62	100,75	114,37	1,80	<0,0001	0,5846	0,0019	0,2403
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	11386	9689	13082	8297	14475	415	<0,0001	0,0103	<0,0001	0,0413
%MS	31,49	32,08	30,91	30,69	32,30	0,59	<0,0001	0,4415	0,2889	0,4712
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	3563	3102	4023	2543	4582	126	<0,0001	0,0076	<0,0001	0,0349
Composição Botânica (%)	68,98	47,78	90,19	57,98	79,99	1,05	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,4907

<sup>1</sup>EPM: erro padrão da média.

Quando o capim Massai foi cultivado em consórcio simultâneo com feijão guandu e sorgo (Tabela 9), houve queda na produtividade de 79,9% em comparação ao monocultivo ( $p < 0,0001$ ), situação similar ocorreu quando o consórcio foi apenas com o feijão guandu, promovendo queda na produtividade do capim Massai de 79,1%. Já na ausência do feijão guandu, observa-se menor impacto do sorgo sobre a produtividade do capim Massai, com queda de 61,4% na produtividade.

**Tabela 9.** Médias das produtividades de matéria natural (PMN), em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , do capim Massai sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou sorgo no primeiro ciclo de avaliação

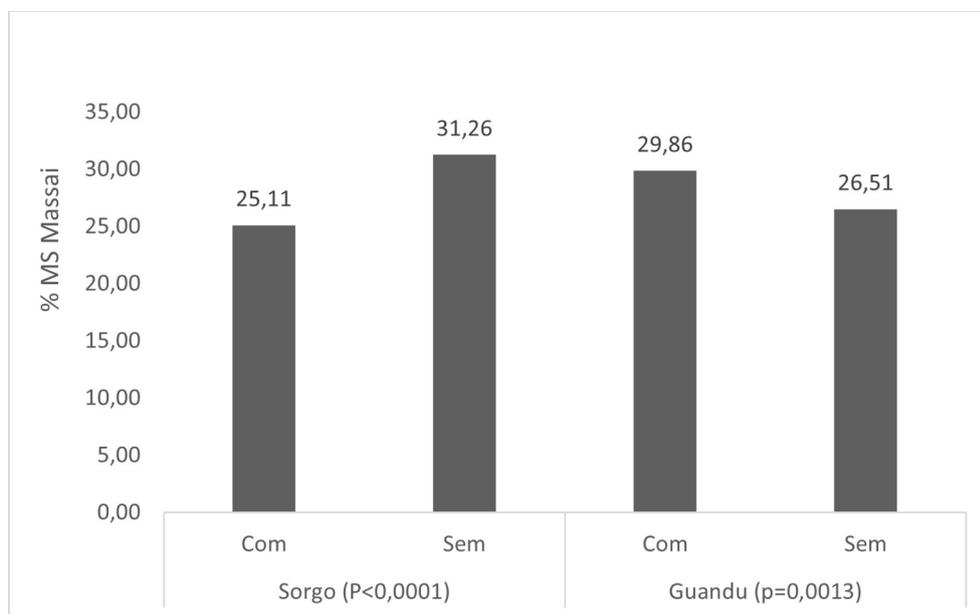
Massai	Sorgo	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	5.136	9.836	0,0329
Com	Sem	5.336	25.500	<0,0001
	P-valor Sorgo	0,9235	<0,0001	-

Na avaliação da PMN do capim Massai sob a influência do sorgo e/ou guandu (Tabela 10) no segundo ciclo, observou-se interação no consórcio triplo ( $p < 0,05$ ). A PMN do capim Massai no consórcio triplo foi a menor observada entre os tratamentos. Houve redução de 54,76% na PMN do Massai em comparação ao monocultivo ( $P < 0,0001$ ), similar ao que ocorreu quando o consórcio foi com o feijão guandu, observando queda de 51,31%. No consórcio sorgo com Massai a redução da produtividade do Massai foi menor, observou-se queda de 34,37% em relação ao capim Massai solteiro.

**Tabela 10.** Médias das produtividades de matéria natural (PMN), em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , do capim Massai sob influência do consórcio com sorgo e/ou feijão guandu no segundo ciclo de avaliação

Massai	Sorgo	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	7.907	11.471	0,0065
Com	Sem	8.685	17.479	<0,0001
	P-valor Sorgo	0,5150	<0,0001	-

A presença do sorgo no consócio, proporcionou menor teor de matéria seca para o capim Massai. Contudo, quando consorciado com feijão guandu, o teor de matéria seca foi maior em comparação em cultivo exclusivo (Figura 6).



**Figura 6.** Teor de matéria seca (% MS), do capim Massai sob influência do consócio com sorgo ou feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação.

Na avaliação da PMS do capim Massai sob a influência do sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo (Tabela 11), constatou-se que a PMS do Massai no consócio triplo teve limitação de 81,18% quando comparada a produtividade do Massai monocultivo ( $p<0,0001$ ). De igual forma, a PMS do Massai quando em consócio com o sorgo e do Massai consorciado com feijão guandu apresentou queda de 60,32% e 77,20% respectivamente, na comparação com a PMS do Massai solteiro ( $p<0,05$ ).

**Tabela 11.** Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , do capim Massai sob influência do consócio com sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação

Massai	Sorgo	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	1.413	2.979	0,0193
Com	Sem	1.712	7.508	<0,0001
	P-valor Sorgo	0,6336	<0,0001	-

Observou-se que a PMS do capim Massai sob a influência do sorgo e/ou feijão guandu (Tabela 12) no segundo ciclo foi afetada pelo consórcio triplo, havendo uma redução de 54,88% em comparação a PMS do Massai monocultivo. Da mesma forma, verificou-se queda da PMS do capim Massai de 50,84% no consórcio duplo, entre capim Massai e feijão guandu, e de uma menor redução (30,12%) quando o Massai foi implantado acompanhado do sorgo, comparado ao tratamento do Massai solteiro.

**Tabela 12.** Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha<sup>-1</sup>, do capim Massai sob influência do consórcio com sorgo e/ou feijão guandu no segundo ciclo de avaliação

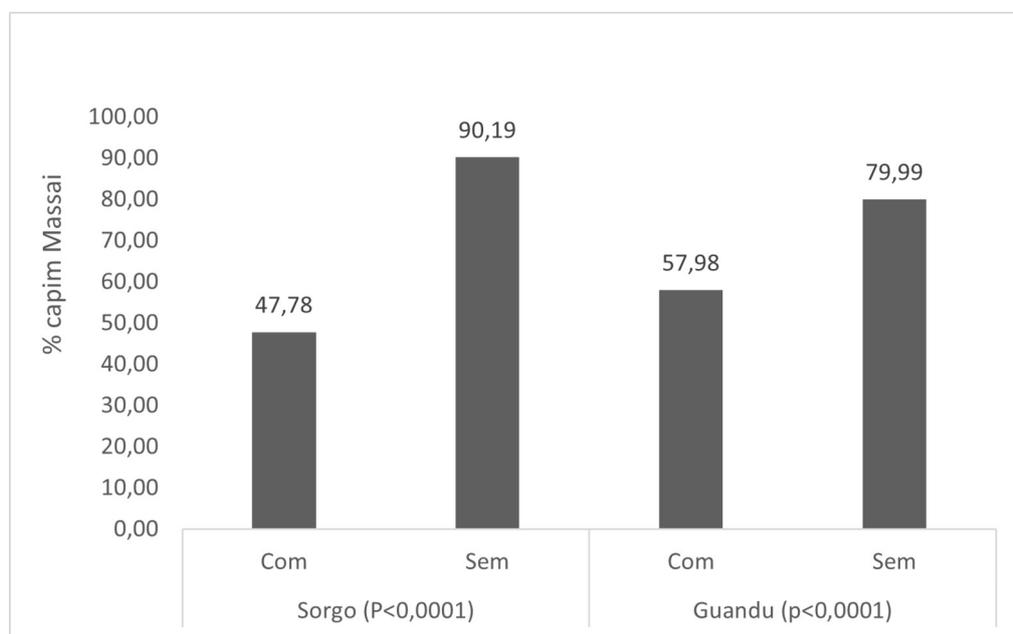
Massai	Sorgo	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
Com	Com	2.434	3.770	0,0003
	Sem	2.652	5.395	<0,0001
	P-valor Sor-go	0,4935	<0,0001	-

Quando se analisa os tratamentos na composição botânica do capim Massai (Tabela 13), observa-se que os resultados foram significativos para todos, onde a menor porcentagem de Massai foi observada no consórcio triplo (18,80%), havendo uma redução de 81,2% do Massai nesse sistema consorciado.

**Tabela 13.** Médias da composição botânica (%), do capim Massai sob influência do consórcio com sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação

Massai	Sorgo	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
Com	Com	18,80	41,43	0.0023
	Sem	33,70	100,00	<0,0001
	P-valor Sor-go	0,0331	<0,0001	-

Observa-se que, na composição botânica, quando cultivado com o sorgo houve redução de 42,41 % no capim Massai. Já no consórcio do Massai com o feijão guandu a redução do Massai foi de 22,01 % em relação ao Massai solteiro (Figura 7).



**Figura 7.** Composição botânica (%) do capim Massai sob influência do consórcio com sorgo ou feijão guandu no segundo ciclo de avaliação.

Observou-se que a relação F/C do capim Massai sofreu impactos do consórcio com sorgo (Tabela 8). Pode-se verificar que o consórcio do sorgo com capim Massai provocou queda de 0,46 ponto na F:C do capim Massai, ou seja, redução equivalente a 22% em comparação a relação F:C do capim Massai no cultivo sem a presença do sorgo.

### 2.3.3 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do feijão guandu

Houve interação ( $p < 0,05$ ) para o feijão guandu nas variáveis altura, produtividade de matéria natural, produtividade de matéria seca, composição botânica quando o guandu foi cultivado em consórcio com sorgo em ambos os ciclos (Tabela 14). Além disso, a composição botânica e a F:C apresentaram efeito ( $p < 0,05$ ) no consórcio com capim Massai, no caso da composição botânica em ambos os ciclos e a F:C no primeiro ciclo.

A altura das plantas do feijão guandu no primeiro ciclo foi influenciada pelo consórcio com o sorgo ( $p < 0,05$ ), onde observou-se redução média de 45,62 cm na altura do feijão guandu consorciado com o sorgo em relação ao monocultivo do guandu (Tabela 14).

Observou-se no segundo ciclo que o consórcio do feijão guandu com o sorgo promoveu redução de 34,58% na altura do guandu, enquanto o consórcio com capim Massai reduziu a altura do guandu em 38,77% (Tabela 14).

A menor PMN do feijão guandu ( $3.375 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) foi obtida quando cultivado em consórcio com o sorgo (Tabela 14). Observou-se uma queda de 79,74% em comparação a PMN do feijão guandu no monocultivo.

Os dados de produtividade de matéria natural, em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , do feijão guandu no segundo ciclo de produção, não apresentou PMN (Tabela 14), pois a rebrota do feijão guandu foi inviabilizada, provavelmente, devido as condições ambientais do local do experimento e do efeito competitivo das demais forrageiras, intensificado no segundo ciclo.

A presença do sorgo em consórcio com feijão guandu, proporcionou 4,86 pontos percentuais de matéria seca menor no feijão guandu, quando comparado na condição sem o sorgo (Tabela 14). Enquanto no segundo ciclo de produção das forrageiras todos os tratamentos foram significativos ( $p < 0,05$ ). O guandu quando cultivado em consórcio com o sorgo, no primeiro ciclo de produção, expressou uma PMS de 81,63% menor que o monocultivo do feijão guandu (Tabela 14).

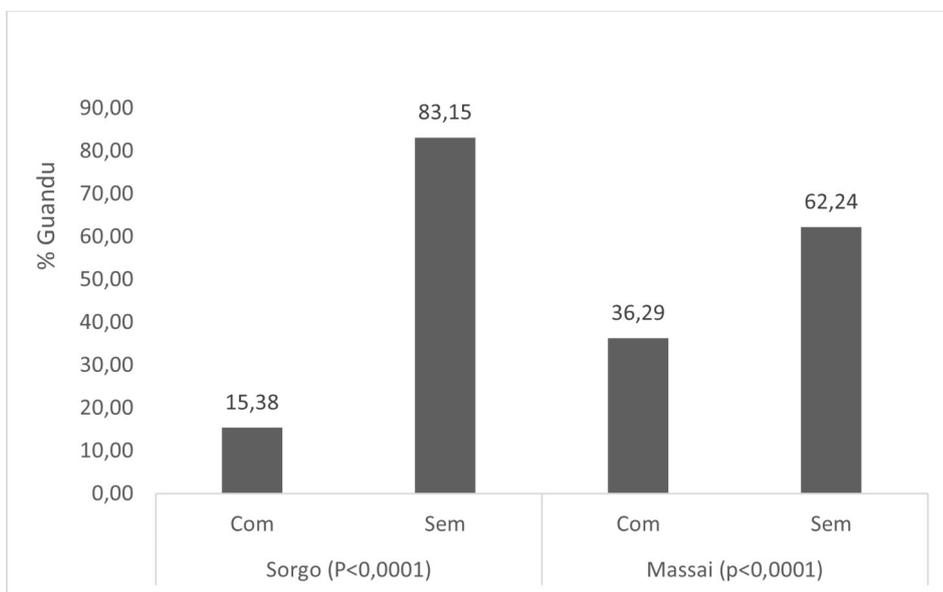
Assim como a produtividade de matéria natural, a matéria seca do feijão guandu no segundo ciclo, proveniente da rebrota, foi afetada pelos sistemas testado, não apresentado resultados de PMS (Tabela 14).

**Tabela 14.** Alturas de plantas, produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS), composição botânica (%) e relação folha:colmo (F:C) para o feijão guandu em condições de monocultivo e consorciados com sorgo e capim Massai em dois ciclos de avaliações

Variáveis	Guandu (G)	Sorgo (S)		Massai (M)		<sup>1</sup> EPM	P – valor			
		Com	Sem	Com	Sem		G	SxG	MxG	SxMxG
<b>Primeiro ciclo</b>										
Altura (cm)	140,07	117,26	162,88	123,25	156,89	7,01	<0,0001	0,0317	0,1044	0,9250
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	10016	3375	16658	7372	12661	1286	<0,0001	0,0003	0,0923	0,5580
%MS	33,52	31,09	35,95	35,01	32,03	0,81	<0,0001	0,4997	0,2141	0,6683
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	3544	1100	5988	2787	4301	495	<0,0001	0,0004	0,2052	0,7598
Composição Botânica (%)	49,26	15,38	83,15	36,29	62,24	2,42	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,1890
F:C	0,82	0,92	0,72	0,96	0,68	0,041	<0,0001	0,0448	0,0086	0,4188
<b>Segundo ciclo</b>										
Altura (cm)	79,64	62,99	96,29	60,49	98,79	4,53	<0,0001	0,0079	0,0030	0,2704
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	4220	0,00	6652	0,00	7521	396,71	-	<0,0001	<0,0001	-
%MS	38,70	0,00	34,75	0,00	37,33	0,84	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	1633	0,00	2502	0,00	2901	143,26	<0,0001	0,0001	<0,0001	-
Composição Botânica (%)	34,84	9,88	59,81	9,81	59,88	1,42	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

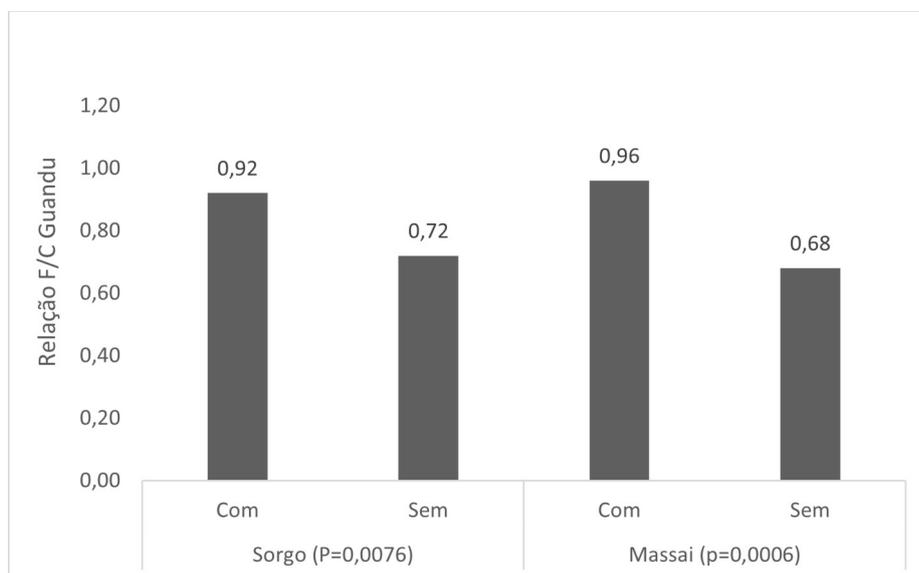
<sup>1</sup>EPM: erro padrão da média.

Verificou-se que a composição botânica do feijão guandu, no primeiro ciclo, foi 81,50% menor no consórcio com a presença do sorgo em comparação ao monocultivo do feijão guandu e de 41,69% no consórcio com a presença do capim Massai (Figura 8).



**Figura 8.** Composição botânica (%) do feijão guandu sob influência do consórcio com sorgo ou capim Massai no primeiro ciclo de avaliação

Observou-se (Figura 9) que a F:C do feijão guandu sofreu influência pelo consórcio com o sorgo, onde foi constatado um incremento de 27,78% da relação F:C do feijão guandu, quando esta foi comparada a F:C do feijão guandu solteiro. No entanto, quando o consórcio foi do guandu com o Massai o incremento na F:C foi maior, sendo observado um aumento de 41,18% da F:C do feijão guandu em comparação ao tratamento do guandu em cultivo único (Figura 9).



**Figura 9.** Relação folha:colmo (F:C) do feijão guandu sob influência do consórcio com sorgo ou capim Massai no primeiro ciclo de avaliação.

### **2.3.4 Produtividade da biomassa oriunda de consórcio sorgo, feijão guandu e capim Massai**

Houve interação ( $P < 0,05$ ) para as variáveis produtividade de biomassa natural total (PBN), teor de matéria seca total (%MS), produtividade de biomassa seca total (PBS) e relação folha:colmo (F/C) total dos sistemas de produção em monocultivo e consorciados com sorgo forrageiro, feijão guandu e capim Massai em ambos os ciclos de cultivo, com exceção ( $p > 0,05$ ) para produtividades de biomassa seca total no primeiro ciclo (Tabela 15).

Entretanto, ao estabelecer o desdobramento da interação tripla (Tabela 16), observou-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a produtividade total de biomassa natural (PBN) no primeiro ciclo entre os diferentes sistemas de consórcio.

Verificou-se que o consórcio triplo do sorgo, guandu e Massai foi superior na produtividade total de matéria natural, em 104% com relação ao guandu solteiro, em 29,15% com relação ao sorgo solteiro e em 28,36% comparado ao capim Massai (Tabela 17).

**Tabela 15.** Produtividade de biomassa natural total (PBN), teor de matéria seca total (%MS), produtividades de biomassa seca total (PBS) e relação folha:colmo (F:C) total dos sistemas de produção em monocultivo e consorciados com sorgo forrageiro, feijão guandu e capim Massai em dois ciclos de avaliações

Variáveis	Sorgo (S)		Massai (M)		Guandu (G)		<sup>1</sup> EPM	P – valor						
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem		S	M	G	SxM	SxG	MxG	SxMxG
<b>Primeiro ciclo</b>														
PBN (kg.ha <sup>-1</sup> )	27229	16142	25795	17576	22326	21045	2607	0,0013	0,0120	0,6714	0,2594	0,0793	0,0412	0,00229
% MS	31,10	24,74	31,14	24,70	33,19	22,65	0,70	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PBS (kg.ha <sup>-1</sup> )	8884	5329	8319	5894	7669	6544	986	0,0038	0,0372	0,3129	0,2875	0,0770	0,1292	0,0591
F:C	1,46	1,46	2,43	0,49	1,85	1,06	0,088	0,9954	<0,0001	<0,0001	0,0011	0,0066	0,1340	0,0030
<b>Segundo ciclo</b>														
PBN (kg.ha <sup>-1</sup> )	19921	9866	17501	12287	16301	13488	674	<0,0001	<0,0001	0,0108	0,0023	0,5798	0,0003	0,0003
% MS	32,51	25,13	31,02	26,61	34,00	23,63	0,75	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PBS (kg.ha <sup>-1</sup> )	6731	3263	5438	4556	5499	4495	250	<0,0001	0,0223	0,0106	0,0010	0,7248	0,0004	0,0002

<sup>1</sup>EPM: erro padrão médio.

**Tabela 16.** Médias das produtividades de biomassa natural total (PBN), em kg.ha<sup>-1</sup>, dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no primeiro ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
Com	Com	27.921	31.300	0,5683
	Sem	22.314	27.379	0,3948
	P-valor Massai	0,3471	0,5084	-
Sem	Com	18.457	25.500	0,2406
	Sem	20.610	0,00	0,0039
	P-valor Massai	0,7369	0,0003	-
P-valor Sor- go	Com	0,1198	0,3311	-
	Sem	0,7902	0,0001	-

**Tabela 17.** Médias das produtividades de matéria natural total (PMN), em kg.ha<sup>-1</sup>, dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no segundo ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
Com	Com	22.436	19.100	0,0854
	Sem	20.778	17.372	0,1464
	P-valor Massai	0,3777	0,4512	-
Sem	Com	10.989	17.479	0,0023
	Sem	11.000	0,00	<0,0001
	P-valor Massai	0,9955	<0,0001	-
P-valor Sorgo	Com	<0,0001	0,3879	-
	Sem	0,0001	<0,0001	-

Por outro lado, a presença do feijão guandu na associação com capim Massai foi superior em 20,41% no teor de MS total da biomassa em relação ao capim Massai em monocultivo.

No segundo ciclo (Tabela 19) foi possível observar que a MS total do consórcio triplo foi inferior em 12,06% com relação ao tratamento sorgo com guandu e em 19,02% com relação ao guandu solteiro. Da mesma forma, verificou-se redução de 20,06% da porcentagem de

MS total da biomassa do consórcio feijão guandu + capim Massai, quando comparado ao tratamento do guandu em monocultivo.

**Tabela 18.** Médias das porcentagens de matéria seca (%MS) total dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no primeiro ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
Com	Com	31,23	28,33	0,1551
	Sem	32,08	32,78	0,7254
	<i>P</i> -valor Massai	0,6699	0,0343	-
Sem	Com	35,50	29,50	0,0061
	Sem	33,95	0,00	<0,0001
	<i>P</i> -valor Massai	0,4393	<0,0001	-
<i>P</i> -valor Sor-go	Com	0,0413	0,5565	-

**Tabela 19.** Médias dos teores de matéria seca (% MS) total dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no segundo ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
Com	Com	31,20	30,90	0,8692
	Sem	35,48	32,45	0,1081
	<i>P</i> -valor Massai	0,0275	0,3990	-
Sem	Com	30,80	31,18	0,8369
	Sem	38,53	0,00	<0,0001
	<i>P</i> -valor Massai	0,0008	<0,0001	-
<i>P</i> -valor Sor-go	Com	0,8262	0,8800	1. -

Observou-se na que a produtividade de matéria seca total, no primeiro ciclo, apresentou maiores valores quando presente o sorgo (8.884 kg.ha<sup>-1</sup>) e o capim Massai (8.319 kg.ha<sup>-1</sup>) no sistema forrageiro (Tabela 15).

Foi observado interação (p=0,008) da produtividade de biomassa MS total, no segundo ciclo (Tabela 26), entre os tratamentos; consórcio capim Massai com feijão guandu (3.380 kg.ha<sup>-1</sup>) e capim Massai monocultivo (5.395 kg.ha<sup>-1</sup>), significando uma produção 37,35% inferior da PBS do sistema Massai x feijão guandu em comparação ao capim Massai solteiro.

**Tabela 20.** Médias das produtividades de matéria seca (PMS) total dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no segundo ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	6.984	5.992	0,1613
Com	Sem	7.356	6.593	0,3127
	P-valor Massai	0,5913	0,4235	-
	Com	3.380	5.395	0,0080
Sem	Sem	4.276	0,00	<0,0001
	P-valor Massai	0,2380	<0,0001	-
P-valor Sor- go	Com	<,0001	0.3914	-
	Sem	0,0005	<0,0001	-

Observou-se efeito na relação folha:colmo total dos sistemas consorciados: sorgo + Massai (p=0,0011), sorgo + guandu (p=0,0066) e sorgo + Massai + guandu (p=0,0030). A relação F:C total dos sistemas forrageiros avaliados foi maior no consórcio feijão guandu com capim Massai (3,36) e o menor valor foi observado no monocultivo do sorgo (0,33). A F:C da combinação tripla das espécies (2,41) foi superior ao consórcio sorgo guandu (1,01) e ao Massai solteiro (1,84), com diferença significativa (p<0,05). Não foi observado significância na F:C do tratamento triplo e o consórcio sorgo mais Massai (P=0,0861), assim como, entre o consórcio sorgo com Massai e Massai em monocultivo (P=0,0696) (Tabela 21).

**Tabela 21.** Médias da relação folha:colmo (F:C) total dos sistemas de produção consorciados com sorgo, feijão guandu e capim Massai no primeiro ciclo de avaliação

Sorgo	Massai	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	2,41	2,08	0,0861
Com	Sem	1,01	0,33	0,0008
	<i>P</i> -valor Massai	<0,0001	<0,0001	-
	Com	3,36	1,84	<0,0001
Sem	Sem	0,62	0,00	0,0019
	<i>P</i> -valor Massai	<0,0001	<0,0001	-
<i>P</i> -valor Sor- go	Com	0,0005	0,1744	-
	Sem	0,0328	0,0696	-

## 2.4 DISCUSSÕES

### 2.4.1 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do sorgo forrageiro

Altura média das plantas de sorgo no primeiro e no segundo ciclo de avaliações (Tabela 2) evidenciaram não haver efeito das demais culturas consorciadas (feijão guandu e capim Massai) na altura do sorgo, mesmo quando ele foi implantado no consórcio triplo. Esse resultado mostra que os sistemas de consórcios testados não afetam a altura do sorgo devido a sua maior capacidade competitiva. Resultados semelhantes foram encontrados por Cruz et al. (2020), avaliando as características agrônômicas do sorgo forrageiro em monocultivo e consorciados com capim Marandu e capim Mombaça e/ou feijão guandu, evidenciou não haver diferença na altura do sorgo em monocultivo e nos sistemas de consórcios.

A porcentagem de matéria seca do sorgo nos dois ciclos de produção (Tabela 2) não apresentou diferença significativa nos tratamentos consorciado, exceto o sorgo com capim Massai no segundo ciclo. Mesmo assim os valores ficaram acima de 28% de MS, evidenciando que o cultivo do sorgo em associação com as forrageiras estudadas não interferiu negativamente no teor de MS do sorgo.

Ocorreu redução na produtividade de matéria seca do sorgo quando em consórcio com feijão guandu e/ou capim Massai no primeiro ciclo (Tabela 4). Assim como no primeiro ciclo, a produtividade de sorgo é maior na condição de solteiro. Entretanto, observa-se que no consórcio, na interação sorgo, Massai e guandu, a PMS do sorgo é maior no consórcio com a presença do feijão guandu em relação ao consórcio sem o feijão guandu. (Tabela 4).

Os resultados das médias de produtividade mais elevados de matéria seca obtidos pelo sorgo no primeiro ciclo (Tabela 4) em relação ao segundo ciclo (Tabela 5) ocorrem, possivelmente, devido ao seu maior desenvolvimento inicial, melhor adaptação as condições edafoclimáticas da região e a maior atividade biológica, proporcionadas pelo seu sistema radicular agressivo, volumoso e profundo (PERAZZO et al., 2013), quando comparado com as demais espécies estudadas.

Houve redução de 24,47% da composição botânica do sorgo no consórcio com feijão guandu em comparação ao sorgo monocultivo e uma redução de 41,42% no consórcio com capim Massai no primeiro ciclo de avaliação das forrageiras (Tabela 6). Em relação ao consórcio triplo a redução observada foi de 25,07% quando comparado com a composição botânica do sorgo solteiro, similar a diminuição observada no consórcio do sorgo com o feijão guandu (Tabela 6).

A análise dos dados da composição botânica quanto ao sorgo evidenciou comportamentos semelhantes na comparação do primeiro e segundo ciclo (Tabela 6 e 7). Isso pode ser explicado devido a maior adaptação do sorgo as condições de baixa pluviosidade (ELIAS et al., 2017) em relação as outras espécies avaliadas.

No segundo ciclo, observou-se redução na composição botânica do sorgo no consórcio com capim Massai (59,97%) em relação ao monocultivo de sorgo (Tabela 7). Possivelmente, isso se deve ao forte efeito competitivo que o capim Massai exerce sobre as culturas companheiras, após seu estabelecimento (COUTINHO et al., 2020). Oliveira et al. (2020), avaliando a interferência de plantas daninhas na implantação e rebrota do capim Massai, evidenciou que o Massai impediu a germinação e o estabelecimento das plantas espontâneas pelo domínio do espaço físico.

Observou-se que a composição botânica do sorgo sofreu menor redução (19,75%) quando em consórcio com o feijão guandu no segundo ciclo e no sistema onde foram colocadas as três culturas a composição botânica do sorgo foi 35,57% inferior ao cultivo solteiro (Tabela 7).

Com a avaliação da composição botânica, observou-se que a presença do sorgo quando cultivado em consórcio triplo foi reduzida em 25,07% (Tabela 6) e 35,57% (Tabela 7) no

primeiro e segundo ciclo de produção respectivamente. Já no consórcio com capim Massai a redução foi maior, sendo de 41,42% no primeiro e de 59,97% no segundo ciclo. Esses resultados podem ser convenientes no sentido de que uma terceira forrageira no consórcio do sorgo com capim Massai pode funcionar com uma espécie de controle sobre o capim Massai, impedindo que essa forrageira reduza a proporção de sorgo na biomassa, quando o objetivo principal for a produção de sorgo.

No presente estudo a menor relação F:C total foi encontrada para o sorgo (0,33) (Tabela 2). Tomich *et al.* (2004) avaliando a relação folha/colmo de híbridos de sorgo com capim-sudão, dos 23 híbridos de sorgo avaliados, 21 apresentaram relação folha:colmo menor que 1,0. Colaborando com os dados desse estudo para indicar que este é o comportamento desta espécie.

Em períodos de baixa disponibilidade de água as plantas tendem a reduzir a produção de biomassa da lâmina foliar, priorizando o acúmulo das reservas orgânicas (MARANHÃO *et al.*, 2021), e no caso do sorgo essas reservas são direcionadas ao colmo. Isto pode explicar a baixa relação F:C encontrada para o sorgo no presente experimento.

#### **2.4.2 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do capim Massai**

A altura do capim Massai, no primeiro ciclo, não apresentou diferença ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados. No entanto, no segundo ciclo, a altura do capim Massai foi afetada ( $p=0,0019$ ) quando em consórcio com o feijão guandu, com registro de 11,91% menor, nos valores de altura do capim Massai de 11,91% (Tabela 8).

A altura de planta é um importante indicador da produção forrageira. Essa variável, segundo Cruz *et al.* (2020) pode estar positivamente correlacionada com a produção de matéria fresca e seca da cultura.

Na avaliação da PMS do capim Massai sob a influência do sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo (Tabela 11), constatou-se que a PMS do capim Massai no consórcio triplo teve limitação de 81,18% quando comparada a produtividade do capim Massai monocultivo ( $p<0,0001$ ). De igual forma, a PMS do capim Massai quando em consórcio com o sorgo e do capim Massai consorciado com feijão guandu apresentou queda de 60,32% e 77,20% respectivamente, na comparação com a PMS do capim Massai solteiro ( $p<0,05$ ).

Esses resultados podem estar relacionados a profundidade de semeadura do capim Massai, que assim como o sorgo, é uma gramínea tropical de via fotossintética C4 e apresenta

desenvolvimento inicial mais rápido em comparação às leguminosas (CALVO *et al.*, 2010), no entanto, com a semeadura em maior profundidade pode ter reduzido a competição inicial do capim sobre o sorgo.

Observou-se que a PMS do capim Massai sob a influência do sorgo e/ou feijão guandu (Tabela 12) no segundo ciclo foi afetada pelo consórcio triplo, havendo redução de 54,88% em comparação a PMS do capim Massai monocultivo. Da mesma forma, verificou-se queda da PMS do capim Massai de 50,84% no consórcio com feijão guandu, e de uma menor redução (30,12%) quando o capim Massai foi implantado acompanhado do sorgo, comparado ao tratamento do capim Massai solteiro.

A produtividade de matéria seca do capim Massai foi maior quando consorciado com o sorgo em relação ao consórcio triplo, tanto no primeiro (Tabela 11) quanto no segundo (Tabela 12) ciclo de cultivo. Provavelmente esse comportamento ocorreu devido a menor competição do sorgo em relação as outras espécies associadas e ao menor sombreamento do sorgo sobre o capim Massai em relação ao feijão guandu. Outro fato interessante de ser observado é que a produtividade de matéria seca do capim Massai foi superior no segundo ciclo, isso se deve possivelmente a regularidade de chuvas logo após o primeiro corte (Figura 3), possibilitando o rápido desenvolvimento desta forrageira.

A produtividade de matéria seca do capim Massai no segundo ciclo de avaliação, com idade de corte de 70 dias variou entre 2.434 a 5.395 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 12). Esses resultados ficaram próximos aos relatados por Fernandes *et al.* (2017), 4.426 kg.ha<sup>-1</sup> de MS e por Pompeu *et al.* (2018), 3.182 kg.ha<sup>-1</sup> de MS, ao avaliarem a produção de biomassa seca do capim Massai. Evidenciando que, apesar das condições do presente experimento serem diferentes, os valores da produtividade de matéria seca do capim Massai observados no segundo ciclo de produção podem ser considerados satisfatórios para os tratamentos estudados.

A composição botânica do capim Massai sob a influência do sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo foi fortemente afetada nos sistemas consorciados. Sendo que a maior redução em relação ao monocultivo do capim Massai ocorreu no consórcio triplo (81,20%), seguida pelo consórcio com feijão guandu (66,30%) e pelo consórcio com sorgo (58,57%) (Tabela 13). De outra forma, no segundo ciclo observou-se redução de 40,41% e 22,01% da composição botânica do capim Massai no consórcio com a presença do sorgo e no consórcio com presença do feijão guandu respectivamente (Figura 7).

Sabe-se que, o cultivo de plantas forrageiras em consórcio promove a redução individual das espécies, contudo o consórcio contribui para formar pastagem mais diversificada e de melhor qualidade nutricional (GUIMARÃES *et al.*, 2017) devido a presença de espécies dife-

rente no sistema. A composição botânica também pode afetar a qualidade nutricional da pastagem (SENOUSSI *et al.*, 2020), o que pode influenciar a quantidade e qualidade dos nutrientes que os animais absorvem.

Nos tratamentos onde tinha a presença do capim Massai, observou-se relação folha:colmo superior a 1,0 (Tabela 8), o que indica a contribuição na quantidade de folhas que essa espécie favorece quando em sistemas consorciados. Resultado interessante, pois, dentre os componentes da biomassa total, a lâmina foliar verde é a fração mais relevante no potencial fotossintético das pastagens, além de ser a variável estrutural essencial para o desempenho dos animais em pastejo, sendo a fração com melhor composição nutricional e maior aceitabilidade pelos animais (LOPES *et al.*, 2019). Portanto, plantas com proporção maior de folhas em relação aos colmos tendem a ser mais nutritivas e mais facilmente digeríveis pelos animais.

De igual forma, evidenciou-se que a relação F:C total no consórcio triplo foi superior em 730,3% ao monocultivo de sorgo e em 238,6% e em relação à encontrada no consórcio de sorgo com feijão guandu (Tabela 8). Com isso, pode-se apontar que a inclusão do capim Massai no consórcio com sorgo e/ou feijão guandu poderá ser estratégia interessante para promover o aumento da relação de folhas do sistema forrageiro na primeira colheita ou pastejo das forrageiras.

Sabe-se que o capim Massai apresenta elevada taxa de acúmulo das lâminas foliares (LUNA *et al.*, 2014), principalmente no início do desenvolvimento dessa forrageira e isso pode ter contribuído com o resultado da relação F:C obtido.

### **2.4.3 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do feijão guandu**

Observou-se efeito na altura do feijão guandu quando cultivado com o sorgo, no primeiro e segundo ciclo (Tabela 14). Nota-se redução média de 45,62 cm na altura do feijão guandu no consórcio com o sorgo, significando diminuição de 28% quando em comparação ao monocultivo do feijão guandu.

Já no segundo ciclo a redução na altura do feijão guandu foi proporcionalmente maior (34,58%) em comparação ao feijão guandu sem a cultura do sorgo (Figura 14). Isso ocorreu, possivelmente, devido ao maior crescimento do sorgo, limitando a incidência de luz para as plantas de feijão guandu. Segundo Cruz *et al.* (2020) a competição por luz é um dos fatores que mais interfere no crescimento vegetal, pois limita a principal fonte de absorção de energia dos processos básicos e produção de substância envolvida no crescimento vegetal.

Na avaliação da altura do feijão guandu sob a influência do consórcio com capim Massai no segundo ciclo (Tabela 14) foi evidenciado limitação de 38,77% na altura do feijão guandu no tratamento implantado junto com o capim Massai, comparado ao monocultivo do feijão guandu ( $p=0,0003$ ). Contudo, observou-se que no consórcio triplo (Sorgo, capim Massai e feijão guandu) a altura do feijão guandu não apresentou diferença com relação aos demais tratamentos ( $p>0,05$ ), no primeiro e no segundo ciclo (Tabela 14).

O feijão guandu quando cultivado em consórcio com o sorgo, no primeiro ciclo de produção, expressou PMS 81,63% menor que o monocultivo do feijão guandu (Tabela 14). Já no segundo ciclo, no consórcio triplo, não houve rebrota do feijão guandu. Segundo Cruz *et al.* (2020) a baixa produção do feijão guandu em sistemas consorciados pode estar associado ao desenvolvimento inicial lento dessa forrageira, o que afeta sua busca por água, luz e nutrientes na competição com outras espécies.

Provavelmente em consequência das condições edafoclimáticas do local do experimento e possivelmente da menor tolerância do feijão guandu à competição com as outras espécies, após o primeiro corte das parcelas experimentais, houve baixa rebrota do feijão guandu, comprometendo os resultados da produtividade de matéria seca dos tratamentos com essa espécie no segundo ciclo de avaliação (Tabela 14). O sorgo e o capim Massai pertencem à família das gramíneas, apresentam sistema radicular fasciculado, com maior exploração de solo o que pode ter contribuído para maior eficiência competitiva em relação ao feijão guandu.

Devido, provavelmente, as condições ambientais do local do experimento, após o primeiro corte, não houve rebrota do feijão guandu no tratamento em consórcio triplo, afetando no segundo ciclo a composição botânica dessa espécie (Tabela 14).

Observou-se a maior relação folha:colmo (F:C) do feijão guandu no consórcio com capim Massai (0,96) sendo 29,17% superior ao feijão guandu no cultivo exclusivo (Figura 9). Esse resultado demonstra que o feijão guandu apresentou respostas morfofisiológicas em competição por luz e espaço com o capim Massai na tentativa de evitar o sombreamento causado pela gramínea no início da rebrota. Segundo SOARES *et al.* (2009), em condições de sombreamento, as forrageiras adaptam suas folhas, que passam por mudanças em sua estrutura, tornando-se maiores, mais tenras e estioladas, promovendo com isso alterações na relação folha/colmo (NERES *et al.*, 2012).

#### **2.4.4 Produtividade da biomassa oriunda das alternativas de consórcio sorgo, feijão guandu e capim Massai**

O sistema com consórcio duplo (sorgo e capim Massai), no primeiro ciclo apresentou a maior produtividade de biomassa natural total, com 31.000 kg ha<sup>-1</sup>, embora não diferiu estatisticamente da PBN (27.921 kg ha<sup>-1</sup>) do tratamento triplo, com sorgo, Massai e guandu (Tabela 16). Mesmo que a produtividade de biomassa total dos tratamentos consorciados não foi significativamente superior aos monocultivo, é importante salientar que a forragem produzida no consórcio, principalmente com a presença do guandu, tende a ter qualidade nutricional melhor que a proveniente do monocultivo (SILVA *et al.*, 2018).

No segundo ciclo, no consórcio triplo (sorgo, Massai, guandu), a produtividade da biomassa total de matéria seca foi de 6.984 kg.ha<sup>-1</sup>. Entretanto, sem o sorgo do sistema, a maior produtividade de matéria seca da biomassa total (5.395 kg.ha<sup>-1</sup>), foi com o capim Massai de forma exclusiva (Tabela 20).

Observou-se no segundo ciclo, destaques de produção de matéria seca total nos consórcios envolvendo a presença do sorgo (Tabela 20), caracterizando a superioridade desta graminéa na cobertura do solo em ambiente semiárido. A maior PBS (7.356 kg.ha<sup>-1</sup>), foi evidenciada no consórcio do sorgo com feijão guandu, sendo 41,87% superior ao monocultivo do feijão guandu.

Mesmo com a baixa produtividade de biomassa natural e de matéria seca observada nos dois ciclos para o sorgo e o feijão guandu, esses resultados são muito importantes, pois demonstram a capacidade do sorgo, do capim Massai e do feijão guandu em produzirem forragem mesmo em períodos de pouca chuva. Demonstrando a viabilidade do uso dessas forrageiras em sistemas consorciados no semiárido.

É possível que a baixa produtividade de biomassa total obtida pelas forrageiras no presente estudo, nos sistemas consorciados e no cultivo isolado, se deva ao fato das culturas terem, no início do estabelecimento e no final do ciclo de cultivo, enfrentado período de pouca disponibilidade de chuvas no local de estudo (Figura 3), o que prejudicou o desenvolvimento das culturas e, conseqüentemente, a produção.

As vantagens do cultivo consorciado do sorgo, capim Massai e feijão guandu com o objetivo de produção de forragem de melhor qualidade, podem ser comprovadas pela obtenção de valores superiores de relação folha:colmo (F:C) total no consórcio triplo, em relação ao monocultivo do sorgo, do capim Massai e do feijão guandu (Tabela 21).

Ao avaliar a produtividade de espécies forrageiras, é importante considerar tanto a composição botânica quanto a relação folha:colmo. Um sistema forrageiro com alta proporção de espécies produtivas e com proporção maior de folhas em relação aos colmos tende a ser

mais produtiva e nutritiva para os animais do que um sistema com única espécie de gramínea e com proporção maior de colmos em relação às folhas.

Portanto, os resultados da composição botânica e da relação folha:colmo são importantes indicativos para explicar os resultados de produtividades de espécies forrageiras, tendo em consideração que a quantidade e qualidade dos nutrientes presentes nas plantas forrageiras são influenciados por esses fatores.

Em geral, as folhas são a parte da planta que possui maior digestibilidade, teor de proteína e energia, sendo, portanto, mais desejáveis para a alimentação animal. Dessa forma, quanto maior a proporção de folhas em relação aos colmos, maior será a qualidade nutricional da forragem (SIMIONI *et al.*, 2014). Por outro lado, a produção de matéria seca está relacionada principalmente à quantidade de colmos presentes na planta, uma vez que essa é a parte que mais contribui para a biomassa total.

## **2.5 CONCLUSÕES**

Os sistemas consorciados não alteram a altura das plantas de sorgo forrageiro devido sua maior capacidade competitiva em relação as demais forrageiras.

A competição entre as espécies forrageiras associadas afeta a produtividade de matéria natural e de matéria seca individual das espécies. Mas o uso do sorgo, feijão guandu e capim Massai contribui para o incremento da produtividade total e a diversificação de espécies do sistema forrageiro.

A relação folha/colmo do consórcio com a presença do capim Massai se mostra superior e pode melhorar a composição nutricional da pastagem.

## 2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official Method of Analysis**. 16th Edition. Washington DC. 2002.

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu anão, milheto e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 77-86, 2010. Doi: 10.1590/S0006-87052010000100011.

CARVALHO, W. F.; MOREIRA, A. L.; MOURA, R. L.; SOUSA, K. R. F. Desempenho de bovinos e rendimento de forragem em pastagens consorciadas no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 270, v.11, n. 05, p. 3666-3672, 2014. <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Artigo-270.pdf>

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999, 359 p.

COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO, M. S. DE S.; EDVAN, R. L.; BEZERRA, L. R.; FERREIRA, R. R.; ARAÚJO, M. J. DE; BIAGIOTTI, D.; NETO, A. F. L. Crescimento e produção do capim massai sob déficit hídrico. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 35690-35700, 2020. Doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-200>

CRUZ, N. T.; PIRES, A. J. V.; FRIES, D. D.; JARDIM, R. R.; SOUSA, B. M. L.; DIAS, D. L. S.; BONOMO, P.; RAMOS, B. L. P.; SACRAMENTO, M. R. S. V. Fatores que afetam as características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021. Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16180>

CRUZ, S. S.; ANDREOTTI, M.; PASCOALOTO, I. M.; LIMA, G. C.; SOARES, C. A. Production in forage sorghum intercropped with grasses and pigeon pea at crop cutting. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, p. 1-10, 2020. Doi: 10.5935/1806-6690.20200031

ELIAS, O. F. A. S.; LEITE, M. L. M. V.; AZEVEDO, J. M.; SILVA, J. P. S. S.; NASCIMENTO, G. F.; SIMPLICIO, J. B. Características agronômicas de cultivares de sorgo em sistema de plantio direto no Semiárido de Pernambuco. **Ciência Agrícola**, v. 14, p. 29, 2017. Doi: <https://doi.org/10.28998/rca.v14i1.2318>

FERNANDES, L. S.; DIFANTE, G. S.; MONTAGNER, D. B.; EMERENCIANO NETO, J. V.; ARAÚJO, I. M. M.; CAMPOS, N. R. F. Structure of Massai grass pasture grazed on by sheep supplemented in the dry season. **Grassland Science**, v.13, p.1-7, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1111/grs.12165>

FERREIRA J. J. Estágio de maturação do milho e do sorgo o ideal para ensilagem. In: CRUZ, J. C. et al. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 2001, p.405-428.

FERREIRA, V. O.; SILVA, M. M. O Clima da Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais: Subsídios para a Gestão de Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 02, p. 302-319, 2012. Doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v5.2.p302-319>.

FONTINELE, R. G.; ARAÚJO, R. A.; CÂNDIDO, M. J. D.; ROGÉRIO, M. C. P.; COSTA, C. S.; SOUZA, H. A.; FURTADO, R. N.; POMPEU, R. C. F. F. Gas exchanges, chemical composition and productive characteristics of tropical grasses deferred I: cultivars BRS Massai and BRS Tamani. **Rev. Brás. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.23, p. 01-18, 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-9940202220200062>

GALVÃO, J. R.; FERNANDES, A. R.; SIVA, V. F. A.; PINHEIRO, D. P.; MELO, N. C. Adubação potássica em híbridos de sorgo forrageiro cultivados em sistemas de manejo do solo na Amazônia oriental. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.28, n. 4, p.70-79, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n408rc>

GUIMARÃES, F. S.; CIAPPINA, A. L.; ANJOS, R. A. R.; SILVA, A.; PELÁ, A. Consórcio guandu-milho-braquiária para integração lavoura pecuária. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, Suplemento 1, p. 22-27, 2017. Doi: <https://doi.org/10.32404/re-an.v4i5.2218>

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; EMERENCIANO NETO, J. V.; SOUZA, J. S.; VERAS, E. L. L.; COSTA, A. B. G.; CARVALHO NETTO, R. T.; FERNANDES, L. S.; CUNHA, J. C.; ROBERTO, F. F. S. Estrutura do pasto e desempenho de ovinos em capim-Massai na época seca em resposta ao manejo do período das águas. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 74, n. 2, p. 106-115, 2017. Doi: <https://doi.org/10.17523/bia.v74n2p106>

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Dados climáticos da estação meteorológica de Almenara – MG. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em 07 out. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Sistema Internacional de Unidades: SI**. 1ª Edição Brasileira da 8ª Edição do BIPM, Duque de Caxias, RJ: INMETRO/CICMA/SEPIN, 2012. 94 p.

LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J.D.; POMPEU, R. C.F.F.; SILVA, R. G.; CARNEIRO, M. S.S.; MORAIS NETO, L. B.; PEIXOTO, M. J.A.; CARVALHO, T. C.F. Biomass components and structure of Massai grass fertilized with nitrogen and grazed by sheep. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 4, p. 1411-1420, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10051>

LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; CARVALHO, T. C. F.; SOMBRA, W. A.; MORAIS NETO, L. B.; PEIXOTO, M. J. A. Escoamento de biomassa em capim-Massai adubado com nitrogênio sob lotação intermitente com ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 1, p. 13-21, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000100003>.

LUNA, A. A.; DIFANTE, G. S.; MONTAGNER, D. B.; EMERENCIANO NETO, J. V.; ARAÚJO, I. M. M.; OLIVEIRA, L. E. C. Características morfogênicas e acúmulo de forragem de gramíneas forrageiras, sob rebrota. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1803-1810, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22260>

MARANHÃO, S. R.; POMPEU, R. C. F. F.; ARAÚJO, R. A.; LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J.D.; SOUZA, H. A.; CAVALCANTE, A. C. R.; FONTINELE, R. G.; ROGÉRIO, M. C. P. Morphophysiology of tropical grasses under diferente water supply in two growing seasons: II. BRS Massai and BRS Tamani grasses. **Semina: Ciênc. Agrár.** Londrina, v. 42, n. 1, p. 301-318, 2021. doi: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n1p301>

NAKAO, A. H; ANDREOTTI, M.; MODESTO, V. C.; PASCOALOTO, I. M.; SOARES, D. A. Produtividade de fitomassa de rebrotas de sorgo em consórcio com capim-paiaguás.

**Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 1, p. 133 – 147, 2019. Doi: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v18n1p133-147>

NERES, M. A., CASTAGNARA, D. D., SILVA, F. B., OLIVEIRA, P. S. R. de., MESQUITA, E. E., BERNARDI, T. C., GUARIANTI, A. J., & VOGT, A. S. L. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, n. 42, v. 5, p. 862–869, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000500017>

OLIVEIRA, G. S. de, SOUSA, G. D. de, PEREIRA, L. S., COSTA, E. M., SILVA, J. N., & JAKELAITIS, A. Interferência de plantas daninhas na implantação e rebrota de pastagem de *Panicum maximum* cv. Massai. **Agrarian**, v. 13, n. 48, p. 178–186, 2020. Doi: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i48.9599>

PEQUENO, D. N. L. Intensidade como condicionante da estrutura do dossel e da assimilação de carbono de pastos de capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. Cv Xaraés sob lotação contínua. 75f. (**Dissertação Mestrado em Agronomia**), Programa de Pós-graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz!” Esalq, 2010.

PERAZZO, A. F., SANTOS, E. M., PINHO, R. M. A., CAMPOS, F. S., RAMOS, J. P. de F., AQUINO, M. M. de., SILVA, T. C. da., & BEZERRA, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, 43(10), 1771–1776, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001000007>

PÉREZ, E. L.; VILLAFUERTE, S. G. E.; VELASCO H. L.; NAZAR, P. M, SESMA B. R.; SOLÍS, G. O. E.; GUMETA, S. A. E. Rendimiento y composición química de U. Brizantha, C. Cajan y S. Bicolor en un sistema integrado de producción en Chiapas, México. In book: **Experiencias para lograr la soberanía alimentaria y sustentabilidad**. Chiapas, México, Universidad Autónoma de Chiapas, 2020, p.13-26. Disponível em: [https://www.cicav.unach.mx/images/CICAV\\_2020.pdf](https://www.cicav.unach.mx/images/CICAV_2020.pdf)

POMPEU, R. C. F. F.; FONTENELE, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; SANTOS, F. G. R. dos; SOUZA, H. A. de; GUEDES, F. L.; CAVALCANTE, A. C. R.; ROGERIO, M. C. P.; TONUCCI, R. G.; MARANHÃO, S. R.; SANTOS NETO, C. F. dos. Estrutura e composição químico-bromatológica do cultivar BRS Massai sob épocas de vedação e idades de utilização. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos. **Comunicado Técnico**, 172, 2018. 14p. Disponível: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190210/1/CNPC-2018-Cot172.pdf>

POMPEU, R. C. F. F.; SOUZA, H. A. de.; GUEDES, F. L. **Opções e estabelecimento de plantas forrageiras cultivadas para o Semiárido Brasileiro**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2015. 18 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1019371/1/CNPC2015Opcoeseestabelecimento.pdf>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT version 9.2. SAS Institute Inc. 2010.

SENOUSSI, A.; SCHADT, I.; HIOUN, S.; CHENCHOUNI, H.; SAOUDI, Z.; AISSAOUI ZITOUN-HAMAMA, O.; ZIDOUNE, M. N.; CARPINO, S.; RAPISARDA, T. Botanical composition and aroma compounds of semi-arid pastures in Algeria. **Grass and Forage Science**, v. 76, n. 2, p. 282-299, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1111/gfs.12510>

SILVA, A. da; SANTOS, F. L. de S.; BARRETTO, V. C. de M.; FREITAS, R. J. de; KLUTHCOUSKI, J. Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, *Urochloa briantha* cv. Marandu e guandu. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 2, p. 39-47, 2018. Doi: <https://doi.org/10.32404/rean.v5i2.1382>

SIMIONI, T. A.; HOFFMANN, A.; GOMES, F. J.; MOUSQUER, C. J.; TEIXEIRA, U. H. G.; FERNANDES, G. A.; BOTINI, L. A.; PAULA, D. C. de. Senescência, remoção, translocação de nutrientes e valor nutritivo em gramíneas tropicais. **Pubvet**, v. 8, n. 13, 2015. Doi: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v8n13.1743>.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R., ADAMI, P. F., VARELLA, A. C., FONSECA, L., & MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 443-451, 2009. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000300007>

TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352004000200017>

VALENTE, B. S. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; CUTRIM JUNIOR, J. A. A.; PEREIRA, E. S.; BOMFIM, M. A. D.; FEITOSA, J. V. Composição químico-bromatológica, digestibilidade e degradação in situ da dieta de ovinos em capim-tanzânia sob três frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 113-120, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100015>

WRUCK, F. J.; PEDREIRA, B. C.; OLIVEIRA JÚNIOR<sup>1</sup>, O. L.; NETO, A. B.; DOMICIANO, L. F. **Integração lavoura-pecuária: consórcios forrageiros na entressafra**. In: Anuário de Pesquisas Agricultura – Resultados 2020, Rio Verde, GO: Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO, V. 3, 2020, p. 25-34.

## CAPÍTULO 3

### CAPÍTULO III

#### **SORGO FORRAGEIRO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO COM CAPIM PAIAGUÁS E FEIJÃO GUANDU NO SEMIÁRIDO**

**Resumo** – O uso de técnicas que objetivam o aumento da produção e que sejam mais tolerantes a fatores abióticos e menos agressivas aos recursos naturais é fundamental para minimizar os impactos adversos enfrentados. Objetivou-se avaliar o potencial produtivo do sorgo forrageiro em sistema integrado com feijão guandu e capim Paiaguás, assim como a composição botânica em sistemas consorciados e em cultivo solteiro em condições semiáridas em dois ciclos de estudos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x2, sendo duas formas de cultivo (consorciado e monocultivo), com quatro repetições, os ciclos foram analisados de forma independentes. Os tratamentos foram constituídos de sete sistemas forrageiros: sorgo em monocultivo; capim Paiaguás em monocultivo; feijão guandu em monocultivo; sorgo consorciado com o capim Paiaguás; sorgo consorciado com o feijão guandu; feijão guandu consorciado com o capim Paiaguás; e sorgo consorciado com o capim Paiaguás e feijão guandu. As avaliações foram realizadas em dois ciclos de produção, a primeira com 120 dias pós plantio e a segunda com 70 dias após a colheita do primeiro ciclo. Nos dois períodos estudados, foram avaliadas a altura de plantas, produtividade de matéria natural, produtividade de matéria seca, composição botânica e relação folha:colmo. Os resultados da altura de plantas de sorgo no primeiro e no segundo ciclo evidenciaram não haver efeito das demais culturas consorciadas (feijão guandu e capim Paiaguás) na altura do sorgo, mesmo no consórcio triplo. Ocorre aumento da produtividade de MS do sorgo quando em consórcio triplo com feijão guandu e capim Paiaguás no primeiro ciclo. A composição botânica das espécies individuais foi reduzida quando cultivadas em consórcio, no entanto, o sistema consorciado promoveu o incremento na diversidade forrageira nos tratamentos com as espécies integradas. O sistema de consórcio triplo (sorgo, Paiaguás, guandu) promove redução individual da produtividade de matéria seca das espécies envolvidas, mas possibilita o aumento da produtividade total de matéria seca do sistema consorciado.

**Palavras-chave:** *Brachiaria*, *Cajanus cajan*, *Sorghum bicolor*, rendimento forrageiro.

## CHAPTER III

### EVALUATION OF FORAGE SORGHUM IN INTEGRATION SYSTEM WITH PAIAGUÁS GRASS AND GUANDU BEAN IN THE SEMI-ARID REGION

**Abstract:** The use of techniques aimed at increasing production while being more tolerant to abiotic factors and less aggressive towards natural resources is essential to minimize adverse impacts faced. The objective of this study was to evaluate the productive potential of forage sorghum in an integrated system with pigeon pea and Paiaguás grass, as well as the botanical composition in intercropped systems and sole cropping under semi-arid conditions in two study cycles. The experimental design used was randomized blocks, in a 2x2x2 factorial scheme, with two cultivation methods (intercropping and monoculture) and four replications. The cycles were analyzed independently. The treatments consisted of seven forage systems: sorghum in monoculture; Paiaguás grass in monoculture; pigeon pea in monoculture; sorghum intercropped with Paiaguás grass; sorghum intercropped with pigeon pea; pigeon pea intercropped with Paiaguás grass; and sorghum intercropped with Paiaguás grass and pigeon pea. The evaluations were carried out in two production cycles, the first at 120 days post-planting and the second at 70 days after the harvest of the first cycle. In both study periods, plant height, natural matter productivity, dry matter productivity, botanical composition, and leaf-to-stem ratio were evaluated. The results of sorghum plant height in the first and second cycles showed that there was no effect of the other intercropped crops (pigeon pea and Paiaguás grass) on sorghum height, even in the triple intercropping. The dry matter productivity of sorghum increased when intercropped with pigeon pea and Paiaguás grass in the first cycle. The botanical composition of individual species was reduced when grown in intercropped systems. However, the intercropped system promoted an increase in forage diversity in the treatments with integrated species. The triple intercropping system (sorghum, Paiaguás grass, pigeon pea) individually reduced the dry matter productivity of the involved species but allowed for an overall increase in the total dry matter productivity of the intercropped system.

**Key words:** *Brachiaria*, *Cajanus cajan*, *Sorghum bicolor*, forage yield.

### 3.1 INTRODUÇÃO

São diversos os fatores que comumente impactam nas atividades agrícolas, como fatores climáticos, períodos prolongados de secas, fertilidade do solo, erosão e degradação das camadas superficial do solo. Nessa perspectiva, o uso de técnicas que objetiva o aumento da produção e que sejam mais tolerantes a fatores abióticos e menos agressivas aos recursos naturais é fundamental para minimizar os impactos adversos enfrentados.

Entre essas técnicas, destaca-se o Sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP), que consiste em uma estratégia de produção no qual alterna na mesma área, o cultivo de pastagens anuais ou perenes e culturas destinadas à produção vegetal, como grãos (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2009).

Uma série de vantagens, tais como a manutenção e melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, promove o aumento da produção, restauração de pastagens degradadas e mitiga as emissões de gases de efeito estufa (CORTNER *et al.* 2019). Além disso, estudos tem apontado que quando as gramíneas são consorciadas no mesmo ciclo de uma cultura de grãos, há maior aporte de biomassa e, conseqüentemente, maior reciclagem de nutrientes no sistema de produção (OLIVEIRA *et al.*, 2022).

Para obtenção de produtividades adequadas, com equilíbrio entre qualidade e produtividade de forragem, é necessário a escolha de forrageiras mais adaptadas as condições edafoclimáticas da região (MUNIZ *et al.*,2022). O capim Paiaguás apresenta potencial na integração lavoura pecuária e pode ser uma alternativa de alimentação de qualidade a ser oferecida aos animais no período de estiagem.

Uma alternativa para enriquecer o sistema forrageiro com Nitrogênio é por meio da fixação biológica, com utilização de leguminosas em consórcio com gramíneas, tendo como destaque o feijão guandu (*Cajanus cajan*), que tem a capacidade de produzir quantidades expressivas de biomassa com altas concentrações de N (CAVALCANTI *et al.*, 2021). Em trabalho realizado por Rezende et al (2022), com avaliação do consórcio de capim Paiaguás com feijão guandu, evidenciou que a utilização do feijão guandu em consórcio com capim Paiaguás proporciona maior produção de matéria seca (MS) do Paiaguás quando comparado ao monocultivo desse capim.

O sorgo forrageiro vem tendo sua produção expandida no Brasil, principalmente em regiões com déficit hídrico, podendo ser alternativa ao milho na produção de silagem (VICENTE *et al.*, 2023). Apesar da crescente utilização do sorgo na produção de silagem, sua qualidade nutricional é um pouco menor que a silagem de milho, embora com menor custo

(REZENDE *et al.*, 2016). A qualidade nutricional da silagem pode ser melhorada pelo consórcio com leguminosas e gramíneas. Essas espécies consorciadas com sorgo podem fornecer pastagem com melhor qualidade de composição botânica após o corte para silagem (VICENTE *et al.*, 2023).

Segundo Martuscello *et al.* (2017) a escolha adequada das plantas forrageiras é crucial para o sucesso da Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Portanto, é necessário realizar avaliações para determinar quais forrageiras devem ser cultivadas nesse sistema. Desta forma, o entendimento sobre o potencial produtivo e a composição botânica proporciona mais conhecimento sobre o comportamento de sistemas forrageiros integrados e uma melhor ação nos elementos envolvidos no manejo das forrageiras, a fim de garantir maior eficiência ao sistema.

Objetivou-se, portanto, avaliar o potencial produtivo do sorgo forrageiro em sistema integrado com feijão guandu e capim Paiaguás, assim como a composição botânica e relação folha:colmo destas forrageiras tropicais submetidas ao clima do Semiárido.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Características gerais

O presente estudo foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, *Campus* Almenara, localizado no município de Almenara-MG, no período de novembro de 2020 a maio de 2021. A área está a uma altitude média de 230 metros, na latitude 16°13'58" sul e longitude oeste de 40°44'28" (Figura 10).

Segundo a classificação climática de Köpper Geiger, o clima da região é classificado como tropical estacional (Aw), temperatura média de 25.1 °C, as chuvas são concentradas no verão, nos meses de novembro a março, com o índice pluviométrico entre 550 e 725 mm, inverno seco e período de seis a sete meses de estiagem (FERREIRA & SILVA, 2012).

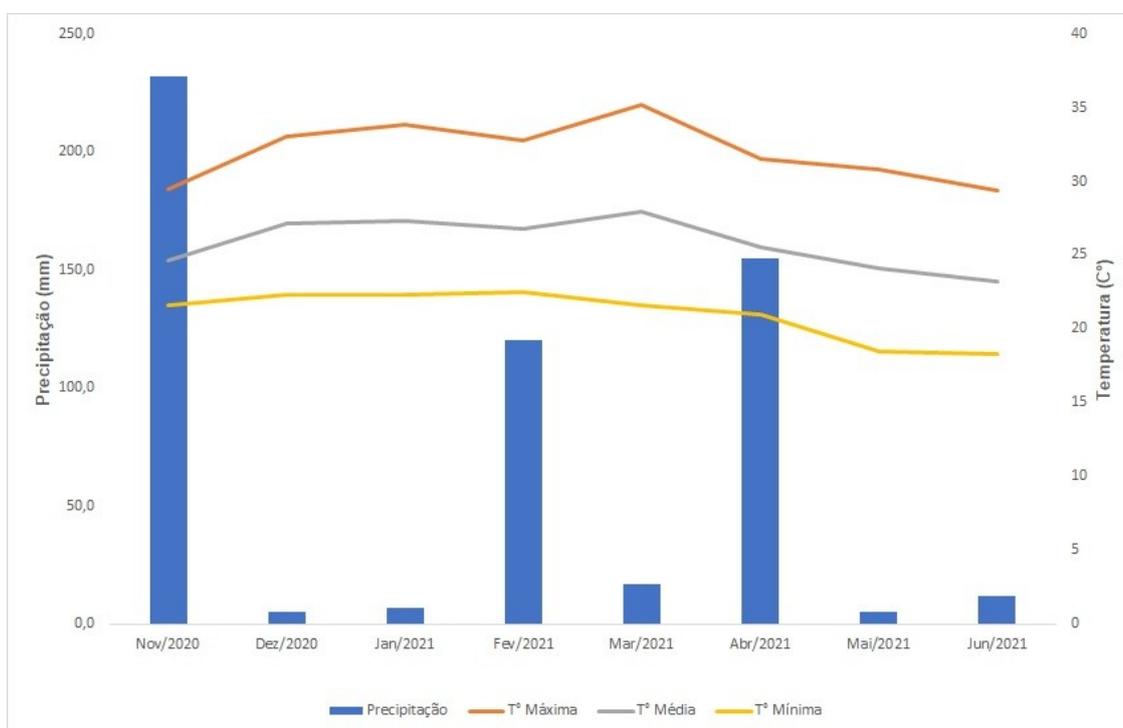


**Figura 10.** Localização da área de implantação experimental no IFNMG – *Campus* Almenara. Fonte: Google Earth, 2022.

Durante toda condução do experimento, os dados de precipitação e temperatura foram monitorados diariamente. As informações sobre precipitação durante o período experimental foram coletadas por meio da instalação de um pluviômetro, com escala 0 a 150 mm, na área do experimento. Os dados sobre temperatura foram coletados e acompanhados por meio do

Instituto Nacional de Meteorologia. No decorrer do período experimental a precipitação acumulada foi de 541 mm e a temperatura média foi de 26.2 °C. As informações sobre precipitação e temperatura durante o período experimental estão descritas na figura 11.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, conforme Santos *et al.* (2018), está inserido em um relevo ondulado. O solo da zona experimental tem as suas características apresentadas conforme resultados dispostos na Tabela 22.



**Figura 11.** Precipitação pluvial mensal e temperatura máxima, mínima e média durante o período experimental. Fonte: INMET/próprio autor.

### 3.2.2 Implantação e condução dos sistemas forrageiros

Em agosto de 2020, antes da instalação do experimento foram coletadas amostras do solo para determinação das características físico-química do solo da área experimental, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, com 2 repetições, sendo que cada amostra foi composta por cinco amostras simples, as quais foram realizadas no Laboratório de Solos, na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Norte de Minas, conforme resultados apresentados na Tabela 22.

**Tabela 22.** Análise química do solo da área experimental

Prof.	PH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	H+Al <sup>3</sup>	Al <sup>3</sup>	SB	t	T	V	MO
cm	H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>	.....	.....	.....	.....	cmolc/dm <sup>3</sup>	.....	.....	.....	.....	...%...	dag/kg
00-20	7,0	6,8	213	4,5	1,4	0,1	1,0	0,0	6,6	6,6	7,6	86,0	2,9
00-20	6,8	9,9	150	3,9	1,3	0,1	1,4	0,0	5,6	5,6	7,1	80,0	3,6
20-40	6,9	2,0	116	2,1	0,5	0,1	1,2	0,0	3,0	3,0	4,2	72,0	0,8
20-40	6,5	1,5	118	2,3	0,6	0,1	1,8	0,0	3,3	3,3	5,1	65,0	1,7

SB, Soma de bases; t, CTC efetiva; T, CTC a pH 7; V, Saturação por bases; MO, Matéria orgânica. Fonte: Laboratório de solo EPAMIG.

O preparo da área, em sistema convencional, iniciou-se com duas gradagens para eliminar as plantas indesejáveis e obter uma área de plantio uniforme. Em seguida, foram postas estacas para a demarcação das parcelas, onde apresentaram dimensões de 6,0 metros de comprimento e 5,25 metros de largura, tendo uma área de 31,50 m<sup>2</sup> em cada unidade experimental.

As espécies forrageiras utilizadas foram o sorgo forrageiro *Sorghum bicolor* (Moench) cv. BRS 658, capim Paiaguás *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás e o feijão guandu *Cajanus cajan* cv. BRS Mandarin.

Foi adotado 0,7 m de espaçamento entre linhas nas parcelas para cada uma das espécies e 1,5 metro entre blocos (Figura 12). As parcelas do monocultivo de sorgo, feijão guandu e capim Paiaguás foram compostas por oito linhas. No consórcio sorgo e capim Paiaguás foi realizado a semeadura do capim nas linhas do sorgo (mesmo sulco de plantio). Para o consórcio feijão guandu e capim Paiaguás, esse último foi semeado nas entrelinhas. No consórcio sorgo, feijão guandu e capim Paiaguás foi utilizado oito linhas de sorgo, sete de feijão guandu, com o capim Paiaguás semeado na linha do sorgo. A área útil foi obtida desconsiderando duas linhas de cada lado das parcelas e 1 m das extremidades.



**Figura 12.** Disposição dos blocos na área experimental. Fonte: autor.

A semeadura dos tratamentos foi realizada de forma manual, com a abertura de sulcos, no dia 12 de novembro de 2020, logo após as primeiras chuvas. O sorgo foi semeado, no monocultivo e consorciado, a 3 cm de profundidade, utilizando-se 12 sementes  $m^{-1}$ . O feijão guandu foi semeado a 5 cm de profundidade, na densidade de 15 sementes  $m^{-1}$ . Em todos os tratamentos o capim Paiaguás foi semeado entre 4 a 5 cm de profundidade, com o objetivo de retardar a emergência e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento. O capim Paiaguás foi semeado na linha do sorgo (mesmo sulco de plantio) quando consorciado com este e na entrelinha do feijão guandu, utilizando-se aproximadamente 12  $kg \cdot ha^{-1}$  de sementes.

Conforme os resultados da análise de solo e seguindo as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – 5ª Aproximação (1999), foi adotado o médio nível tecnológico, com base nas exigências da cultura do sorgo, sem adicional de adubo para as demais culturas. Não foi necessário a correção da acidez do solo. Realizou-se a adubação de plantio com o uso de 350  $kg \cdot ha^{-1}$  da fórmula 08-28-16 (N:P:K), no sulco de plantio levemente incorporado antes da distribuição das sementes. Em cobertura foram utilizados 400  $kg \cdot ha^{-1}$  de Sulfato de amônio (28 g/m linear), 30 dias após a emergência das culturas (22/12/2020).

Após a semeadura, ocorreu o acompanhamento do desenvolvimento das plantas e o manejo nas parcelas. Para o controle de plantas indesejáveis em pós emergência e possibilitar o pleno desenvolvimento das forrageiras realizou-se uma capina manual, com o auxílio de en-

xadas, aos 20 dias (02/12/2020) e aos 70 dias pós plantio (22/01/2021). Foram realizadas duas pulverizações de Crystal®, (bioinseticida à base de *Bacillus thuringiensis* cepa 344) para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), na dosagem de 1.000 mL.ha<sup>-1</sup> do produto comercial, com a primeira aplicação em 10/12/2020 e a segunda dia 23/12/2020.

### 3.2.3 Desenho experimental

O experimento foi disposto em blocos casualizados, em esquema fatorial (2x2x2), sendo duas formas de plantio (solteiro e consorciado) e três forrageiras (sorgo, feijão guandu e capim Paiaguás), mais a combinação entre as três forrageiras. Cada tratamento contou com quatro repetições, resultando em 28 parcelas experimentais, conforme o croqui (Figura 13).

BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BLOCO 4
S+FG	SS	S+CP+FG	FG
CP	S+CP+FG	CP+FG	S+FG
S+CP	CP	FG	SS
FG	CP+FG	S+CP	S+CP+FG
SS	S+FG	CP	S+CP
CP+FG	FG	S+FG	CP
S+CP+FG	S+CP	SS	CP+FG

Figura 13. Área experimental (Croqui). Fonte: próprio autor.

Os tratamentos foram constituídos de sete sistemas forrageiros: sorgo em monocultivo (SS); capim Paiaguás em monocultivo (CP); feijão guandu em monocultivo (FG); sorgo consorciado com o capim Paiaguás (S+CP); sorgo consorciado com o feijão guandu (S+FG); feijão guandu consorciado com o capim Paiaguás (FG+CP); e sorgo consorciado com o capim Paiaguás e feijão guandu (S+FG+CP).

Durante o período experimental foram realizadas dois cortes nas forrageiras, totalizando dois ciclos de avaliações. O primeiro corte ocorreu em março de 2021, com 120 dias da semeadura e posterior foi realizado um corte de uniformização em toda área do experimento. Em maio de 2021, aos 70 dias após o corte de uniformização foi realizado o segundo ciclo de avaliação quando as plantas de sorgo atingiram teor de matéria seca (%MS) igual ou superior a 28%. Nos dois períodos estudados, foram avaliadas as características de altura das plantas, produção de matéria natural e matéria seca, teor de matéria seca, composição botânica e relação folha/colmo dos sistemas forrageiros estudados.

### **3.2.4 Altura das plantas**

A avaliação da altura das plantas foi realizada antes da colheita, ou seja, aos 120 dias após a semeadura (DAS) no primeiro ciclo e aos 70 dias após o corte de uniformização no segundo ciclo.

Para avaliação da altura das plantas de sorgo foram realizadas a medida com uma fita métrica (do solo até o final da panícula) em dez plantas escolhidas aleatoriamente na área útil das parcelas, antes da colheita.

A altura de planta de feijão guandu foi realizada com auxílio de uma fita métrica, da base ao ápice, em dez plantas aleatórias em cada parcela, desprezando as bordaduras. Essas medidas foram realizadas antes da colheita.

Na determinação das alturas do capim Paiaguás foram realizadas medidas utilizando um bastão graduado (em centímetros) e uma folha de acetado (folha de raio-x), conforme descrito por Pequeno (2010), sendo tomada as alturas em dez pontos, em zigue-zague, na área útil de cada parcela, no momento antes da colheita.

### **3.2.5 Produção de matéria natural e composição botânica**

A colheita das plantas solteiras e consorciadas foi realizada de forma manual, a 15 cm de altura do solo, aos 120 DAS no primeiro ciclo e aos 70 dias no segundo ciclo, quando as

plantas de sorgo atingiram de 28 a 35% de MS, fase que o sorgo atinge a máxima qualidade nutricional (FERREIRA, 2001).

As forrageiras foram cortadas e pesadas, sendo que os tratamentos compostos pelo cultivo consorciado foram submetidos à separação e posterior quantificação da produção. Para avaliação da produção de biomassa (matéria natural) e quantificação da composição botânica, foram coletados e pesados todo o material presente no interior de um retângulo de 0,875 m<sup>2</sup> (0,50mx1,75m), alocado de forma aleatória em dois pontos da área útil da parcela, de forma que no sentido de maior comprimento abarcasse, no mínimo, duas fileiras de sorgo e duas fileiras de feijão guandu, além do capim Paiaguás presente.

A produtividade de matéria natural (PMN), dada em kg.ha<sup>-1</sup>, dos sistemas em monocultivos e consorciados foram obtidas pelo produto entre a matéria natural obtida na área colhida extrapolada para 10.000 m<sup>2</sup>, correspondendo a um hectare.

Considerou-se a composição botânica a proporção das forrageiras em cada tratamento. Para determinação da composição botânica cada espécie forrageira foi pesada separadamente. O somatório das massas frescas obtidas nos dois pontos coletados correspondeu a composição botânica total do tratamento. A escolha do uso de matéria natural foi adotada neste estudo, pois os animais ingerem a partes aéreas frescas das plantas forrageiras, portanto, essa abordagem pode refletir melhor a quantidade de espécies forrageiras na área passíveis de serem ingerida pelos ruminantes (SENOUSSI, 2020).

### **3.2.6 Teor e produção de matéria seca**

Para avaliação dos teores de matéria seca (MS), em percentagem, de cada tratamento, foram retiradas duas subamostras por espécie forrageira, no momento da colheita, imediatamente pesadas, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas. Após o descongelamento em temperatura ambiente as amostras foram enviadas para análise em laboratório, submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas (VALENTE et al., 2010). Em seguida, foram trituradas em moinhos de faca tipo Willey com peneira de 1 mm e armazenadas para a determinação dos teores de matéria seca (AOAC, 2002).

A produtividade de matéria seca (PMS), em kg.ha<sup>-1</sup> de MS foi calculada pelo produto entre a PMN e o teor de MS das forrageiras.

### 2.2.7 Relação folha/colmo

No momento da colheita foram retiradas subamostras da biomassa para procedimento de separação dos seus componentes morfológicos e o posterior pesagem. Para o Sorgo e capim Paiaguás, foram separadas as lâminas foliares, colmo (bainha foliares e colmo).

Para o guandu, foram separados o caule, limbo foliar, pecíolo. Esse material foi seco em estufa de circulação forçada a 65 °C, por 72 horas, para obtenção da biomassa seca (VALENTE et al., 2010). Com os dados de biomassa seca das frações da folha e do colmo ou caule, calculou-se a relação folha:colmo (F:C) de cada espécie forrageira.

Para o cálculo da relação folha:colmo foi adotado a seguinte equação:

$$F:C = Bf/ Bc$$

Onde:

*Bf* = Biomassa seca da folha

*Bc* = Biomassa seca do colmo/caule

### 3.2.8 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise estatística segundo delineamento em blocos completos casualizados no esquema fatorial utilizando-se o PROC MIXED do SAS 9.1 de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + b_i + S_j + G_k + M_l + (S \times G)_{jk} + (S \times M)_{jl} + (G \times M)_{kl} + (S \times G \times M)_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

Onde  $Y_{ijkl}$  é o valor variável dependente,  $\mu$  é a média geral,  $b_i$  é o efeito aleatório de bloco ( $i = 1, 2$  e  $3$ ),  $S_j$  = efeito fixo do Sorgo ( $j =$  presente ou ausente);  $G_k$  = efeito fixo Guandu ( $k =$  presente ou ausente);  $M_l$  = efeito fixo do Massai ( $l =$  presente ou ausente);  $(S \times G)_{jk} + (S \times M)_{jl} + (G \times M)_{kl} + (S \times G \times M)_{jkl}$  = efeitos fixos das interações;  $\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório pressuposto  $NID \sim (0, \sigma^2)$ .

Para todas as avaliações considerou-se o nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I. Sendo o teste de F usado para comparar as médias de mínimos quadrados para os tratamentos e as interações. Os ciclos de cultivo foram analisados de forma independente considerando o modelo descrito acima.

### **3.3 RESULTADOS**

#### **3.3.1 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do sorgo forrageiro**

A altura das plantas de sorgo, nos dois ciclos avaliados, não apresentou efeito significativo ( $p>0,05$ ) para os cultivados em consórcio testados (Tabela 23).

Houve interação ( $p<0,05$ ) para as variáveis produtividade de matéria natural e matéria seca do sorgo nos sistemas de produção consorciados com sorgo, capim Paiaguás e guandu no primeiro ciclo (Tabela 23). A variável composição botânica do sorgo foi significativa ( $p<0,05$ ) no consórcio triplo em ambos os ciclos.

Não foi observado interferência ( $p>0,05$ ) nas variáveis teor de matéria seca (%MS) do sorgo entre os tratamentos consorciados no primeiro ciclo de produção (Tabela 23). Resultado semelhante foi observado no segundo ciclo. Observa-se, com isso, que o consórcio de sorgo com feijão guandu, do sorgo com capim Paiaguás e o sistema consorciado com as três forrageiras não afetou ( $p>0,05$ ) o teor de matéria seca do sorgo no primeiro ciclo (Tabela 23).

Os sistemas de plantio consorciados não influenciaram ( $p>0,05$ ) a relação folha:colmo do sorgo forrageiro (Tabela 23).

**Tabela 23.** Alturas de plantas (AP), produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS), composição botânica e relação folha:colmo para o sorgo forrageiro em condições de monocultivo e consorciados com feijão guandu e capim Paiaguás no primeiro e segundo ciclo de avaliação

Variáveis	Sorgo (S)	Paiaguás (P)		Guandu (G)		<sup>1</sup> EPM	P – valor			
		Com	Sem	Com	Sem		S	SxP	SxG	SxPxG
<b>Primeiro ciclo</b>										
Altura (cm)	186,69	186,88	186,50	192,13	181,25	3,48	<0,0001	0,9699	0,2814	0,2221
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	24668	13527	11141	12350	12318	1459	<0,0001	0,2389	0,9871	0,0165
%MS	32,51	31,63	33,40	33,61	31,41	0,49	<0,0001	0,5043	0,1306	0,5043
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	8163	4450	3713	4145	4019	521	<0,0001	0,2627	0,8462	0,0181
Composição Botânica	84,87	40,99	43,88	40,75	44,12	1,36	<0,0001	0,1207	0,0736	<0,0001
F:C	0,28	0,26	0,30	0,25	0,31	0,013	<0,0001	0,2391	0,0747	0,9587
<b>Segundo ciclo</b>										
Altura (cm)	155,31	160,63	150,00	162,25	148,38	5,55	<0,0001	0,3772	0,2520	0,2689
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	17184	8609	8575	10111	7073	1450	<0,0001	0,9870	0,1535	0,1072
%MS	34,14	34,64	33,64	35,41	32,86	0,53	<0,0001	0,9081	0,1034	0,9081
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	5878	3017	2861	3580	2298	475	<0,0001	0,8190	0,0702	0,0950
Composição Botânica	72,08	27,01	45,06	36,45	35,63	1,71	<0,0001	<0,0001	0,7358	0,0002

<sup>1</sup>EPM: erro padrão da média.

No consórcio triplo (sorgo, capim Paiaguás e guandu), observou-se maior PMN do sorgo (32.214 kg.ha<sup>-1</sup>), representando aumento de 4.835 kg comparado ao monocultivo do sorgo (Tabela 24). Por outro lado, não houve efeito significativo na PMN do sorgo quando avaliados em consórcio duplo com o capim Paiaguás ( $p>0,05$ ), comparado ao monocultivo do sorgo no primeiro ciclo (Tabela 24).

**Tabela 24.** Médias das produtividades de matéria natural (PMN), em kg.ha<sup>-1</sup>, do sorgo sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou capim Paiaguás no primeiro ciclo de avaliação

Sorgo	Paiaguás	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	32.214	21.893	0,0159
Com	Sem	17.186	27.379	0,0171
	P-valor Paiaguás	0,001	0,1779	-

A produtividade de matéria seca (PMS) do sorgo no primeiro ciclo (Tabela 25) foi superior no consórcio triplo ( $p<0,05$ ), alcançando uma PMS de 1.726 kg.ha<sup>-1</sup> maior que o monocultivo do sorgo. Por outro lado, a PMS foi menor quando o sorgo foi implantado na mesma área com feijão guandu, observando-se uma redução de 33,91% na PMS do sorgo em comparação ao sorgo solteiro ( $p=0,0275$ ).

**Tabela 25.** Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha<sup>-1</sup>, do sorgo sob influência do consórcio com feijão guandu e/ou capim Paiaguás no primeiro ciclo de avaliação

Sorgo	Paiaguás	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	10.669	7.132	0,0117
Com	Sem	5.910	8.943	0,0275
	P-valor Paiaguás	0,0013	0,1721	-

A presença do sorgo na composição botânica, no primeiro ciclo, no tratamento com a presença do feijão guandu e capim Paiaguás, promoveu redução de 12,52% comparado ao cultivo solteiro do sorgo (Tabela 26). No consórcio com capim Paiaguás ( $p < 0,0001$ ) a redução foi de 23,52%, seguido pelo consórcio com feijão guandu ( $p < 0,0001$ ), onde observou-se diminuição de 24,47% na presença do sorgo, comparado ao monocultivo (Tabela 26).

**Tabela 26.** Médias da composição botânica, em %, do sorgo em consórcio com feijão guandu e capim Paiaguás no primeiro ciclo de avaliação

Sorgo	Paiaguás	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
Com	Com	87,48	76,48	0,0058
	Sem	75,53	100,00	<0,0001
<i>P</i> -valor Paiaguás		0,0031	<0,0001	-

No desdobramento da interação tripla (sorgo, Paiaguás, guandu), observou-se maior presença do sorgo (composição botânica) no consórcio sorgo com feijão guandu (80,25%) e menor composição botânica na associação do sorgo com capim Paiaguás (42,50%). No consórcio triplo a composição botânica do sorgo foi de 65,55%, queda de 34,45% comparado ao monocultivo do sorgo (Tabela 27).

**Tabela 27.** Médias da composição botânica, em %, do sorgo em consórcio com feijão guandu e capim Paiaguás no segundo ciclo de avaliação

Sorgo	Paiaguás	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
Com	Com	65,55	42,50	0,0001
	Sem	80,25	100,00	0,0005
<i>P</i> -valor Paiaguás		0,0061	<0,0001	-

### 3.3.2 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do capim Paiaguás

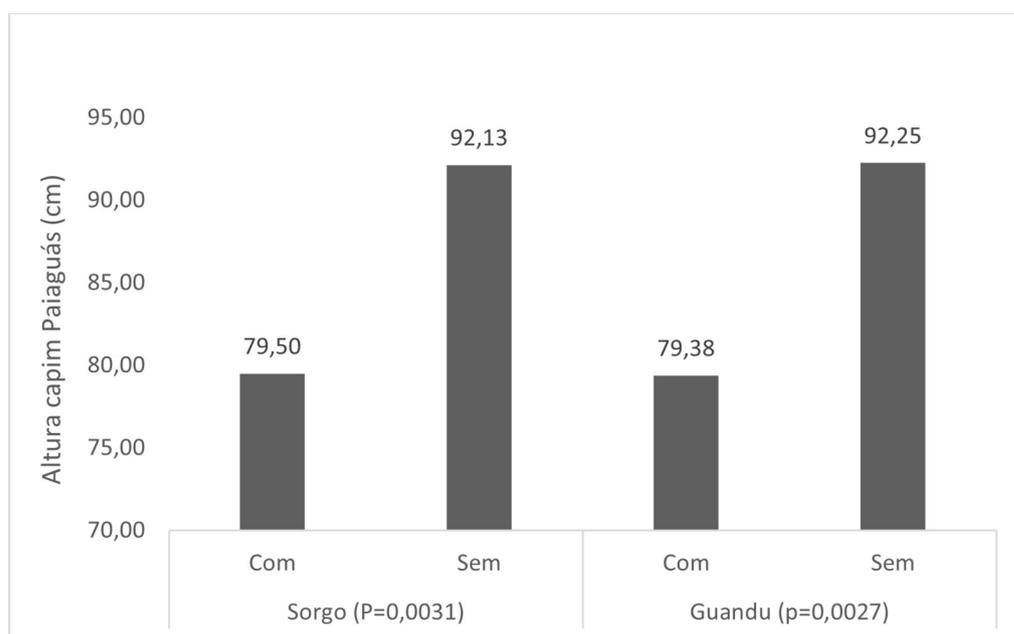
Houve interação na variável ( $p < 0,05$ ) altura do capim Paiaguás, no consórcio com sorgo e na interação com feijão guandu no primeiro ciclo (Tabela 28).

**Tabela 28.** Alturas de plantas (AP), produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS), composição botânica e relação folha:colmo para o capim Paiaguás em condições de monocultivo e consorciados com sorgo forrageiro e feijão guandu no primeiro e segundo ciclo de avaliação

Variáveis	Paiaguás (P)	Sorgo (S)		Guandu (G)		<sup>1</sup> EPM	P – valor			
		Com	Sem	Com	Sem		P	SxP	PxG	SxPxG
<b>Primeiro ciclo</b>										
Altura (cm)	85,81	79,50	92,13	79,38	92,25	1,89	<0,0001	0,0279	0,0253	0,4489
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	10680	2661	7720	2870	7811	732	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,3479
%MS	26,08	23,73	28,44	26,36	25,80	0,69	<0,0001	0,0248	0,7757	0,3437
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	2820	513	2307	760	2059	91	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Composição Botânica	44,83	7,26	37,58	13,95	30,88	2,04	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0122
F:C	0,87	0,86	0,89	0,90	0,85	0,036	<0,0001	0,7475	0,5983	0,2586
<b>Segundo ciclo</b>										
Altura (cm)	79,81	38,31	41,50	38,50	41,31	1,90	<0,0001	0,1586	0,2111	0,9774
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	16770	6013	10757	7309	9461	1012	<0,0001	0,0031	0,1440	0,6828
%MS	27,86	27,70	28,03	26,98	28,74	0,74	<0,0001	0,8735	0,4002	0,5300
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	4674	1743	2931	995	2679	246	<0,0001	0,026	0,0625	0,5451
Composição Botânica	69,73	22,45	47,45	30,35	39,38	1,85	<0,0001	<0,0001	0,0024	0,1492

<sup>1</sup>EPM: erro padrão da média.

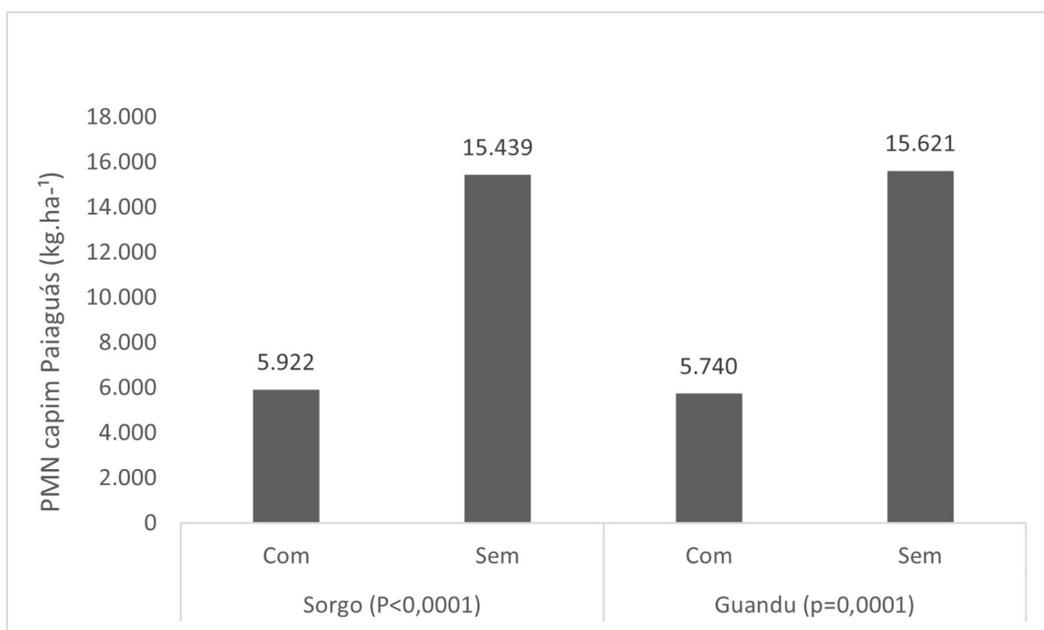
No primeiro ciclo, houve efeito da interação ( $p < 0,05$ ) para o capim Paiaguás nas variáveis produtividade de matéria natural no consórcio com sorgo e no consórcio com guandu e na variável teor de matéria seca no consórcio do capim Paiaguás com sorgo. A altura das plantas do capim Paiaguás no primeiro ciclo foi influenciada pelo consórcio com o sorgo ( $p = 0,0038$ ), onde observou-se redução média de 13,70% na altura do capim Paiaguás consorciado com o sorgo em relação ao monocultivo do Paiaguás (Figura 14). Enquanto a redução foi de 13,95% na altura do capim Paiaguás no consórcio com o feijão guandu, comparado ao Paiaguás solteiro (Figura 14).



**Figura 14.** Altura, em cm, do capim Paiaguás sobre influência do sorgo e do feijão guandu, no primeiro ciclo de avaliação.

Quando o capim Paiaguás foi cultivado em consórcio simultâneo com sorgo no primeiro ciclo (Figura 15), houve queda na produtividade de matéria natural de 61,65% em comparação ao monocultivo do capim Paiaguás ( $p < 0,0001$ ). Situação similar ocorreu quando o consórcio foi com o feijão guandu, houve queda na produtividade do capim Paiaguás de 63,26% em relação ao monocultivo ( $p < 0,0001$ ) (Figura 15).

A produtividade de matéria natural do capim Paiaguás no segundo ciclo de produção foi influenciada ( $p < 0,05$ ) quando sob consórcio com sorgo (Tabela 28). Observou-se uma redução de 44,11% em comparação a PMN do Paiaguás no monocultivo. Mesmo diante dessa redução, constatou-se que a PMN do capim Paiaguás no segundo ciclo (Tabela 28) foi 103,1% superior ao observado no primeiro, quando consorciado com o sorgo (Figura 15).



**Figura 15.** Produtividade de matéria natural (PMN), em kg.ha<sup>-1</sup>, do capim Paiaguás sob influência do consórcio com sorgo e do feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação.

Observou-se redução de 4,71% (Tabela 28) no teor de matéria seca do capim Paiaguás quando no sistema consorciado com o sorgo em comparação com o capim Paiaguás no tratamento solteiro.

A produtividade de matéria seca (PMS) do capim Paiaguás apresentou efeito significativo ( $p<0,05$ ) para todos os tratamentos avaliados no primeiro ciclo produção (Tabela 28). Na avaliação da PMS do capim Paiaguás sob a influência do sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo (Tabela 29), constatou-se que a PMS do Paiaguás no consórcio triplo teve limitação de 93,15% quando comparada a produtividade do Paiaguás monocultivo ( $p<0,0001$ ). De igual forma, a PMS do capim Paiaguás quando em consórcio com o sorgo e do capim Paiaguás consorciado com feijão guandu apresentou queda de 75,99% e 61,06% respectivamente, na comparação com a PMS do capim Paiaguás solteiro ( $p<0,05$ ).

**Tabela 29.** Médias das produtividades de matéria seca (PMS), em kg.ha<sup>-1</sup>, do capim Paiaguás sob influência do consórcio com sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação

Paiaguás	Sorgo	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	455	1.595	0,0002
Com	Sem	2.586	6.642	<0,0001
	P-valor sorgo	<0,0001	<0,0001	-

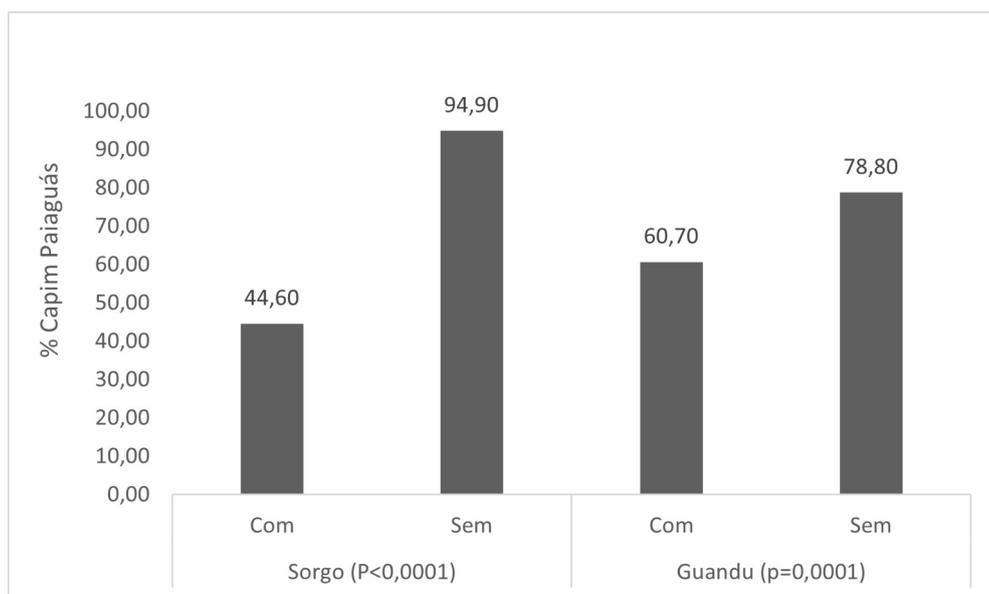
O capim Paiaguás quando cultivado em consórcio com o sorgo, no segundo ciclo de produção, expressou uma PMS de 40,56% menor que o monocultivo do tratamento onde tinha apenas o Paiaguás (Tabela 28).

Verificou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a composição botânica do capim Paiaguás em todos os tratamentos estudados no primeiro ciclo de produção (Tabela 28). Quando se analisa os tratamentos na composição botânica do capim Paiaguás na interação tripla (Tabela 30), observa-se que os resultados foram significativos para todos, onde a menor porcentagem de capim Paiaguás foi observada no consórcio triplo (5,50%). A composição botânica do capim Paiaguás foi de 23,33% no consórcio com sorgo e de 50,30% no consórcio com feijão guandu.

**Tabela 30.** Médias da composição botânica, em %, do capim Paiaguás consórcio com sorgo e feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação

Paiaguás	Sorgo	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
	Com	5,50	23,53	0,0052
Com	Sem	50,30	100,00	<0,0001
	P-valor Sorgo	<0,0001	<0,0001	-

Observou-se que a composição botânica do capim Paiaguás sofreu queda de 53,06% quando em consórcio com sorgo. Por outro lado, a composição botânica do Paiaguás teve redução de 22,92% no sistema de consórcio com o feijão Guandu no segundo ciclo (Figura 30).



**Figura 16.** Composição botânica, em %, do capim Paiaguás sob influência do consórcio com sorgo ou do feijão guandu no segundo ciclo de avaliação.

Assim como ocorreu com a relação folha:colmo do sorgo, os sistemas consorciados não interferiram ( $p>0,05$ ) na relação F:C do capim Paiaguás no presente estudo (Tabela 28).

### 3.3.3 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do feijão guandu

Possivelmente devido as condições de clima do período experimental e a competição das demais espécies no sistema, a rebrota do feijão guandu no segundo ciclo foi inibida.

Houve efeito significativo ( $p<0,05$ ), no primeiro ciclo, para a produtividade de matéria natural e matéria seca do feijão guandu no cultivo consorciado com o sorgo (Tabela 31). O teor de matéria seca (%MS) do feijão guandu sofreu influência ( $p<0,05$ ) do sistema de consorciado do sorgo com guandu e do guandu com capim paiaguás. Em relação a composição botânica do feijão guandu, no primeiro ciclo de produção, foi observado efeito de interação ( $p<0,05$ ) em todos os tratamentos avaliados em ambos os ciclos (Tabela 31).

A produtividade de matéria natural do feijão guandu no primeiro ciclo de produção foi fortemente influenciada ( $p<0,05$ ), observou-se uma queda de 82,74% em comparação a PMN do feijão guandu no monocultivo (Tabela 31).

**Tabela 31.** Alturas de plantas, produtividade de matéria natural (PMN), teor de matéria seca (%MS), produtividades de matéria seca (PMS), composição botânica e relação folha:colmo (F/C) para o feijão guandu em condições de monocultivo e consorciados com sorgo forrageiro e capim Paiaguás no primeiro e segundo ciclo de avaliação

Variáveis	Guandu (G)	Sorgo (S)		Paiaguás (P)		<sup>1</sup> EPM	P – valor			
		Com	Sem	Com	Sem		G	SxG	PxG	SxPxG
<b>Primeiro ciclo</b>										
Altura (cm)	144,88	124,14	165,62	132,87	156,89	7,20	<0,0001	0,0545	0,2517	0,9136
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	12998	1913	11085	4061	8938	2175	0,0004	0,0071	0,1278	0,2582
%MS	35,41	31,96	38,85	38,79	32,03	0,87	<0,0001	0,0105	0,0117	0,2288
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	4639	645	3994	1654	2984	738	0,0002	0,0042	0,2166	0,3775
Composição Botânica	45,30	7,88	37,43	14,18	31,12	2,65	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0144
F:C	0,75	0,81	0,69	0,82	0,68	0,034	<0,0001	0,2404	0,1426	0,8968
<b>Segundo ciclo</b>										
Altura (cm)	0,00	0,00	93,49	0,00	98,59	2,76	<0,0001	0,0175	0,0026	0,00
PMN (kg.ha <sup>-1</sup> )	4757	1286	3471	996	3761	249	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0012
%MS	33,70	32,71	34,68	30,03	37,36	0,61	<0,0001	0,2307	0,0002	0,6625
PMS (kg.ha <sup>-1</sup> )	1510	490	1020	327	1183	236	0,0001	0,1125	0,0145	0,3424
Composição Botânica	33,20	5,65	27,55	3,26	29,94	1,13	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

<sup>1</sup>EPM: erro padrão da média.

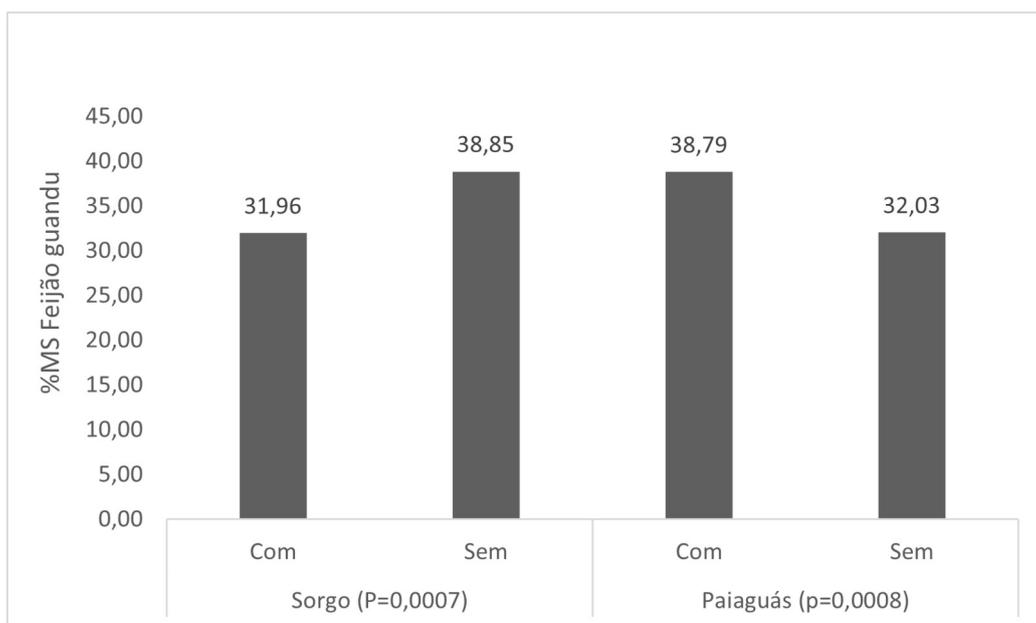
Os dados de produtividade de matéria natural, em kg.ha<sup>-1</sup>, do feijão guandu no segundo ciclo de produção apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para todos os tratamentos estudados (Tabela 31). Quando o feijão guandu foi cultivado em consórcio simultâneo com sorgo e capim Paiaguás, no segundo ciclo, (Tabela 32), houve queda na produtividade de 90% em comparação ao monocultivo do guandu ( $p < 0,0001$ ), situação similar ocorreu quando o consórcio foi apenas com o capim Paiaguás, promovendo queda na produtividade do feijão guandu de 73,76%. Já no consórcio com sorgo, observou-se menor redução na produtividade do feijão guandu, com queda de 63,25% na produtividade.

**Tabela 32.** Médias das produtividades de matéria natural (PMV), em kg.ha<sup>-1</sup>, do feijão guandu sob influência do consórcio com sorgo e capim Paiaguás no segundo ciclo de avaliação

Guandu	Paiaguás	Sorgo		P-valor Sorgo
		Com	Sem	
	Com	1.100	2.886	0,0204
Com	Sem	4042,50	11000	<0,0001
	P-valor Paiaguás	0,0002	<0,0001	-

Quando avaliado a influência do consórcio do feijão guandu + sorgo sobre o teor de matéria seca (%MS) do feijão guandu no primeiro ciclo, observou-se que o %MS do feijão guandu sofreu redução de 6,89% em relação ao monocultivo do feijão guandu. De outro modo, o teor de matéria seca do feijão guandu apresentou acréscimo de 6,76% quando cultivado em consórcio com o capim Paiaguás na comparação com o monocultivo do guandu, no primeiro ciclo (Figura 17).

O teor de matéria seca do feijão guandu no segundo ciclo foi afetado quando consorciado com o capim Paiaguás ( $p = 0,0002$ ), sendo que nos demais tratamentos em consórcio não apresentou efeito ( $p > 0,05$ ) (Tabela 31). A presença do capim Paiaguás no consórcio com feijão guandu proporcionou queda de 7,33% no teor de MS do feijão guandu quando comparado ao monocultivo do guandu.



**Figura 17.** Teor de matéria seca (%MS) do feijão guandu sob influência do consórcio com sorgo ou do capim Paiaguás no primeiro ciclo de avaliação.

A produtividade de matéria seca do feijão guandu no primeiro ciclo de produção foi fortemente influenciada ( $p < 0,05$ ) quando sob consórcio com sorgo (Tabela 31). Evidenciou-se queda de 83,86% em comparação a PMS do feijão guandu no monocultivo. No segundo ciclo, ocorreu efeito significativo para o feijão guandu monocultivo ( $p < 0,0001$ ), bem como para a interação feijão guandu com o capim Paiaguás ( $p = 0,0145$ ).

A presença do capim Paiaguás no consórcio, proporcionou menor PMS para o feijão guandu no segundo ciclo. Observou-se redução de 72,41% na PMS do guandu quando em consórcio com o capim Paiaguás, comparado ao feijão guandu solteiro (Tabela 31).

Ao analisar o consórcio triplo, entre sorgo, feijão guandu e capim Paiaguás, evidenciou-se redução na composição botânica do feijão guandu de 92,97% no sistema de cultivo triplo, comparado ao plantio do feijão guandu solteiro. Já quando o feijão guandu foi implantado com o capim Paiaguás a queda da composição botânica do guandu foi de 50,30% e de 75,52% no consórcio do feijão guandu com sorgo, em relação ao feijão guandu em monocultivo (Tabela 33).

**Tabela 33.** Médias da composição botânica, em %, do feijão guandu em consórcio com sorgo e capim Paiaguás no primeiro ciclo de avaliação

Guandu	Paiaguás	Sorgo		P-valor Sorgo
		Com	Sem	
	Com	7,03	49,70	<0,0001
Com	Sem	24,48	100,00	<0,0001
	<i>P</i> -valor Paiaguás	0,0099	<0,0001	-

No segundo ciclo a composição botânica do feijão guandu foi severamente afetada pelos cultivos consorciados. No consórcio triplo a redução foi de 97,15%, seguida de uma redução de 89,8% no consórcio com o capim Paiaguás e 80,25% no tratamento com sorgo (Tabela 34).

**Tabela 34.** Médias da composição botânica, em %, do feijão guandu em consórcio com sorgo e capim Paiaguás no segundo de avaliação

Guandu	Paiaguás	Sorgo		P-valor Sorgo
		Com	Sem	
	Com	2,85	10,20	0,0323
Com	Sem	19,75	100,00	<0,0001
	<i>P</i> -valor Paiaguás	<0,0001	<0,0001	-

A relação folha:colmo do feijão guandu não foi influenciada ( $p > 0,05$ ) quando em plantio consorciado com o sorgo e/ou capim Paiaguás nas condições do presente experimento.

### 3.3.4 Produtividade da biomassa oriunda das alternativas de consórcio sorgo, feijão guandu e capim Paiaguás

As variáveis produtividade da biomassa total de matéria natural e produtividade de biomassa seca total dos sistemas avaliados no primeiro ciclo de produção apresentou influência significativa ( $p < 0,05$ ) para a interação tripla, com sorgo, capim Paiaguás e feijão guandu (Tabela 35).

**Tabela 35.** Produtividade de biomassa natural total (PBN) e produtividades de biomassa seca total (PBS) dos sistemas de produção em monocultivo e consorciados com sorgo forrageiro, feijão guandu e capim Paiaguás no primeiro e segundo ciclo de avaliação

Variáveis	Sorgo (S)		Paiaguás (P)		Guandu (G)		<sup>1</sup> EPM	P – valor						
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem		S	P	G	SxP	SxG	PxG	SxPxG
<b>Primeiro ciclo</b>														
PBN (kg.ha <sup>-1</sup> )	29542	18805	28268	20079	28218	20129	2663	0,0096	0,0412	0,04335	0,7528	0,0392	0,2268	0,0191
PBS (kg.ha <sup>-1</sup> )	9321	6301	8924	6697	9544	6078	902	0,0275	0,0953	0,0129	0,9284	0,0638	0,4478	0,0168
<b>Segundo ciclo</b>														
PBN (kg.ha <sup>-1</sup> )	24482	13361	26195	11648	21309	16654	2107	<0,0001	<0,0001	0,0447	0,09338	0,6179	0,6730	0,1175
PBS (kg.ha <sup>-1</sup> )	8083	3898	7936	4044	7004	4977	593	<0,0001	<0,0001	0,010	0,3418	0,4318	0,5403	0,0845

<sup>1</sup>EPM: erro padrão médio.

Ao estabelecer o desdobramento da interação tripla (Tabela 36), evidenciou-se que o consórcio triplo apresentou a maior produtividade total (36.575 kg há<sup>-1</sup>). Nota-se que não houve interferência significativa ( $p>0,05$ ) entre a produtividade de biomassa total de matéria natural (PMN) entre o consórcio triplo e o consórcio do sorgo com feijão guandu ( $p=0,0722$ ), entre o consórcio triplo e o sorgo + Massai ( $p=0,5414$ ) e entre o consórcio triplo e o guandu + Massai ( $p=0,0939$ ).

**Tabela 36.** Médias das produtividades de biomassa natural total (PBN), em kg.ha<sup>-1</sup>, dos sistemas de produção consorciados com sorgo, capim Paiaguás e feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação

Sorgo	Paiaguás	Guandu		P-valor Guandu
		Com	Sem	
Com	Com	36.575	31.900	0,5414
	Sem	22.314	27.379	0,5086
	<i>P</i> -valor Paiaguás	0,0722	0,5548	-
Sem	Com	23.362	21.236	0,7805
	Sem	30.622	0,00	0,0006
	<i>P</i> -valor Paiaguás	0,3461	0,0103	-
<i>P</i> -valor Sorgo	Com	0,0939	0,1715	-
	Sem	0,2825	0,0015	-

Ao estabelecer o desdobramento da interação tripla (Tabela 37), observou-se que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre a produtividade de biomassa seca total (PBS) no primeiro ciclo entres os diferentes sistemas de consórcio avaliados.

No segundo ciclo, a PBS total foi significativa ( $p<0,05$ ) apenas nos monocultivos, enquanto nos consócios não houve efeito ( $p>0,05$ ) (Tabela 35).

**Tabela 37.** Médias das produtividades de biomassa seca total (PBS), em kg.ha<sup>-1</sup>, dos sistemas de produção consorciados com sorgo, capim Paiaguás e feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação

Sorgo	Paiaguás	Guandu		<i>P</i> -valor Guandu
		Com	Sem	
Com	Com	12.024	8.728	0,2101
	Sem	7.587	8.943	0,6005
	<i>P</i> -valor Paiaguás	0,0965	0,9334	-
Sem	Com	8.303	6.642	0,5216
	Sem	10.259	0,00	0,0006
	<i>P</i> -valor Paiaguás	0,4515	0,0165	-
<i>P</i> -valor Sorgo	Com	0,1593	0,4225	-
	Sem	0,3066	0,0021	-

## 3.4 DISCUSSÕES

### 3.4.1 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do sorgo forrageiro

Os resultados da altura média das plantas de sorgo no primeiro e no segundo ciclo de avaliações (Tabela 23) evidenciaram não haver efeito das demais culturas consorciadas (feijão guandu e capim Paiaguás) na altura do sorgo, mesmo no consórcio triplo. O sorgo apresenta crescimento rápido, dispõe de modificações morfológicas e estruturais, possui um sistema radicular desenvolvido e profundo, permitindo seu crescimento e desenvolvimento em solos pouco profundos e com baixa fertilidade, o que possibilita seu estabelecimento em ambientes de condições adversas (PERAZZO *et al.*, 2013; ALVES *et al.*, 2021; XIAO *et al.*, 2021). Todos esses fatores podem ter contribuído para não ocorrência de interferência das forrageiras cultivadas em consórcio na altura do sorgo.

O consórcio triplo, com sorgo, capim Paiaguás e feijão guandu, promoveu incremento de 4.835 kg.ha<sup>-1</sup> na produtividade de matéria natural do sorgo no primeiro ciclo (Tabela 24). Isso ocorreu, possivelmente, devido a presença das outras espécies no sistema, a exemplo do feijão guandu, que tem grande capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico (CALVO *et al.*, 2010) e pode ter favorecido o desenvolvimento do sorgo quando presente no sistema. Entretanto, no segundo ciclo não houve interferência significativa ( $p < 0,05$ ) na PMN do sorgo no consórcio triplo (Tabela 23).

Importante salientar que o cultivo do sorgo em consórcio com capim Paiaguás e/ou feijão guandu não promoveu alteração significativa ( $p > 0,05$ ) no teor de matéria seca do sorgo. Resultado valioso, pois o teor de matéria seca é importante quando o sorgo é destinado a produção de silagem. Segundo Paiva (1976), teores de MS de 30% a 35% proporcionam silagens de boa qualidade, enquanto Machado *et al.* (2012) relata que o teor ideal da MS do sorgo seria entre 25% e 35% no momento da colheita.

Ocorreu aumento da produtividade de matéria seca do sorgo quando em consórcio triplo com feijão guandu e capim Paiaguás no primeiro ciclo (Tabela 25). Isso representou incremento de 19,30% na PMS do sorgo, ou seja, 1.726 kg.ha<sup>-1</sup> de MS maior que o monocultivo do sorgo. Esse resultado pode estar relacionado a maior cobertura do solo proporcionada pelo consórcio triplo, pois, a cobertura vegetal reduz a evaporação do solo (ALENCAR *et al.*, 2010), o que contribui para a conservação da umidade do solo durante os períodos de estiaagem, favorecendo as plantas de sorgo. Entretanto, quando o sorgo foi colocado em consórcio com o feijão guandu a PMS foi reduzida em 33,91% comparado ao sorgo solteiro. Já no con-

sórcio entre sorgo e capim Paiaguás houve redução de aproximadamente 20% da PMS do sorgo (Tabela 25), mas estatisticamente não foi significativo ( $p < 0,05$ ).

Todavia, no segundo ciclo, observou-se que a produtividade de matéria seca do sorgo não foi influenciada pelos sistemas de consórcios testados (Tabela 23). Isso se deve, possivelmente, ao fato da cultura do sorgo já está estabelecida, sendo menor os efeitos da competição das demais espécies sobre essa cultura. Ademais, em ambientes com restrição hídrica, como a que ocorre na região semiárida, a competição por recursos essenciais se intensifica, sendo o sorgo favorecido no consórcio devido à sua maior capacidade fotossintética, por ação do seu metabolismo C4, em comparação a leguminosa – feijão guandu - com metabolismo C3 (SANTOS *et al.*, 2017).

No primeiro ciclo, observou-se (Tabela 23) que a composição botânica do sorgo foi afetada ( $p < 0,05$ ) no sistema consorciado com as três forrageiras (sorgo, guandu e capim Paiaguás). Notou-se redução de 12,52% na distribuição do sorgo no consórcio triplo em relação ao sorgo em monocultivo (Tabela 26). No consórcio do sorgo com Paiaguás a queda alcançou 23,52% e no consórcio com feijão guandu a diminuição da composição botânica do sorgo foi de 24,47% em relação ao sorgo solteiro (Tabela 26).

Ao analisar a composição botânica do sorgo nos diversos tratamentos estudados no segundo ciclo (Tabela 23), observa-se que a composição botânica do sorgo teve redução maior no consórcio triplo (34,45%) que a observada no primeiro ciclo (12,52%). Resultado esperado, haja vista que as demais forrageiras encontrava-se estabelecidas, o que favoreceu a diminuição da predominância do sorgo no sistema.

### **3.4.2 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do capim Paiaguás**

No primeiro ciclo, observou-se efeito na altura do capim Paiaguás quando cultivado com o sorgo e no cultivo com feijão guandu (Tabela 28). Evidenciado o efeito do sombreamento do sorgo e do guandu sobre a altura do capim Paiaguás. Notou-se redução média de 12,63 cm na altura do Paiaguás no consórcio com o sorgo, significando diminuição de 13,71% quando em comparação ao monocultivo do Capim Paiaguás e redução de 12,87 cm (13,95%) na altura das plantas do capim Paiaguás consorciado com feijão guandu ao comparar com o Paiaguás em plantio solteiro no primeiro ciclo (Figura 14).

No segundo ciclo ao avaliar a altura do capim Paiaguás observou-se que os sistemas consorciados testados não influenciaram na altura do Paiaguás (Tabela 28). Muito provavelmente isso ocorreu, pois, no segundo ciclo as plantas estavam estabelecidas, o que pode ter re-

duzido a competição entre as espécies no sistema. De acordo com Rodrigues et al. (2020), durante o período de estabelecimento as cultivares de braquiária levam no mínimo 75 dias para atingir o ponto de colheita em ambiente semiárido, devido aos processos iniciais de desenvolvimento das plantas. Outro fator que pode ter contribuído para esse resultado foi a disponibilidade maior de água no segundo ciclo, conforme observado na Figura 11.

Assim, vale salientar que na consorciação do capim Paiaguás com sorgo ou guandu (primeiro ciclo) existe a redução do crescimento do capim devido a competição, que pode ser mais acentuado pela limitação hídrica. No entanto, com a continuidade do sistema integrado, cujo intuito é o fornecimento de uma pastagem diversificada e o estabelecimento do capim, o consórcio com sorgo ou guandu se mostra viável.

A produtividade de matéria natural do capim Paiaguás em consórcio com sorgo foi maior no segundo ciclo, alcançando 12.025 kg.ha<sup>-1</sup>, enquanto no primeiro ciclo a PMN do capim Paiaguás no consórcio com sorgo foi de 5.921,5 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 28). Isso mostra que, apesar do predomínio do sorgo verificado no consórcio com o Paiaguás, no segundo ciclo, quando a gramínea forrageira Paiaguás já estava estabelecida houve maior participação dessa forrageira na composição da produtividade do sistema.

Provavelmente esse comportamento ocorreu devido a menor competição do sorgo em relação as outras espécies associadas e ao menor sombreamento do sorgo sobre o capim Paiaguás no segundo ciclo em relação ao primeiro. Outro fato interessante de ser observado é que a PMN do capim Paiaguás em monocultivo foi superior no segundo ciclo (Tabela 33), isso se deve possivelmente a maior oferta hídrica de chuvas logo após o primeiro corte (Figura 11), possibilitando o rápido desenvolvimento do capim.

Esses resultados corroboram com Costa *et al.* (2016), que argumenta que o capim Paiaguás apresenta boa rebrota, se adapta bem em sistemas integrados e possui qualidades favoráveis a produção de forragem em condições de baixa disponibilidade hídrica.

Na avaliação da PMS do capim Paiaguás sob a influência do sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo (Tabela 28), observou-se efeito ( $p < 0,05$ ) em todos os sistemas avaliados em consórcio. A queda na PMS do capim Paiaguás foi de 93,15%, 75,99% e 61,06% no consórcio triplo, no consórcio Paiaguás + sorgo e no consórcio Paiaguás + feijão guandu respectivamente, em relação ao capim Paiaguás implantado solteiro (Tabela 29).

Sabe-se que a competição entre culturas agrícolas reduz a luz disponível, levando a menor fotossíntese e conseqüentemente, menores produções de matéria seca das plantas forrageiras (SANTOS FILHO *et al.*, 2021). Desta forma, a redução da PMS do capim Paiaguás ob-

servada no presente estudo deve-se, em certa medida, a competição interespecífica por luz entre as espécies consorciadas.

Apesar da redução da PMS verificada no consórcio do Paiaguás com feijão guandu em relação ao cultivo exclusivo do Paiaguás no primeiro ciclo, nota-se que esse tratamento foi o que proporcionou a segunda maior produtividade, apenas menor que o monocultivo (Tabela 29). Diferente do resultado do presente trabalho, avaliando a produção de massa seca do capim Paiaguás no consórcio com guandu, Rezende e cols. (2022) não encontrou diferença significativa entre o monocultivo do Paiaguás e o consórcio com o guandu com uso de 80 kg há<sup>-1</sup> de N no primeiro corte de avaliação.

A PMS do capim Paiaguás no segundo ciclo sofreu influência apenas no consórcio com o sorgo. Portanto a cultura do sorgo foi a única que proporcionou limitação da produtividade do Paiaguás no segundo ciclo. A diferença foi de 2.378 kg.ha<sup>-1</sup> a menos em relação ao capim Paiaguás no monocultivo (Tabela 28). Resultado previsível, pois, o sorgo como planta dominante nesse consórcio, o desenvolvimento vegetativo do capim Paiaguás foi retardado devido ao sombreamento e à competição exercida pelo sorgo.

A composição botânica do capim Paiaguás sob a influência do sorgo e/ou feijão guandu no primeiro ciclo foi fortemente afetada nos sistemas consorciados. Sendo que a maior redução em relação ao monocultivo do capim Paiaguás ocorreu no consórcio triplo (94,50%), já no consórcio com feijão guandu, a redução foi de 49,70% e de 76,47% no consórcio com sorgo (Tabela 30). Da mesma forma, no segundo ciclo, observou-se redução de 53,06% e 22,92% (Figura 16) da composição botânica do capim Paiaguás no consórcio com a presença do sorgo e no consórcio com presença do feijão guandu respectivamente. Esses resultados mostram que o consórcio, devido a competição entre as espécies, reduz a presença do capim Paiaguás no sistema.

Para Guimarães *et al.* (2017) o consórcio de plantas forrageiras promove a redução das espécies presentes no sistema, no entanto contribui para a formação de pastagens diversificadas, com melhor qualidade nutricional.

### **3.4.3 Efeito do cultivo consorciado sobre parâmetros produtivo do feijão guandu**

Comportamento similar à altura do sorgo ocorreu com a altura do feijão guandu no primeiro ciclo (Tabela 24). Observou-se que a altura do feijão guandu não foi afetada ( $p>0,05$ ) com o consórcio das forrageiras (Tabela 31). Indicando que o consórcio do feijão guandu com sorgo e/ou capim Paiaguás não interfere na altura de planta de feijão guandu. No

entanto, no segundo ciclo, ao avaliar a altura do feijão guandu, constatou-se que o consórcio com sorgo ou com capim Paiaguás (Tabela 31) inviabilizou a rebrota das plantas de feijão guandu nos sistemas consorciados.

Possivelmente, devido as condições climáticas durante o período experimental e pelo efeito da competição entre as plantas pode ter contribuído para esse resultado. Pois, segundo Rezende et al., (2022), no consórcio, a presença de plantas de crescimento mais rápido leva a um aumento na competição intraespecífica, resultando na redução da disponibilidade de radiação solar, água e nutrientes para as de crescimento mais lento, como o feijão guandu.

Observou-se que a PMN do feijão guandu sob a influência do consórcio com sorgo (Tabela 31) no primeiro ciclo foi afetada, havendo redução de 82,74% em comparação a PMN do guandu monocultivo. Isso pode ser justificado pelo crescimento mais rápido do sorgo em comparação ao feijão guandu, sendo o sorgo favorecido na busca por luminosidade na competição com o guandu (REZENDE *et al.*, 2022). Embora quando cultivado com sorgo o feijão guandu tem contribuído para a redução da produtividade (COSTA *et al.*, 2017), o feijão guandu traz benefícios ao sistema forrageiro, como a elevação dos teores de PB em torno de 10% (QUINTINO *et al.*, 2013) e a utilização como planta de cobertura para melhoria da qualidade do solo (ROSA *et al.*, 2017).

No segundo ciclo, ocorreu efeito ( $p < 0,05$ ) no consórcio triplo para a PMN do feijão guandu. Quando o feijão guandu foi implantado com o sorgo e capim Paiaguás ocorreu queda de 90% da PMN do feijão guandu em relação ao seu monocultivo (Tabela 32). Outros efeitos observados foram a redução de 73,76% e 63,25% na PMN do feijão guandu no consórcio com o capim Paiaguás e no consórcio com o sorgo respectivamente, comparado ao cultivo solteiro do feijão guandu.

Os dados médios para o teor de matéria seca do feijão guandu sofreu influência do sistema consorciado com sorgo e no consórcio com Paiaguás no primeiro ciclo. Enquanto no consórcio com sorgo houve diminuição da %MS do feijão guandu, no consórcio com Paiaguás verificou-se aumento em relação ao cultivo exclusivo do guandu (Figura 17). Observa-se que os resultados de 31,96% e 38,79% para o %MS do feijão guandu em consórcio com sorgo e Paiaguás respectivamente não discrepam acentuadamente dos encontrado por Dantas et al. (2021), 36,3%, que avaliou o teor de matéria seca do guandu em sequeiro no semiárido.

O feijão guandu em consórcio com o sorgo, no primeiro ciclo de produção, expressou redução de 83,86% na produtividade de matéria seca comparado com o monocultivo do feijão guandu (Tabela 31). Sabe-se que o sorgo tem elevada adaptabilidade as condições semiáridas

(PERAZZO et al., 2013) e isso favoreceu a espécie na competição com o feijão guandu por água e luminosidade, afetando a PMS do feijão guandu no consórcio.

No segundo ciclo, a PMS do feijão guandu sofreu influência ( $p < 0,05$ ) apenas no consórcio com o capim Paiaguás (Tabela 31). Constatou-se redução de 72,41% em relação ao guandu solteiro. Nos demais tratamentos consorciados não houve consequência para a PMS do feijão guandu, mesmo no consórcio triplo.

Observou-se acentuada redução na composição botânica do feijão guandu no consórcio triplo. A composição botânica do feijão guandu teve sua maior redução no consórcio triplo no primeiro ciclo (Tabela 33) e no segundo ciclo (Tabela 34). Nota-se que a composição botânica do guandu teve redução de 92,97% e 97,15% na interação tripla, no primeiro e segundo ciclo respectivamente, em relação ao plantio do guandu solteiro no primeiro ciclo. Desta forma, o cultivo do feijão guandu é desfavorecido no consórcio com sorgo e/ou capim Paiaguás. No entanto, estudos mais aprofundados devem ser realizados para avaliar outros benefícios sobre as plantas associadas e para a composição nutricional da forragem oriunda do consórcio com feijão guandu.

#### **3.4.4 Produtividade da biomassa oriunda das alternativas de consórcio sorgo, feijão guandu e capim Paiaguás**

O sistema consorciado triplo apresentou a maior produtividade de biomassa, com 36.575 kg ha<sup>-1</sup>. (Tabela 36). Sendo assim, esse consórcio triplo apresenta resultados superiores aos encontrados no consórcio duplo e nos cultivos exclusivos, com potencial para formar uma pastagem de alta qualidade nutricional. Tal resultado pode ser justificado pela característica de competitividade presente no sorgo forrageiro. Rezende et al., (2022) relataram que a cultura de sorgo consegue competir de maneira mais intensa com outras plantas, obtendo condições mais apropriadas ao seu desenvolvimento.

Outro fato que pode ter contribuído para a maior produtividade de biomassa do consórcio com sorgo, Paiaguás e guandu é a maior cobertura do solo proporcionada por esse sistema de cultivo. Sabe-se que a cobertura do solo minimiza a evaporação, conservando por mais tempo a umidade do solo (ALENCAR et al., 2010) e em ambientes semiáridos, principalmente, esse fator pode representar maior benefício na produção das espécies cultivadas.

A produtividade de biomassa total de matéria natural não apresentou influência ( $p < 0,05$ ) para nenhum tratamento avaliando em consórcio sorgo, capim Paiaguás e feijão guandu no segundo ciclo (Tabela 35). É provável que no segundo ciclo, com o estabelecimen-

to do capim Paiaguás, houve maior equilíbrio na competição com o sorgo. Importante ressaltar que devido a não rebrota do feijão guandu, após o primeiro corte, a produtividade de biomassa total ficou aquém da esperada, se as condições climáticas durante o período experimental fossem favoráveis.

Ao avaliar a produtividade de biomassa total de matéria seca dos sistemas forrageiros, observou-se no presente trabalho não haver influência ( $p>0,05$ ) dos sistemas consorciados com duas espécies forrageira sobre a produtividade de biomassa seca total, no primeiro e segundo ciclo (Tabela 35). Portanto, os sistemas forrageiros, implantados com sorgo e feijão guandu, sorgo e capim Paiaguás e capim Paiaguás e feijão guandu não afetaram a produtividade total de matéria seca das forrageiras, sendo excelente opção para a produção e diversificação de forragem em ambiente semiárido.

Mesmo com a baixa produtividade de biomassa natural e de matéria seca observada nos dois ciclos para o sorgo e o feijão guandu, esses resultados são muito importantes, pois demonstram a capacidade do sorgo, do capim Paiaguás e do feijão guandu em produzirem forragem mesmo em períodos de pouca chuva. Demonstrando a viabilidade do uso dessas forrageiras em sistemas consorciados no semiárido.

É possível que a baixa produtividade de biomassa total obtida pelas forrageiras no presente estudo, nos sistemas consorciados, se deva ao fato das culturas terem durante o período experimental enfrentado período de pouca disponibilidade de chuvas (Figura 11), o que prejudicou o desenvolvimento das culturas e, conseqüentemente, a produção. Portanto, faz-se necessários estudos mais aprofundados e por períodos mais longos a fim de comprovar estes resultados.

Quanto ao rendimento de biomassa forrageiro do consórcio no segundo ciclo, verificou-se que a presença das espécies forrageiras não interferiu no rendimento de matéria natural e matéria seca total das plantas, quando comparado entre os consórcios testados (Tabela 35), mostrando-se que o sistema consorciado com sorgo + capim Paiaguás + guandu configura-se em alternativa promissora de cultivo no semiárido, pois, além da possibilidade de uso da cultura do sorgo para silagem, ainda é possível obter o aproveitamento das demais forrageiras tanto para alimentação de animais quanto como palhada para o sistema de plantio direto (REZENDE *et al.* 2016).

Estatisticamente a produtividade de biomassa seca dos tratamentos consorciados no segundo ciclo não apresentou efeito (Tabela 35). Apesar de não haver superioridade quantitativa do consórcio triplo sobre os demais, indica que qualitativamente pode ser considerado

melhor, uma vez que esse sistema é o que mais promove diversificação da produção de forragem para os animais e possibilita maior retorno ao produtor. Além disso, aumenta o teor de matéria orgânica no solo com intensificação da ciclagem de nutrientes, contribuindo para a sustentabilidade ambiental (HENDRICKSON *et al.*, 2008).

### 3.5 CONCLUSÕES

A altura de plantas de sorgo e feijão guandu não são prejudicadas pelo consórcio triplo entre sorgo, feijão guandu e capim Paiaguás nas condições estudadas.

Ocorreu acréscimo na produtividade de matéria natural total dos sistemas forrageiros consorciado com sorgo, capim Paiaguás e feijão guandu no primeiro ciclo de avaliação em condições semiáridas.

O sistema de consórcio triplo (sorgo, Paiaguás, guandu) promove redução individual da produtividade de matéria seca das espécies envolvidas, mas possibilita o aumento da produtividade total de matéria seca do sistema consorciado.

A composição botânica das espécies individual reduz quando cultivadas em consórcio, no entanto, o sistema consorciado promove incremento na diversidade forrageira nos tratamentos com as espécies integradas.

### 3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, C. A. B., CÓSER, A. C., MARTINS, C. E., OLIVEIRA, R. A., CUNHA, F. F., & FIGUEIREDO, J. L. A. Altura de capins e cobertura do solo sob adubação nitrogenada, irrigação e pastejo nas estações do ano. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 32, n. 1, p. 21–27, 2010. Doi: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.319>

ALVES., C., P., SOUZA., L., S., B., JARDIM., A., M., R., F., ARAÚJO JÚNIOR., G., N., PINHEIRO., A., G., SALVADOR., K., R., S., SILVA., G., I., N., SILVA., T., G., F. Resiliência agrícola no cultivo consorciado palma-sorgo em ambiente semiárido: uma revisão. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.14, n.7, p. 3932-3952, 2021. Doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.7.p3932-3952>

AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official Method of Analysis**. 16th Edition. Washington DC. 2002.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A. de; VEIGA, M. da; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. *Ciência Rural*, v. 39, n.6, set, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000107>

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu anão, milheto e sorgo em três épocas de corte. *Bragantia*, v. 69, n. 1, p. 77-86, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000100011>.

CAVALCANTI, A.C.; PARTELLI, F.L.; GONTIJO, I.; DIAS, J. R. M.; FREITAS, M. S. M.; CARVALHO, A. J. C. de . . Establishment of leaf nutrient patterns for the nutritional diagnosis of *Urochloa brizantha* pastures in two seasons. *Acta Sci. Agron.*, v.43, p.e50359, 2021. Doi: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.50359>

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, **5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999, 359 p.

CORTNER O, GARRET R. D, VALENTIM J. F, FERREIRA J, NILES M. T, REIS J, GIL J Percepções de sistemas integrados lavoura-pecuária para intensificação sustentável na Amazônia brasileira. *Política de Uso da Terra*. 82: p. 841-853, 2019.

COSTA, J. A. A. DA; NEVES, A. P.; SILVEIRA, L. DE S. M.; VILLAFUERTE, S. G. E.; GUIMARÃES, R. L. S.; PROCIÚNCULA, G. C. DA; JUNIOR, V. R. DE S.; VERZIGNASSI, J. R.; QUEIROZ, H. P. de. Consórcio de guandu com milho ou com sorgo para produção de silagem. *Comunicado Técnico*, **123**. Embrapa Gado de Corte, 2017, 16 p.

COSTA, R. R. G. F, COSTA, K. A. P, DE ASSIS, R. L, SANTOS, C. B, SEVERIANO, E. C, ROCHA, A. F. S, DE OLIVEIRA, I. P, COSTA, P. H. C. P, DE SOUZA, W. F, & AQUINO, M. M. Dynamics of biomass of pearl millet and Paiaguas palisadegrass in different forage systems and sowing periods in yield of soybean. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, n. 45, p. 4661–4673, 2016. Doi: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11623>

DANTAS, S. M.; RODRIGUES, V. DE P.; NEVES, R. DA S.; BARBOSA, R. R. MATSUNAGA, W. K. Análise bromatológica do feijão guandu cultivado no semiárido para produção

de forragens em diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, V. 15 n. 3, p.381-390, 2021. Doi: <https://doi.org/10.18011/bioeng2021v15n3p381-390>

FERREIRA J. J. Estágio de maturação do milho e do sorgo o ideal para ensilagem. In: CRUZ, J. C. et al. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 2001, p.405-428.

FERREIRA, V. O.; SILVA, M. M. O Clima da Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais: Subsídios para a Gestão de Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 02, p. 302-319, 2012. Doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v5.2.p302-319>.

GUIMARÃES, F. S.; CIAPPINA, A. L.; ANJOS, R. A. R.; SILVA, A.; PELÁ, A. Consórcio guandu-milho-braquiária para integração lavoura pecuária. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, Suplemento 1, p. 22-27, 2017. Doi: <https://doi.org/10.32404/re-an.v4i5.2218>

HENDRICKSON, J. R.; HANSON, J.D.; TANAKA, D. L, AND SASSENATH, G. Principles of integrated agricultural systems: Introduction to processes and definition. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 23, n. 4, p. 265–271, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1742170507001718>

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Dados climáticos da estação meteorológica de Almenara – MG. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em 07 mar. 2023.

MACHADO, F. S., RODRÍGUEZ, N. M., RODRIGUES, J. A. S., RIBAS, M. N., TEIXEIRA, A. M., RIBEIRO JÚNIOR, G. O., VELASCO, F. O., GONÇALVES, L. C., GUIMARÃES JÚNIOR, R., & PEREIRA, L. G. R. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 3, p. 711–720, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000300024>

MARTUSCELLO, J. A; AMORIM, P. L; CUNHA, D de N. F. V da; FERREIRA, P. S, RIBEIRO, L. S; SOUZA M.W. M. Morfogênese e estrutura do capim-braquiária em sistema de integração agricultura e pecuária. **Ciência Agrícola**, v. 15, n. 1, P. 33–42, 2017.

MUNIZ, M. P, COSTA, K. A DE P., SEVERIANO, E. DA C., BILEGO, U. O, VILELA, L., DIAS, M. B DE C., DE OLIVEIRA, I. P, ASSIS, L. F. A DE, DE SOUZA, W. F, & RODRIGUES, R. C. Produção, qualidade da forragem e desempenho de bovinos em capim-paiaguás e capim-tamani em diferentes formas de suplementação animal na integração lavoura-pecuária. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, n. 3, p. 381–388, 2022. Doi: <https://doi.org/doi/10.3316/informit.646465270239567>

OLIVEIRA J. M; GOLLANY H. T; POLUMSKY R. W; MADARI B. E; LEITE L. F. C; MACHADO P. L. O. A AND CARVALHO M. T. M. Predicting Soil Organic Carbon Dynamics of Integrated Crop-Livestock System in Brazil Using the CQESTR Model. **Frontiers in Environmental Science**, v. 10, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.826786>.

PAIVA, J. A. J. **Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1976. 83f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

PEQUENO, D. N. L. Intensidade como condicionante da estrutura do dossel e da assimilação de carbono de pastos de capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. Cv Xaraés sob lotação contínua. 75f. (Dissertação Mestrado em Agronomia), Programa de Pós-graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz!” Esalq, 2010.

PERAZZO, A. F., SANTOS, E. M., PINHO, R. M. A., CAMPOS, F. S., RAMOS, J. P. de F., AQUINO, M. M. de., SILVA, T. C. da., & BEZERRA, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, 43(10), 1771–1776, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001000007>

QUINTINO, A. da C.; ZIMMER, A. H.; COSTA, J. A. A. da; ALMEIDA, R. G. de; BUNGENSTAB, D. J. Silagem de milho safrinha com níveis crescentes de forragem de guandu. In: Simpósio de Produção Animal A Pasto, 2., 2013, Londrina. [**Resumos...**]. Maringá: Nova Sthampa; Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2013. p. 1-3. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/99252/1/RAC-Silagem--de-milho.pdf>.

REZENDE, B. P. M.; JAKELAITIS, A.; TAVARES, C. J.; MARANGONI, R. E.; CUNHA, P. C. R. Consórcio de sorgo com espécies forrageiras. **Revista Agro@ambiente** On-line, v. 10, n. 1, p. 57–64, 2016. Doi: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i1.3052>.

REZENDE, P.R.; RODRIGUES, L.M.; BACKES, C.; TEODORO, A.G.; SANTOS, A.J.M.; FERNANDES, P.B.; GIONGO, P.R.; RIBON, A.A.; BESSA, S.V. Productivity and nutrient extraction by Paiaguás palisadegrass, single and intercropping with pigeon pea, submitted to doses of nitrogen. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.74, n.6, p.1151-1160, 2022.

RODRIGUES, J. G., DIFANTE, G. DOS S., GURGEL, A. L. C., VERAS, E. L. DE L., COSTA, A. B. G. DA, PEREIRA, M. DE G., EMERENCIANO NETO, J. V., & COSTA, C. M. Establishment of *Brachiaria* cultivars in the soil-climatic conditions of the Brazilian semi-arid region. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 43, n. 1, e51802, 2020. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.51802>

ROSA, D. M.; NÓBREGA, L. H. P.; MAULI, M. M.; LIMA, G. P.; PACHECO, F. P. Substâncias húmicas do solo cultivado com *Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 221-230, 2017. Doi: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170026>

SANTOS FILHO, J. R. dos.; SOUSA, B. M. de L.; FAGUNDES, J. L.; BACKES, A. A.; SILVA, J. W. T.; ANDRADE, G. S.; SANTOS, A. L. H. dos. FLORÊNCIO, R. S. R.; SILVA, V. C. da. Implantação do capim paiaguás em monocultivo ou em sistema de integração com outras culturas. **Ciência Animal Brasileira**, v.22, e-68211, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e-68211>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, J. M. R.; OLIVEIRA, A. R.; MELO, R. F.; SANTOS, M. L. S. Viabilidade do cultivo consorciado de sorgo sacarino e feijão-caupi em barragem subterrânea em regiões semi-áridas. **Revista Científica Intellecto**, v. 2, p. 5-15, 2017. Doi: 10.31692/2526-7701.IIICOIN-TERPDVAGRO.2018.00695

SANTOS, M. E. R.; FERREIRA, I. C.; CARVALHO, B. H. R.; ROCHA, G. O.; BORGES, G. S.; OLIVEIRA, D. M. Morphogenesis of stockpiled Marandu, Piatã, Xaraés and Paiaguás brachiariagrass cultivars. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, p. 1413-1421, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12332>.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT version 9.2. SAS Institute Inc. 2010.

SENOUSSI, A.; SCHADT, I.; HIOUN, S.; CHENCHOUNI, H.; SAOUDI, Z.; AISSAOUI ZITOUN-HAMAMA, O.; ZIDOUNE, M. N.; CARPINO, S.; RAPISARDA, T. Botanical composition and aroma compounds of semi-arid pastures in Algeria. **Grass and Forage Science**, v. 76, n. 2, p. 282-299, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1111/gfs.12510>

VALENTE, B. S. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; CUTRIM JUNIOR, J. A. A.; PEREIRA, E. S.; BOMFIM, M. A. D.; FEITOSA, J. V. Composição químico-bromatológica, digestibilidade e degradação in situ da dieta de ovinos em capim-tanzânia sob três frequências de desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 1, p. 113-120, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100015>

VICENTE, E. R. J. S.; FEBA, L. T.; GOMES DA SILVA, P. C.; FRANZLUEBBERS, A. J.; MORO, E. Production and quality of sorghum silage intercropped with marandu grass and pigeonpea. **Colloquium Agrariae**, v. 19, p. 43-63, 2023. Doi: <https://doi.org/10.5747/ca.2023.v19.h512>

XIAO, M. Z., SUN, R., DU, Z-Y., YANG, W-B., YUAN, T-Q. A sustainable agricultural strategy integrating Cd-contaminated soils remediation and bioethanol production using sorghum cultivars. **Industrial Crops and Products**, v. 162, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113299>

#### 4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do trabalho demonstram que as hipóteses foram parcialmente comprovadas. De fato, a presença do capim Massai ou capim Paiaguás e do feijão guandu proporcionaram aumento na produção de matéria seca total no consórcio triplo no primeiro ciclo. Assim, os resultados demonstram que o capim Massai ou capim Paiaguás e feijão guandu são adequados para uso em consórcio com sorgo forrageiro em ambiente semiárido, como as observadas no experimento.

Vale ressaltar, no entanto, que, possivelmente devido as condições climáticas prevalecente durante o período experimental, não foi possível demonstrar aumento da produtividade individual do sorgo, capim Massai ou do capim Paiaguás quando em associação com feijão guandu, necessitando de maiores estudos em regiões semiáridas.

O presente estudo traz a contribuição de uma análise sobre sistemas integrados de produção, com sorgo forrageiro, feijão guandu e capim Massai ou capim Paiaguás, com potencial de uso nas condições de clima e solo do semiárido, porém são necessários novos ensaios com maiores ciclos de avaliações, em condição de pastejo e em diversos locais do semiárido brasileiro, com condições diferentes das observadas no experimento, uma vez que o Semiárido brasileiro apresenta diversidade edafoclimática.