

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

MARIANA GAIOTO ZIOLKOWSKI LUDKIEWICZ
Zootecnista

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE
MILHO E GUANDU-ANÃO CONSORCIADO OU NÃO COM CAPIM
MARANDU**

Ilha Solteira
2019

MARIANA GAIOTO ZIOLKOWSKI LUDKIEWICZ
Zootecnista

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE
MILHO E GUANDU-ANÃO CONSORCIADO OU NÃO COM CAPIM
MARANDU**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção.

Prof. Dr. Marcelo Andreotti
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

L944c Ludkiewicz, Mariana Gaioto Ziolkowski.
Composição químico-bromatológica da silagem de milho e guandu-anão
consorciado ou não com capim marandu / Mariana Gaioto Ziolkowski
Ludkiewicz. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2019
79 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2019

Orientador: Marcelo Andreotti
Inclui bibliografia

1. *Zea mays*. 2. *Urochloa brizantha*. 3. *Cajanus cajan*. 4. Integração lavoura
pecuária.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE MILHO E GUANDU-ANÃO CONSORCIADO OU NÃO COM CAPIM MARANDU

AUTORA: MARIANA GAIOTO ZIOLKOWSKI LUDKIEWICZ

ORIENTADOR: MARCELO ANDREOTTI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, área:
Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI

Depto. Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia - Unesp Ilha Solteira

Prof. Dr. MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ALLAN HISASHI NAKAO

Centro Universitário de Santa Fé do Sul / Centro Universitário de Santa Fé do Sul

Ilha Solteira, 13 de maio de 2019

DEDICO...

A minha mãe, Vera Lucia Gaioto, que me educou e me proporcionou tudo necessário ao longo de todo meu percurso, além de sempre me incentivar a lutar por meus objetivos até alcança-los e ser um exemplo a ser seguido.

Ao meu irmão, Arthur Gaioto Ziolkowski Ludkiewicz, pelo companheirismo e sempre estar ao meu lado me incentivando e me apoiando.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por sempre estar ao meu lado e conduzir através da fé o meu caminho, me proporcionando força para os dias difíceis e gratidão pelas experiências vividas.

A minha querida mãe, pelo apoio, compreensão, ajuda, e, em especial, pela dedicação e por todo carinho ao longo deste percurso.

Ao Prof. Dr. Marcelo Andreotti, pela orientação acadêmica durante esses anos, fortalecendo meu caminho pelo seu profissionalismo, constantes ensinamentos, amizade e confiança, a quem considero um exemplo.

A Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Sistema de Produção, pela oportunidade na realização deste sonho, e por oferecer todas as estruturas necessárias para que isso acontecesse.

Aos professores e funcionários do Campus de Ilha Solteira, pelo auxílio e ensinamentos na realização dos nossos trabalhos. A todos os funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, especialmente ao Alexandre, Alvino Silva, Juliano Borges, Elton Moreira e Sidival Antunes.

Aos amigos Acalian Nunes, Natália Marins Bastos, Sara Lourenço, Laura Oliveira, Bruno Yabuki, Allan Cunha, Évelyn Brazoloto por todo companheirismo, amizade e ajuda na condução deste experimento, além de contribuir para meu crescimento pessoal e profissional.

Aos amigos de equipe Allan Nakao, Eduardo Pechoto, Bruno Yabuki, Allan Cunha, Osvaldo Araujo, Leandro Inocêncio, Viviane Modesto, Deyvison Soares, Izabela Garcia, Leonardo Froio, Nathália Molinaro, Isadora Nicolielo, Débora Porto e Laura Cones os quais auxiliaram nos experimentos realizados na FEPE, foi um grande prazer trabalhar, conviver e usufruir do vosso companheirismo e amizade.

Ao meu namorado Lucas Filgueira Garcia, por todo apoio, incentivo, carinho, amor e companheirismo na execução desta escrita, sempre me incentivando e auxiliando em todos os momentos.

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

Enfim, agradeço a todos que colaboraram com a minha formação e a realização deste trabalho, assim contribuindo na construção de mais uma parte do meu caminho. E a todos aqueles que neste momento não foram lembrados, porém jamais esquecidos.

“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”.

Marthin Luther King

RESUMO

O milho é a cultura mais utilizada para produção de silagem em monocultivo, mas o seu consórcio com forrageiras tropicais (gramíneas) e adubos verdes (leguminosas), como guandu-anão, em sistemas integrados de produção agropecuários (SIPA), tem sido uma opção vantajosa para aumentar a produção de matéria seca e a qualidade bromatológica do material vegetal a ser ensilado. Assim, o objetivo da pesquisa foi avaliar, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, de textura argilosa, por dois anos, a produtividade de matéria seca, teor de proteína bruta, cinzas, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e ácido, hemicelulose, celulose, lignina, nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido de silagens do consórcio milho e guandu-anão em diferentes densidades de semeadura com ou sem o capim Marandu em sistema integrado de produção agropecuária sob Sistema Plantio Direto. O trabalho foi desenvolvido na FEPE, pertencente à Unesp, Campus de Ilha Solteira, localizada em Selvíria-MS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições, sendo milho consorciado ou não com capim Marandu, com espaçamento entrelinhas de 0,45m, e cinco densidades de semeadura do guandu-anão (0, 6, 12, 18 e 24 sementes m⁻¹). O consórcio de milho com capim Marandu e guandu-anão na safrinha proporciona maior produtividade de matéria seca para ensilagem. O consórcio triplo propicia maiores teores de proteína bruta na silagem de planta inteira de milho, com até 15 sementes m⁻¹ de guandu-anão, na semeadura. A utilização da *Urochloa brizantha* cv. Marandu no consórcio com milho e guandu-anão até 6 sementes m⁻¹ não altera a produção e melhora a composição químico-bromatológica da silagem.

Palavras-chave: *Zea mays*. *Urochloa brizantha*. *Cajanus cajan*. Integração lavoura pecuária.

ABSTRACT

The corn is the crop more used for silage production in single crop, but this intercrop with tropical forage and green fertilizers, as dwarf pigeon pea, in crop livestock systems, has been an advantageous option to increase the dry matter yield and the chemical quality of the vegetable to be ensiled. Thus, the objective of the research was to evaluate the dry matter yield, the crude protein content, ash, ethereal extract, neutral and acid detergent fiber, hemicellulose, cellulose, lignin, neutral and acid Detergent Insoluble Nitrogen content of silage from corn in consortium with dwarf pigeon pea at different seeding densities with or without Marandu grass in crop livestock system under no-tillage for a two years. The work was developed at Cerrado area, belonging to Unesp - Ilha Solteira, located in Selvíria-MS, Brazil. The experimental design was a randomized complete block design in a 2 x 5 factorial scheme with four replicates, being corn intercropped with Marandu grass, with row spacing of 0.45m, and five dwarf pigeon pea densities (0, 6, 12, 18 and 24 seeds per meter). The maize consortium with Marandu grass and dwarf pigeon pea in the interim-harvest provides higher productivity of dry matter for silage. The triple consortium provides higher crude protein levels in whole plant silage of corn, with up to 15 seeds m⁻¹ of dwarf pigeon pea, at seeding. The use of *Urochloa brizantha* cv. Marandu in the consortium with corn and dwarf pigeon pea up to 6 seeds m⁻¹ doesn't change the production and improves the chemical-bromatological composition of the silage.

Keywords: *Zea mays*. *Urochloa brizantha*. *Cajanus cajan*. Crop-livestock integration.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no período de maio/2016 a outubro/2017.....27
- Figura 2** - Implantação do experimento no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....70
- Figura 3** - Área de implantação do experimento no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....70
- Figura 4** - Implantação do experimento no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....71
- Figura 5** - Plantas de milho, guandu-anão e capim Marandu em fase inicial de crescimento no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....71
- Figura 6** - Plantas de milho, guandu-anão e capim Marandu em pleno crescimento no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....72
- Figura 7** - Irrigação por aspersão com pivô central na área experimental no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....72
- Figura 8** - Plantas de milho em estágio de crescimento no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....73
- Figura 9** - Plantas de milho em estágio de florescimento no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) Selvíria/MS.....73
- Figura 10** - Avaliação do índice de clorofila nas folhas utilizando um clorofilômetro digital em plantas de milho em estágio de florescimento ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....74
- Figura 11** - Florescimento de milho no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....74
- Figura 12** - Colheita do material a ser ensilado no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....75
- Figura 13** - Carreta com material a ser ensilado no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....75
- Figura 14** - Abertura dos silos experimentais no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....76
- Figura 15** - Coleta do suco da silagem com a utilização da prensa no dia da abertura dos silos experimentais no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.....76

Figura 16	- Destilador de nitrogênio no ano de 2017 no Laboratório de Bromatologia do DBZ/FEIS/UNESP – Ilha Solteira/SP.....	77
Figura 17	- Becker de vidro graduado com material para análise no Laboratório de Bromatologia do DBZ/FEIS/UNESP – Ilha Solteira/SP no ano de 2017.....	77
Figura 18	- Balões volumétricos com material para análise no Laboratório de Bromatologia do DBZ/FEIS/UNESP – Ilha Solteira/SP no ano de 2017.....	78
Figura 19	- Análise de Extrato Etéreo no ano de 2017 no Laboratório de Bromatologia do DBZ/FEIS/UNESP – Ilha Solteira/SP.....	78
Figura 20	- Amigos e colegas da equipe de Sistemas Integrados de Produção de Ilha Solteira (SIPAIS) na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp – Ilha Solteira.....	79
Figura 21	- Amigos e colegas da equipe de Sistemas Integrados de Produção de Ilha Solteira (SIPAIS)	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Influência da quantidade de grãos sobre o valor nutricional da silagem de milho.....	26
Tabela 2	- Resultados de análise química do solo na camada de 0-0,20 m. Selvíria (MS), 2016.....	28
Tabela 3	- Altura de plantas (ALT), de inserção de espiga (AIE), diâmetro médio basal do colmo (DBC), estande final de plantas (EFP), número de espigas (NE) e leituras do índice de clorofila nas folhas (ICF) do milho consorciado com guandu anão em cinco densidades, com e sem capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, no ano agrícola de 2016.....	33
Tabela 4	- Desdobramento da interação entre densidade do guandu anão e consórcios, para o estande final de plantas de milho por ha, no ano agrícola de 2016.....	34
Tabela 5	- Altura de plantas (ALT), de inserção de espiga (AIE), diâmetro médio basal do colmo (DBC), estande final de plantas (EFP), número de espigas (NE) e leituras do índice de clorofila nas folhas (ICF) do milho consorciado com guandu anão em cinco densidades, com e sem capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, no ano agrícola de 2017.....	35
Tabela 6	- Desdobramento da interação entre densidade do guandu anão e consórcios, para a altura de inserção da espiga da planta de milho (m), no ano agrícola de 2017.....	35
Tabela 7	- Produção de matéria seca a ser ensilada (PMS Inicial) e da silagem (PMS Final) obtida de consórcios de milho com guandu-anão, com e sem capim Marandu, e porcentagem de participação do Guandu, Marandu e componentes do Milho, em 2016.....	36
Tabela 8	- Desdobramento da interação entre densidade guandu e consórcios, para guandu anão e do capim Marandu na massa vegetal a ser ensilada, em 2016.....	37
Tabela 9	- Produção de matéria seca a ser ensilada (PMS Inicial) e da silagem (PMS Final) obtida de consórcios de milho com guandu-anão, com e sem capim Marandu, e porcentagem de participação do Guandu, Marandu e componentes do Milho, em 2017.....	39
Tabela 10	- Desdobramento da interação entre densidades do guandu anão e consórcios, para produção de matéria seca da massa vegetal a ser ensilada (PMS Inicial) e da matéria seca da silagem (PMS Final), em 2017.....	39
Tabela 11	- Desdobramento da interação entre densidades do guandu anão e consórcios, para a participação guandu anão na massa vegetal a ser ensilada, em 2017.....	40
Tabela 12	- Desdobramento da interação entre densidade do guandu anão e consórcios, para a participação do capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, da espiga e do colmo da planta de milho na massa vegetal a ser ensilada, no ano agrícola de 2017.....	41

Tabela 13	- Valores de pH das silagens de milho com e sem capim Marandu no consórcio com densidades de semeadura do guandu-anão, em 2016 e 2017.....	43
Tabela 14	- Teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) das silagens de milho com ou sem capim Marandu, e com densidades de semeadura do guandu-anão, em 2016 e 2017.....	44
Tabela 15	- Desdobramento da interação entre com ou sem a presença do Marandu e densidades do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de proteína bruta (PB) na silagem, em 2016 e 2017.....	45
Tabela 16	- Desdobramento da interação com ou sem a presença do Marandu e densidades de semeadura do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido na silagem, em 2017.....	47
Tabela 17	- Teores de cinzas (CZ), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) das silagens de milho com ou sem capim Marandu com densidades de semeadura do guandu-anão, em 2016 e 2017.....	48
Tabela 18	- Desdobramento da interação entre com ou sem a presença do Marandu e densidades do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de extrato etéreo (EE) na silagem, em 2016 e 2017.....	49
Tabela 19	- Desdobramento da interação entre com ou sem a presença do Marandu e densidades do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) na silagem, em 2016 e 2017.....	51
Tabela 20	- Desdobramento da interação entre com ou sem a presença do Marandu e densidades do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) na silagem, em 2016 e 2017.....	52
Tabela 21	- Teores de celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG) das silagens de milho com ou sem capim Marandu, e com densidades de semeadura do guandu-anão, em 2016 e 2017.....	53
Tabela 22	- Desdobramento da interação com ou sem a presença do Marandu e densidades de semeadura do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de celulose (CEL) na silagem, em 2017.....	53
Tabela 23	- Desdobramento da interação com ou sem a presença do Marandu e densidades de semeadura do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de hemicelulose (HEM) na silagem, em 2016.....	54
Tabela 24	- Desdobramento da interação com ou sem a presença do Marandu e densidades de semeadura do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de lignina (LIG) na silagem, em 2017.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	BIOMA CERADO.....	15
2.2	FEIJÃO GUANDU-ANÃO (<i>Cajanus cajan</i>).....	16
2.3	<i>Urochloa brizantha</i> (syn. <i>Brachiaria brizantha</i>).....	16
2.4	SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIOS.....	17
2.5	ASPECTOS GERAIS DA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP).....	21
2.6	SISTEMA SANTA BRÍGIDA.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL..	27
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	28
3.3	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	28
3.4	AMOSTRAGEM DAS PLANTAS PARA A ENSILAGEM.....	29
3.5	AVALIAÇÕES REALIZADAS ANTES DA ENSILAGEM.....	30
3.5.1	Índice de clorofila foliar (ICF)	30
3.5.2	Altura de plantas (ALT)	30
3.5.3	Altura da inserção da primeira espiga (AIE)	30
3.5.4	Diâmetro médio basal de colmos (DBC)	30
3.5.5	Estande final de plantas (EEP)	30
3.5.6	Número de espigas (NE)	30
3.6	AVALIAÇÕES REALIZADAS APÓS ENSILAGEM.....	31
3.6.1	Produtividade de Matéria Seca Total (PMS) e % de Participação dos componentes (%).....	31
3.6.2	pH da silagem.....	31
3.6.3	Teor de Proteína Bruta (PB)	31
3.6.4	Análises químico-bromatológicas	31
3.6.5	Análise estatística	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5	CONCLUSÕES.....	56
	REFERÊNCIAS.....	57
	APÊNDICE- FIGURAS.....	70

1 INTRODUÇÃO

No Brasil o processo de ensilagem é uma das principais formas de conservação de material vegetal para garantir a alimentação dos ruminantes durante o período seco do ano. Consiste num método de conservação com o armazenamento da forragem em condições de anaerobiose, para o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico a partir de substratos como açúcares solúveis, ácidos orgânicos e compostos nitrogenados solúveis. Nesse processo ocorre diminuição do pH da massa ensilada e aumento de temperatura e nitrogênio amoniacal (ZEOULA *et al.*, 2003).

A silagem de milho, um alimento tradicionalmente utilizado na pecuária no Brasil, deve ser produzida com eficiência, buscando alta qualidade. O contrário gera baixa produtividade no rebanho e aumento dos custos alimentares, devido à maior necessidade de compra de insumos. Entretanto, a definição de silagem de qualidade teve transformações ao longo do tempo. Inicialmente, o enfoque era a produção máxima de volume de massa verde por hectare, como forma de obter um alimento de baixo custo. Nas décadas de 1960 e 70, com a evolução potencial genético das plantas, passou-se a buscar a produção de uma silagem com maior teor de grãos. Estudos, na época, demonstravam que os grãos eram mais digestíveis que folhas e colmos. Contudo, não havia um conhecimento da constituição química dessas silagens, hoje já elucidadas.

O milho para silagem é uma fonte de fibras, carboidratos, proteínas e vitaminas do complexo B, além de possuir um bom potencial calórico, contem grandes quantidades de açúcares. No milho, também se encontram vários nutrientes como ferro, fósforo, potássio e zinco, sendo considerada uma excelente fonte destes para os animais. O seu valor nutritivo é caracterizado pela sua composição bromatológica e a interação dessa composição com o consumo animal.

Além da produção de silagem de milho em sistemas de monocultivo, o seu consórcio com forrageiras tropicais (gramíneas) em sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA), tem sido utilizado para aumentar a produção de matéria seca total durante o ano e para recuperar pastagens degradadas (LEONEL *et al.*, 2009).

A utilização de forrageiras leguminosas em consórcio com o milho também tem apresentado resultados produtivos positivos (OLIVEIRA *et al.*, 2010a), no qual o

objetivo deste consórcio é aumentar o aporte de nitrogênio (N) no solo, via fixação biológica do N₂ atmosférico, visto que os SIPAs ainda são limitados pela carência do nutriente, com alta dependência do uso de adubo nitrogenado para o sucesso da produção (ROSOLEM *et al.*, 2011). Quando em consórcio de milho, capim Marandu, e guandu pode haver a vantagem de melhoria na qualidade das pastagens, com aumento do teor de proteína bruta (PB) na dieta dos animais, justamente no período seco do ano.

Assim, o objetivo da pesquisa foi avaliar a produtividade de matéria seca e a composição químico-bromatológica de silagens de milho safrinha consorciado ou não com *Urochloa brizantha* cv. Marandu em cinco densidades de semeadura do guandu-anão, por dois anos consecutivos, sob condições irrigadas, no Cerrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BIOMA CERADO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional. A sua área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos enclaves no Amapá, Roraima e Amazonas. Neste espaço territorial encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da Brasil (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade. Considerado como um hotspots mundiais de biodiversidade, o Cerrado apresenta extrema abundância de espécies endêmicas, entretanto, também apresenta excepcional perda de habitat. Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas (BRASIL, 2014).

A topografia é um atrativo para que a atividade agrícola possa ser desenvolvida em determinada região, sendo essas áreas mais valorizadas (FERREIRA *et al.*, 2009).

Desde as décadas de 1970 e 80 tem-se observado expressivo aumento das atividades agrícolas nas áreas do Cerrado, com intensa substituição da vegetação nativa por áreas cultivadas, especialmente para produção de alimentos, fibra e energia (FERREIRA *et al.*, 2007). A transformação desses ambientes naturais para sistemas agrícolas tem provocado a degradação do solo em consequência de sua exploração inadequada (FONSECA *et al.*, 2007; LEITE *et al.* 2010).

Neste sentido, vêm crescendo a preocupação com a sustentabilidade das atividades econômicas ligadas ao ambiente, como a agricultura e a pecuária. Segundo Moser (2015), a atividade agropecuária deve ser produtivamente eficiente, economicamente viável, responsável social e ecologicamente compatível com o ambiente, incluindo aspectos como rentabilidade econômica, produtividade, relações entre custo e benefício e conceitos ligados à preservação ambiental, como poluição e qualidade do solo.

O crescimento anual da população mundial aumenta a demanda por alimento em curto prazo. Em função disto, a necessidade de intensificação da produção

agropecuária tem que ser uma realidade. Por isso, torna-se fundamental manejar adequadamente áreas que estão com problemas de degradação (LOPES *et al.*, 1999).

2.2 FEIJÃO GUANDU-ANÃO (*Cajanus cajan*)

A pastagem com poáceas apresenta grande produção de massa seca, entretanto, o teor de proteína não se torna suficiente para adequada nutrição dos bovinos, necessitando de suplementação (BARBERO *et al.*, 2016). Tal fato pode ser amenizado ou até mesmo superado com a introdução de plantas forrageiras com maiores teores de proteína. Uma alternativa interessante é a utilização do guandu anão (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.); uma Fabácea palatável aos bovinos após o florescimento, com alta taxa de sobrevivência em consórcio com braquiárias (LISBÔA e PAUSE, 2010). Apresenta aproximadamente 15% a mais de proteína que as braquiárias (VELOSO *et al.*, 2006), podendo ser cultivada junto à essa Poácea para a formação de uma pastagem com teor de proteína mais elevado (NERES *et al.*, 2012). Segundo Quintino *et al.* (2013), na utilização de silagem de milho na dieta animal, o incremento de 20% de guandu pode elevar o teor de proteína bruta em até 50%, gerando, conseqüentemente, aumento no ganho de peso animal de 200 g dia⁻¹, demonstrando assim o potencial desta leguminosa para a dieta animal.

A produtividade da forragem do guandu anão é considerada elevada; serve de suplementação para o gado e também possui farinha de excelente qualidade para a suplementação de suínos e aves. Além dos benefícios apresentados à pastagem, ainda podem ser benéficas quando usadas para incorporação ao solo, pois proporcionam o aumento do aporte de N ao solo, via fixação biológica do nitrogênio atmosférico (OLIVEIRA *et al.*, 2010c).

2.3 *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria brizantha*)

Espécies do gênero *Urochloa* passaram a ter grande importância para a pecuária brasileira, por ocuparem grandes extensões territoriais, sobretudo na região dos Cerrados. As gramíneas desse gênero constituem porção significativa, de aproximadamente 85% da área ocupada com pastagens no Brasil (BARBOSA,

2006), sendo que a maior parte da exploração na região de Cerrado emprega pastagens de *U. brizantha*; *U. humidicola* e *U. decumbens*.

Entretanto, as braquiárias desenvolvem-se dentro de uma grande diversidade de habitats (várzeas e bosques sombreados até semidesertos) sendo que a maior parte dessas espécies é encontrada nas savanas africanas (RENVOIZE *et al.*, 1996). O interesse agrônômico dado ao gênero está relacionado ao uso como plantas forrageiras em pastagens por terem boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas e sua grande produção de fitomassa (VALLE *et al.*, 2000).

De acordo com Machado e Valle (2011), as cultivares de *Urochloa brizantha* apresentam mudanças fenológicas quanto às dimensões de folha e colmo e quanto à qualidade nutricional da forragem que, em condição de pastejo, resultam em diferentes produtividades do animal.

Crusciol *et al.* (2011), avaliando o efeito do consórcio com capim Marandu (*Urochloa brizantha*) na nutrição e produtividade de híbridos de sorgo granífero de ciclos contrastantes, em sistema plantio direto, verificaram que o cultivo do sorgo consorciado com o capim Marandu não afeta a nutrição, a adaptação e a produtividade de matéria seca e de grãos da cultura do sorgo e permite boa produção de matéria seca de forragem, o que possibilita o consórcio entre as espécies.

2.4 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIOS (SIPA)

A agricultura e a pecuária no Brasil têm, tradicionalmente, suas atividades produtivas executadas de forma separada. Esta prática, ao longo dos anos, contribuiu para acelerar o processo de degradação, tanto das áreas de pastagens, como das áreas de lavouras (VICTÓRIA FILHO, 2003). Tal fato gera uma preocupação muito grande para os pecuaristas, porque as pastagens constituem a base da dieta do rebanho bovino, em virtude do seu baixo custo de produção, alto potencial produtivo e da sua boa adaptação aos diversos ecossistemas brasileiros (QUARESMA *et al.*, 2011).

A recuperação das áreas de pastagens degradadas por métodos tradicionais de preparo de solo e semeio de capim é muito onerosa, em especial pela necessidade de preparo do solo, correção e de fertilização (PORTES *et al.*, 2000).

Por isso, a estratégia de recuperação ou renovação de pastagem conjuntamente com o consórcio de culturas de grãos tem se mostrado uma alternativa viável.

De acordo com Macedo (2009), os SIPAs são definidos como sistemas produtivos de grãos, silagem, carne, leite, lã, e outros, realizados na mesma área, em semeadura simultânea, sequencial ou rotacionada, onde se objetiva maximizar a utilização da área, os ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, bem como aproveitar efeitos residuais de corretivos e fertilizantes, minimizar e otimizar a utilização de agroquímicos, aumentar a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão-de-obra, gerar emprego e renda, melhorar as condições sociais no meio rural e diminuir impactos ao ambiente, visando maior sustentabilidade dos sistemas produtivos, por meio dos recursos e benefícios que uma atividade proporciona à outra.

O SIPA está presente em 25 milhões de km² (BELL e MOORE, 2012) e é responsável por aproximadamente 50% da produção de alimentos no mundo - 65% dos bovinos, 75% do leite e 55% dos cordeiros nos países em desenvolvimento (HERRERO *et al.*, 2010). Por essa representatividade, ele é considerado vital para a segurança alimentar em âmbito global. Além do seu papel na produção de alimentos, esse sistema é a base da produção dos países em desenvolvimento, onde dois bilhões de pessoas são sustentadas por esse modelo de produção (WRIGHT *et al.*, 2012).

Recentemente, o SIPA foi reconhecido como alternativa para intensificação sustentável (FAO, 2010), pois reúne gama de atributos raros em sistemas de produção de alimentos. Ele é mais eficiente no uso dos recursos naturais (WRIGHT *et al.*, 2012); promove ciclagem de nutrientes e melhoria do solo (SALTON *et al.*, 2014); reduz os custos de produção (RYSCHAWY *et al.*, 2012), mantendo níveis de produtividade elevados (BALBINOT JÚNIOR *et al.*, 2009); e ainda produz inúmeros serviços ecossistêmicos (SANDERSON *et al.*, 2013). Resulta que tal sistema retomou sua importância, após décadas de predomínio de sistemas intensivos, os quais se caracterizam por pouca diversidade e pelo elevado uso de insumos (LEMAIRE *et al.*, 2014). Segundo Herrero *et al.* (2010), o futuro da alimentação do planeta está, agora, em tecnologias de intensificação sustentável que promovam ganhos de eficiência para se produzir mais alimentos sem que se use mais área, água ou outros insumos.

Dentro desse conceito, as áreas de lavouras dão suporte à pecuária por meio da produção de alimento para o animal, seja na forma de grãos, silagem e feno, seja na de pastejo direto, aumentando a capacidade de suporte da propriedade, permitindo a venda de animais na entressafra e proporcionando melhor distribuição de receita durante o ano (MELLO *et al.*, 2004).

Até pouco tempo, a maior parte das áreas utilizadas para produção de grãos no Cerrado brasileiro permanecia em repouso de sete a oito meses, com apenas uma safra por ano agrícola, em virtude das condições climáticas desfavoráveis no início do outono, sobretudo a deficiência hídrica (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003). Dessa forma, a semeadura de forrageiras em fevereiro/março, em sucessão à cultura de verão, é uma boa opção. Dependendo do planejamento do produtor, a semeadura na primavera pode fornecer forragem de qualidade aos animais e palhada para a continuidade do SPD no verão (MACEDO, 2009).

Tem-se observado cada vez mais, tanto por parte de pesquisadores, quanto de produtores rurais, a adoção de sistemas produtivos mais sustentáveis quando comparados aos comumente utilizados. Estes sistemas objetivam principalmente, o aumento na produtividade de grãos, assim como melhores resultados também na atividade agropecuária. Desta maneira, práticas de manejo que seguem esta teoria estão ganhando espaço no atual panorama mundial de produção vegetal e animal. Entretanto, a adequação a essa nova realidade requer novos investimentos em infraestrutura e armazenamento, dentre outros (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2005).

O SPD e a integração agricultura-pecuária são alternativas de manejo que conciliam a manutenção e até mesmo a elevação da produção, com maior racionalidade dos insumos empregados (SANTOS *et al.*, 2008). Além disto, ocorre o aumento da matéria orgânica que incrementa a qualidade do solo (CONCEIÇÃO *et al.*, 2005), promovendo a agregação, com reflexos positivos na partição da água, favorecendo a infiltração e diminuindo o escoamento superficial.

Para manter anualmente o aporte de palha exigido para a manutenção da estabilidade do SPD, é de fundamental importância o estabelecimento de culturas para a produção de palha, em quantidade adequada à cobertura do solo, e que minimize o acelerado processo de decomposição da mesma (CHIODEROLI *et al.*, 2010). Assim, deve-se conhecer a espécie vegetal a ser utilizada no programa de rotação ou consorciação de culturas, quanto à sua produção de massa seca e tempo de decomposição, que interferem diretamente na quantidade de palha sobre o solo

e, conseqüentemente, nos atributos químicos do solo, dentre os quais a CTC, que afetam diretamente a dinâmica de cátions no solo (ANDREOTTI *et al.*, 2008).

Espécies forrageiras perenes, como *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha*, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *P. maximum* cv. Mombaça são consideradas como excelentes materiais para a cobertura do solo no SPD, por se destacarem devido à facilidade de implantação, uma vez que são multiplicadas por sementes (COSTA, 2014), além de fornecerem grande quantidade de massa seca, que é fundamental para o SPD, apresentam alta relação carbono/nitrogênio (C/N), retardando a velocidade de decomposição da palha, aumentando a possibilidade de utilização em regiões mais quentes na proteção do solo por mais tempo contra erosão e radiação solar (TIMOSSI *et al.*, 2007). As espécies do gênero *Brachiaria*, de maneira geral, vêm sendo consideradas opções proeminentes na formação da palhada para o SDP, devido à boa produção de massa seca e à alta relação C/N de sua composição (NUNES *et al.*, 2006a).

A rotação e consorciação de culturas pode ainda favorecer a quebra do ciclo de pragas e doenças, além de diminuir a incidência de plantas daninhas na área de cultivo, o que resulta em maior produção das culturas e redução dos custos (COSTA, 2014).

Como alternativa para recuperação das pastagens degradadas, iniciou-se o consórcio de culturas graníferas como o milho (*Zea mays* L.), sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench), soja [*Glycine max* (L.) Merr.] e arroz (*Oryza sativa* L.) com capins dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus* (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003; CRUSCIOL *et al.*, 2011; MATEUS *et al.*, 2011; PARIZ *et al.*, 2011a, b, c; COSTA *et al.*, 2012; CRUSCIOL *et al.*, 2012; BORGHI *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2013). Tornando-se assim, excelentes alternativas na produção de grãos e forragem para a pecuária no período seco, além de elevar o aporte de palhada para continuidade do SPD (PARIZ *et al.*, 2011a,b).

O consórcio pode ser implantado simultaneamente à semeadura da cultura anual, ou cerca de 10 a 20 dias após a emergência desta (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2000). Portanto, o conhecimento do comportamento das espécies, na competição por fatores de produção, evita que esta inviabilize o cultivo consorciado (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003). Tal técnica permite a antecipação na formação da pastagem para pastejo, silagem, silagem seguida de pastejo, fenação e, ainda formação de palhada para a continuidade do SPD (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003).

Tal sistema tem sido estudado por vários pesquisadores (FREITAS *et al.*, 2005; JAKELAITIS *et al.*, 2005; JAKELAITIS *et al.*, 2006), os quais relataram que, na maioria dos estudos, a presença da forrageira não afetou a produtividade de grãos de milho. Portanto, o consórcio, quando praticado de maneira tecnicamente correta, proporciona o aumento da quantidade de palha, visando à melhor cobertura do solo para a realização da semeadura direta e, muitas vezes, o aumento de produtividade na cultura sequente e/ou a antecipação da formação de pastagem.

Estudando a viabilidade de consórcios, Martuscello *et al.* (2011) avaliaram a produtividade de massa vegetal do capim braquiária solteiro ou consorciado com leguminosas, e constataram que as maiores produções da gramínea foram observadas nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada e em consórcio com estilosantes, indicando assim que o consórcio com leguminosa não alterou negativamente a produtividade da gramínea.

Também Silva *et al.* (2012), avaliando o crescimento e a produção de matéria seca de espécies forrageiras consorciadas com pinhão-manso (*Jatropha curcas*), constataram que a produtividade de *Megathyrsus maximum* teve sua produtividade aumentada pelo sistema consorciado. A elevada produtividade dessas espécies, mesmo em cultivo consorciado ao pinhão-manso, demonstra sua capacidade de manter o crescimento, mesmo com restrição de luz (SEVERINO *et al.*, 2006).

Vários estudos têm demonstrado a viabilidade técnica do consórcio de forrageiras com cereais nos sistemas de ILP, havendo destaque para a cultura do milho (BORGHI; CRUSCIOL, 2007; LEONEL *et al.*, 2008; LEONEL *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2011, PARIZ *et al.* 2011a, b; COSTA *et al.*, 2012; BORGHI *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2013).

2.5 ASPECTOS GERAIS DA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP)

De acordo com Balbinot Júnior *et al.* (2009), sistemas de ILP pressupõem a prática de cinco fundamentos básicos: 1) Correção da acidez e fertilidade do solo; 2) Uso do SPD; 3) Rotação de culturas; 4) Uso de genótipos de animais e vegetais melhorados que apresentem elevada produtividade com parâmetros qualitativos e de rusticidade desejados; e 5) Manejo correto da pastagem, principalmente em termos de adubação e altura de pastejo.

No sistema integração lavoura-pecuária, por meio da consorciação de gramíneas, a forrageira tem a função de disponibilizar alimento para a exploração pecuária, a partir do final do verão até início da primavera, e, posteriormente, de formação de palhada, para o cultivo da cultura produtora de grãos. Esse sistema é uma alternativa na busca por novas técnicas que visem a redução dos custos para formação e reforma das pastagens. Desta forma, diversas pesquisas têm sido realizadas sobre a rotação de culturas anuais com pastagens, sendo consolidados como ILP (BRAZ *et al.*, 2012).

Mesmo com vários avanços na pesquisa sobre o sistema agropastoril, questiona-se a intensidade com que cada cultura interfere no crescimento da forrageira, o modo pelo qual a pastagem se recupera após a colheita das culturas e quais são as variações no crescimento da gramínea forrageira no cultivo consorciado, em relação ao solteiro (PORTES *et al.*, 2000).

Silva *et al.* (2010) também relataram que o sistema ILP eleva o potencial de produção e reduz riscos de degradação das pastagens, melhorando as características químicas, físicas e biológicas do solo, além do potencial produtivo de grãos, forragens e silagem.

Nestes sistemas de produção, desde que bem conduzidos, as culturas graníferas geralmente apresentam bom crescimento inicial, exercendo com isto, alta competição sobre as forrageiras, e assim evitando uma redução significativa nas suas capacidades produtivas de grãos. A competição existente entre as espécies pode inviabilizar o cultivo consorciado, porém, o conhecimento do comportamento destas na competição por fatores inerentes ao desenvolvimento de ambas, torna-se de grande importância para o êxito na formação da pastagem e produtividade satisfatória da cultura de grãos (PARIZ *et al.*, 2011c; COSTA *et al.*, 2012; COSTA *et al.*, 2013).

Vários estudos têm demonstrado a viabilidade técnica do consórcio de forrageiras com cereais nos SIPAs. No caso do consórcio de espécies forrageiras com a cultura do sorgo forrageiro, ainda são escassos os trabalhos na literatura que indiquem qual espécie melhor se adapta ao sistema de consórcio e qual o melhor arranjo entre plantas (BENÍCIO *et al.*, 2011; ALBUQUERQUE *et al.*, 2013). Entretanto, a inconsistência dos resultados obtidos em diferentes regiões do país, evidencia a importância de se realizarem pesquisas regionalizadas, buscando melhorar a eficiência destes sistemas produtivos.

No estabelecimento de pastagens associadas com culturas acompanhantes, segundo Maia *et al.* (2000), empregam-se comumente as gramíneas forrageiras dos gêneros *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*), *Megathyrsus* (Syn. *Panicum*), *Andropogon*, *Setaria*, com as culturas acompanhantes, como milho, sorgo, arroz e milheto. A grande vantagem esperada, e geralmente alcançada, dessa associação de acordo com Cruz Filho (1990) e Carvalho (1993), é a redução de custos da formação de pastagem da espécie perene, que deve praticamente representar o custo das sementes, pois quase todas as práticas realizadas para a cultura anual certamente beneficiam a planta forrageira associada, sendo que a pastagem deverá ficar formada após a retirada da cultura anual, possibilitando que a pastagem produzida no consórcio seja utilizada durante a estação em sucessão (ALVARENGA, 2004).

Segundo Ramos *et al.* (2009), a determinação de produção de biomassa das gramíneas é ponto chave para a determinação de sua inserção nos diversos sistemas de produção, porém, além biomassa total, deve-se levar em consideração as proporções dos componentes da planta, pois tanto para a nutrição animal, como para a ciclagem de nutrientes, é desejável uma maior proporção de folhas na forragem acumulada ao longo do ano (QUADROS, *et al.*, 2004).

A recuperação de áreas degradadas, a redução dos custos de produção e o uso da área agrícola durante todo o ano têm sido viabilizados pelos SIPAs em SPD, com resultados socioeconômicos e ambientais positivos (FRANZLUEBBERS, 2007; TRACY; ZHANG, 2008; MACEDO, 2009).

A ILP apresenta maior sustentabilidade do que os modernos sistemas de monocultura, que dependem da utilização de grandes quantidades de fertilizantes e inseticidas (KATSVAIRO *et al.*, 2006). De acordo com Balbinot Júnior *et al.* (2009), este sistema pressupõe a rotação de culturas em SPD, o uso de genótipos de animais e vegetais melhorados, e o manejo correto da pastagem.

A maioria dos estudos com ILP se atêm apenas à avaliação da produção de grãos. No entanto, fatores como espécie, fertilidade do solo, maturidade fisiológica das plantas em consórcio, colheita, processamento, manejo dos animais, armazenamento e condições climáticas (água, temperatura e fotoperíodo) podem alterar a produção de matéria seca, a composição bromatológica e, conseqüentemente, o teor de energia ou nutrientes digestíveis totais (NDT) da forragem, principalmente em função de alguns componentes da parede celular, como a celulose, a hemicelulose e a lignina (LEONEL *et al.*, 2009).

A prática da ensilagem, utilizando-se culturas produtoras de grãos consorciadas com espécies forrageiras tropicais na ILP, é relativamente recente, entretanto, as pastagens formadas nestes sistemas produtivos, têm funções que vão além da alimentação dos animais, pois devem contribuir também com a melhoria do ambiente de produção, fornecem palhada para o SPD. Os resíduos vegetais presentes na superfície do solo beneficiam as culturas semeadas em sucessão, aumentando a produtividade de grãos e proporcionando melhorias nas propriedades físicas (agregação das partículas e diminuição da compactação do solo), químicas (aumento nos teores de matéria orgânica na decomposição e mineralização dos resíduos vegetais) e biológicas do solo (aumento da atividade de microrganismos) (GARCIA *et al.*, 2004).

Entre as forrageiras utilizadas para os sistemas de rotação, sucessão ou de consorciação de culturas na região dos Cerrados (IKEDA *et al.*, 2007), destacam-se as gramíneas do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*). As vantagens da utilização desse gênero no sistema de integração estão no fato dessas espécies apresentarem sistema radicular abundante, que contribui para a infiltração de água, agregação e aeração do solo (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2004). Além disso, essas forrageiras apresentam boa adaptação, tolerância e/ou resistência a fatores bióticos e apresentam alta produção de massa seca com adequado valor nutritivo, capaz de suprir as exigências dos animais, principalmente no período seco do ano (BRIGHENTI *et al.*, 2008).

2.6 SISTEMA SANTA BRÍGIDA

Em 2006, na cidade de Ipameri, GO, 96 km de Goiânia, se estabeleceu a parceria entre a Fazenda Santa Brígida, a empresa de máquinas e implementos agrícolas John Deere e a Embrapa Arroz e Feijão, inicialmente, com o propósito de validar e transferir tecnologias relacionadas à ILP. A Fazenda Santa Brígida, apesar de dispor de solos com ótimas condições físicas e topografia plana a suave ondulada, até 2006, também apresentava um cenário de pastagens degradadas, tendo, porém, recuperado cerca de 80% até a safra de 2006/2007. Nesta propriedade desenvolveu-se o sistema de consorciação de milho com adubos verdes, especificamente as espécies guandu-anão (*Cajanus cajan*) ou crotalária (*Crotalaria spectabilis*), denominado Sistema Santa Brígida. De fato, essa

modalidade de consorciação não é inédita na área científica, tendo sido avaliada por outros grupos de pesquisa (RAO; MATHUVA, 2000; HEINRICHS *et al.*, 2005; NUNES *et al.*, 2006b). Contudo, a aplicação prática deste sistema tornou-se num trabalho inovador junto aos produtores rurais, a partir desta parceria.

A utilização do sistema plantio direto e o consórcio de culturas produtoras de grãos, forragens ou coberturas vegetais são exemplos de tecnologias que contribuem para a conservação do solo. No cultivo consorciado de milho com leguminosas, o milho possui vantagem fisiológica por ser mais eficiente na fixação do carbono e acúmulo de matéria seca em altas temperaturas (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2005).

Os sistemas de consórcio são altamente eficientes considerando a possibilidade de serem implantados em áreas com solos corrigidos ou parcialmente corrigidos (COBUCCI *et al.*, 2007). Desta forma, o aumento da capacidade de suporte evita a conversão de áreas de florestas naturais em área para exploração animal, porém, o investimento inicial em renovação/recuperação de pastagens é alto (OLIVEIRA; CORSI, 2005). Assim, Vilela *et al.* (2011) apontaram como vantagem desse sistema a possibilidade de a produção agrícola arcar, no primeiro ano, com parte dos custos da implantação do sistema ou da pastagem.

O consórcio é versátil e pode atender ao produtor rural em suas diversas demandas. A utilização de plantas simultâneas em uma área pode objetivar tanto a produção de silagem com maior teor de proteína, utilizando o guandu, quanto para a produção de palha com menor relação C/N para a cobertura do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2010a). A produção de palha, rotação de culturas e o não revolvimento do solo são pilares que sustentam o sistema plantio direto. Portanto, opções de tecnologias que objetivem o aumento da produção de palha ao sistema são importantes, principalmente em regiões com elevada temperatura e alta pluviosidade, como o Cerrado, onde a velocidade de decomposição é alta, agravando-se ainda mais em áreas que não se realiza a rotação de culturas.

A quantidade de N disponível no solo está diretamente relacionada ao crescimento das plantas. Segundo Pariz *et al.* (2011d), plantas maiores, além de depositarem maior quantidade de palha no solo após a colheita, apresentam maior acúmulo de nutrientes, os quais serão translocados para as espigas no período de enchimento de grãos, o que pode influenciar diretamente os ganhos de produtividade.

A vantagem competitiva do milho em relação a espécies leguminosas é interessante para sistemas consorciados de cultivo, reduzindo a possibilidade de redução na produtividade do milho, além do fornecimento de palha com maiores teores de N e de fácil liberação do nutriente para as culturas em sucessão (SILVEIRA *et al.*, 2005). Geralmente, como leguminosa, o guandu anão é utilizado com objetivo de melhorar a qualidade nutricional das forragens produzidas, fazer aporte de nitrogênio no sistema pela fixação biológica, além da diversificação da microbiocenose do solo (SILVA *et al.*, 2018). Contudo, a consorciação entre o milho e espécies leguminosas também apresenta limitações como o alto custo das sementes de leguminosas, a dificuldade no controle de plantas daninhas de folhas largas e a possibilidade do aumento de doenças causadas por fungos. Mas, visando a produção de alimento para ruminantes, outra vantagem do uso de leguminosas em consórcio com gramíneas é o aumento do teor de proteína bruta (PB), em detrimento das frações fibrosas. Nesse sentido, Restle *et al.* (1997) demonstraram que silagens com menores teores de Fibra em Detergente Neutro (FDN), que representa a fração fibrosa do alimento na parte verde da planta, combinada com alta proporção de grãos, resultavam em silagem de melhor qualidade com base no maior NDT (Tabela 1).

Tabela 1 - Influência da quantidade de grãos sobre o valor nutricional da silagem de milho.

Grãos na massa ensilada (kg t⁻¹)	Porcentagem de grãos na massa seca (%)	NDT (%)
219	43,8	75
117	35,4	70
115	28,0	66
65	16,0	56
0	-	49

Fonte: Restle *et al.*, (1997)

A qualidade da silagem de milho normalmente advém da quantidade de grãos presentes na silagem. Como exemplos, na Tabela 1 constam os valores relativos de NDT (expressa a energia do alimento), em relação à quantidade de grãos da silagem.

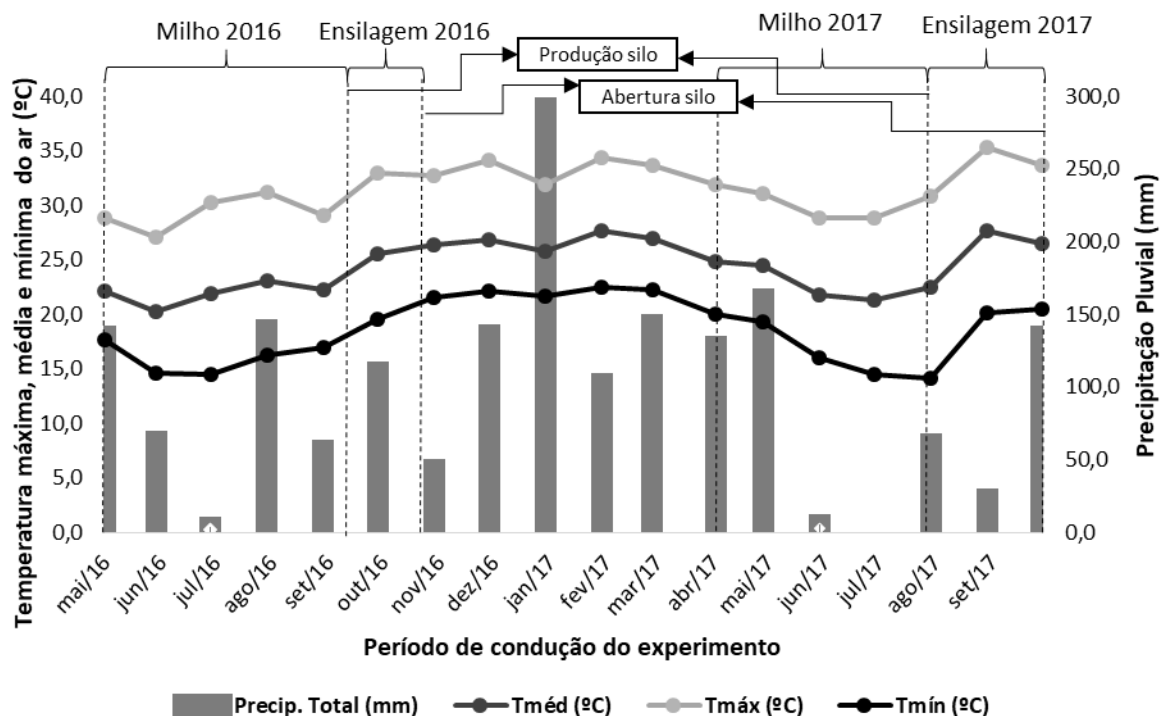
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), pertencente à Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FE/UNESP), Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria/MS (20°20' S e 51°24' W, altitude de 335 m) no período de maio de 2016 a setembro de 2017.

O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (EMBRAPA, 2018). O clima é caracterizado como tropical úmido, Aw conforme classificação de Köppen, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Durante a realização do experimento foram coletados junto à estação meteorológica situada na FEPE da FE/UNESP os dados diários referentes às temperaturas máxima, média e mínima, e precipitação pluvial (Figura 1).

Figura 1 - Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no período de maio/2016 a outubro/2017.



Fonte: Fonte: UNESP, Canal clima tempo (2018).

Antes da instalação do experimento foi realizada a amostragem do solo para análise química na profundidade de 0 a 0,20 m, de acordo com a metodologia descrita por Raij *et al.* (2001), para caracterização de sua fertilidade e atributos químicos (Tabela 2):

Tabela 2 - Resultados de análise química do solo na camada de 0-0,20 m. Selvíria (MS), 2016.

P resina mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	SB	V (%)
20	29	5,0	10,6	32,0	24,0	38,0	2	104,6	66,6	64

Fonte: Dados da própria autora

A área estava sendo cultivada com culturas anuais em sistema plantio direto há 6 anos e como cultura antecessora havia milho (Setembro/2016) destinado para produção de grãos. Quando necessário, o experimento foi irrigado (aspersão – pivô central).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, com 4 repetições, sendo o milho segunda safra (safrinha) semeado em consórcio nas suas entrelinhas apenas com guandu-anão, em cinco densidades de semeadura (0, 6, 12, 18 e 24 sementes m⁻¹), ou em consórcio com o capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu na linha e guandu-anão na entrelinha, também com as mesmas densidades de semeadura do guandu-anão. O experimento foi composto por 40 parcelas, em que cada uma tinha 20 m de comprimento e 3,6 m de largura, sendo a área útil de avaliação as 3 linhas centrais, desprezando-se 1 m de cada extremidade.

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura do milho foi realizada nos dias 04/05/2016 e 05/04/2017, em consórcio ou não com o capim Marandu (VC de 60% com 10 kg sementes ha⁻¹) na linha, semeado mecanicamente por meio de semeadora-adubadora provida de terceira caixa onde foram acondicionadas as sementes do capim, com mecanismo sulcador tipo haste (facão), em SPD.

A densidade de semeadura do milho foi de 3,3 sementes por metro, almejando uma população em torno de 66.666 plantas ha⁻¹, utilizando-se o híbrido triplo DKB 350 YR no primeiro ano e o DKB 315 PRO no segundo ano, espaçado de 0,45 m entrelinhas.

O guandu-anão (cv. Aratá) foi semeado, nos mesmos dias da semeadura do milho e do capim Marandu (04/05/16 e 05/04/17), nas entrelinhas do milho em ambos os anos, também no espaçamento de 0,45 m, utilizando as densidades citadas como tratamentos com a mesma semeadora utilizado para o milho, com mecanismo sulcador tipo haste.

Foi realizada a adubação na semeadura do milho no primeiro e segundo anos de cultivo com 250 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 conforme análise do solo e a adubação de cobertura com 150 kg ha⁻¹ de N, nos dias 14/06/2016 e 04/05/2017, respectivamente, utilizando-se sulfato de amônio como fertilizante, baseado nas necessidades da cultura do milho.

As colheitas do material vegetal para ensilagem, foram realizadas respectivamente, nos dias 13/09/2016 e 02/08/2017, com grãos do milho em estágio farináceo duro (32 a 38% de MS) no ano de 2016 e em 2017. No segundo ano de cultivo os grãos estavam com teor de MS um pouco mais elevado que no primeiro ano em decorrência de atraso na colheita por conta de chuvas intensas que impossibilitavam a entrada de maquinário para tal feito. Utilizou-se colhedora de forragem modelo JF 1300, sendo o material picado em partículas médias de 2,5 cm. A altura de colheita das espécies para ensilagem foi de aproximadamente 0,25 m em relação à superfície do solo.

3.4 AMOSTRAGEM DAS PLANTAS PARA A ENSILAGEM

Nos dois anos agrícolas, o material colhido foi armazenado e adequadamente compactado por prensa hidráulica (Pressão de 600 kg m⁻²) em tubos de PVC, com capacidade para 5 kg de matéria verde. Os tubos foram hermeticamente lacrados com fitas adesivas para evitar a troca de ar com o meio, sendo que os silos foram abertos aos 50 dias após a vedação para o ano de 2016 e 2017, respectivamente. Após a abertura dos silos, foi desprezada a camada superficial (0,10 m) de forragem em cada silo e retirada uma subamostra, por silo para análise químico-bromatológica.

3.5 AVALIAÇÕES REALIZADAS ANTES DA ENSILAGEM

→NA CULTURA DO MULHO

3.5.1 Índice de clorofila foliar (ICF)

Foram realizadas por ocasião do florescimento (R1) do milho (emissão dos estigmas), leituras indiretas do teor foliar de clorofila no terço médio da folha da inserção da espiga principal (média de 10 leituras por parcela), utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker).

3.5.2 Altura de plantas (ALT)

A medição foi realizada na área útil da parcela, determinada em dez plantas por parcela, avaliando a distância média compreendida da superfície do solo até a extremidade superior do pendão do milho, utilizando-se uma régua graduada.

3.5.3 Altura da inserção da primeira espiga (AIE)

A medição foi realizada na área, também em dez plantas por parcela, a distância média compreendida da superfície do solo até a inserção da primeira espiga, utilizando-se uma régua graduada.

3.5.4 Diâmetro médio basal de colmos (DBC)

Determinado em dez plantas por parcela, medindo-se o diâmetro médio do segundo entrenó da base da planta (colmo), utilizando um paquímetro.

3.5.5 Estande final de plantas (EEP)

Determinado pela contagem do número de plantas na área útil das parcelas e posteriormente convertido por hectare.

3.5.6 Número de espigas (NE)

Determinado pela contagem do número de espigas na área útil das parcelas e posteriormente convertido por hectare.

3.6 AVALIAÇÕES REALIZADAS APÓS ENSILAGEM

3.6.1 Produtividade de Matéria Seca Total (PMS) e % de Participação dos componentes (%)

As plantas de milho, guandu anão e capim Marandu foram cortados manualmente, a uma altura de aproximadamente 0,25 m em relação à superfície do solo, em quantidade correspondente a 1 m linear nas respectivas parcelas experimentais, sendo as espécies separadas, para determinação da PMS/espécie, respectivamente. As plantas de milho, guandu e o capim foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 72h para determinação da produtividade de massa seca do material a ser ensilado (PMS Inicial) de forragem, também extrapolada para kg ha⁻¹.

Na cultura do milho, as frações folhas, colmos e espigas foram separadas, com o auxílio de uma tesoura de poda. Posteriormente, as amostras de cada fração foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas para determinação da quantidade percentual de cada fração na composição final da massa a ser ensilada.

As amostras obtidas no momento da ensilagem foram utilizadas para a determinação da produtividade de matéria seca (PMS Final), também extrapolada para kg ha⁻¹, assim como para o material a ser ensilado (PMS Inicial).

3.6.2 pH da silagem

O pH foi mensurado em potenciômetro digital, do qual foi medido no suco das silagens obtido por prensagem (AOAC, 1995), logo após abertura dos silos experimentais.

3.6.3 Teor de Proteína Bruta (PB)

Foi determinado o teor de N da matéria seca advinda da silagem, utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjedahl, sendo em seguida multiplicado o teor de N pelo fator de conversão 6,25 (SILVA; QUEIROZ, 2006).

3.6.4 Análises químico-bromatológicas

No momento da abertura dos silos, foram retiradas quatro amostras por silo. Destas foram determinados os teores fibra em detergente neutro (FDN) e ácido

(FDA), cinzas (CZ), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG), determinados conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2006) e Campos *et al.* (2004).

3.6.5 Análise estatística

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e em seguida à análise de variância ANOVA pelo teste F ($P \leq 0,05$). O efeito com ou sem capim no consórcio foi comparado pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Enquanto que o efeito da densidade de semeadura do guandu-anão, quando significativo, foi avaliado por análise de regressão ($P \leq 0,05$). A análise foi realizada utilizando o programar R (R Development Core Team, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral é possível observar que a ALT, AIE, DBC, NE e ICF não apresentaram efeito significativo para nenhum dos tratamentos, bem como a interação deles (Tabela 3). Entretanto, verifica-se para o diâmetro basal de colmos (DBC), que o consórcio com o capim Marandu proporcionou maior competição interespecífica, promovendo os menores valores no milho do consórcio.

Tabela 3 - Altura de plantas (ALT), de inserção da espiga (AIE), diâmetro basal do colmo (DBC), estande final de plantas (EFP), número de espigas (NE), e leituras do índice de clorofila (ICF) nas folhas do milho consorciado com guandu anão em cinco densidades, com e sem capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu, no ano agrícola de 2016.

Tratamentos	ALT	AIE	DBC	EFP	NE	ICF
	(m)	(m)	(cm)			
Capim Marandu	-	-	-	-	-	-
Com	2,39	1,07	1,95	64000	65333	60,32
Sem	2,44	1,20	2,20	63667	67000	60,66
S (P>f)	0,072 ^{ns}	0,182 ^{ns}	0,098 ^{ns}	0,912 ^{ns}	0,649 ^{ns}	0,779 ^{ns}
Densidade	-	-	-	-	-	-
0	2,38	1,09	2,45	62000	62666	61,71
6	2,41	1,11	2,00	63333	66667	60,55
12	2,46	1,10	1,97	65833	69167	60,49
18	2,42	1,34	1,94	67499	67500	59,40
24	2,40	1,06	2,03	67499	70834	60,30
D (P>f)	0,411 ^{ns}	0,349 ^{ns}	0,201 ^{ns}	0,073 ^{ns}	0,143 ^{ns}	0,825 ^{ns}
D x S	0,244 ^{ns}	0,411 ^{ns}	0,394 ^{ns}	0,033 [*]	0,282 ^{ns}	0,905 ^{ns}
CV%	3,53	25,87	22,25	14,88	17,3	6,29

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ^{ns} não significativo. CV: coeficiente de variação.

Fonte: Dados da própria autora

Os resultados obtidos na presente pesquisa para altura de plantas, independentemente da modalidade de cultivo e ano agrícola, estão próximos aos verificados por Paziani *et al.* (2009), que avaliaram entre 15 a 24 híbridos de milho em quatro regiões do estado de São Paulo e obtiveram valores entre 1,90 a 2,66 m.

A AIE nas plantas de milho é uma característica peculiar de cada híbrido e não foi influenciada por nenhuma das modalidades de cultivo avaliadas (Tabela 3). A maior AIEP em sistemas consorciados na ILP podem ainda reduzir o corte das gemas apicais dos capins quando da colheita para grãos ou silagem de milho, sendo

necessário menor tempo de vedação do pasto até o primeiro corte da forragem ou pastejo pelos animais na área.

O EFP não diferiu entre a presença e a ausência do capim, assim como não diferiu em relação as densidades de semeadura do guandu-anão, porém apresentou efeito significativo na interação dos tratamentos (Tabela 3). No desdobramento da interação do EFP em 2016 não houve ajuste de regressão onde havia capim Marandu no consórcio (Tabela 4). Enquanto que na ausência do capim, houve ajuste quadrático com ponto de máximo de 8 sementes de guandu por metro. O tratamento sem capim e guandu anão no consórcio se mostrou inferior aos demais tratamentos, sendo este o único tratamento que diferiu dos demais.

Tabela 4 - Desdobramento da interação entre densidade do guandu anão e consórcios, para o estande final de plantas de milho por ha, no ano agrícola de 2016.

Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	65000 a	55000 b
6	65000 a	61667 a
12	75000 a	66666 a
18	63334 a	71666 a
24	61667 a	73333 a
Equação	-	$Y = 55762 + 301,587x + 19,841x^2$
R²	ns	0,79
Ponto de Máxima	-	8 sementes/m

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Constata-se que não houve efeito significativo para ALT, DBC, EFP, NE e ICF (Tabela 5), tanto para a presença ou ausência do capim Marandu, assim como para as densidades de semeadura do guandu-anão e a interação entre eles para o milho do cultivo de 2017. As análises biométricas do milho no segundo ano mostraram valores numericamente menores em relação ao primeiro (Tabela 3), devido ao híbrido utilizado ser de menor porte.

A AIE apresentou efeito significativo das densidades de semeadura e a interação dos tratamentos (Tabela 5). No desdobramento da interação entre a presença ou não do capim Marandu e as densidades de guandu para a AIE em 2017 (Tabela 6), verifica-se que os tratamentos com capim não apresentaram ajuste de

regressão, enquanto que na ausência do capim apresentaram ajuste quadrático com ponto de máximo para 17 sementes por metro.

Tabela 5 - Altura de plantas (ALT), de inserção de espiga (AIE), diâmetro médio basal do colmo (DBC), estande final de plantas (EFP) e número de espigas (NE), e leituras do índice de clorofila na folha (ICF) do milho consorciado com guandu anão em cinco densidades, com e sem capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu, no ano agrícola de 2017.

Tratamentos	ALT	AIE	DBC	EFP	NE	ICF
	(m)		(cm)			
Capim Marandu	-	-	-	-	-	-
Com	1,92	0,86	1,12	59666	66334	52,99
Sem	1,97	0,86	1,21	59333	64000	53,03
S (P>f)	0,103 ^{ns}	0,960 ^{ns}	0,488 ^{ns}	0,905 ^{ns}	0,500 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Densidade	-	-	-	-	-	-
0	1,95	0,75	1,11	57500	60833	50,84
6	1,95	0,88	1,06	57500	66666	54,53
12	1,91	0,89	1,22	63333	69167	51,77
18	1,93	0,88	1,10	60000	69167	53,28
24	1,99	0,89	1,35	59167	60000	54,64
D (P>f)	0,566 ^{ns}	0,0004 ^{**}	0,592 ^{ns}	0,660 ^{ns}	0,271 ^{ns}	0,983 ^{ns}
D x S	0,159 ^{ns}	0,022 [*]	0,540 ^{ns}	0,142 ^{ns}	0,875 ^{ns}	0,787 ^{ns}
CV%	5,4	7,37	33,56	14,64	16,56	11,27

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ^{ns} não significativo. CV: coeficiente de variação.

Fonte: Dados da própria autora

Tabela 6 - Desdobramento da interação entre densidade do guandu anão e consórcios, para a altura de inserção da espiga da planta de milho (m), no ano agrícola de 2017.

Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	0,80 a	0,70 b
6	0,85 a	0,92 a
12	0,91 a	0,87 a
18	0,83 b	0,93 a
24	0,91 a	0,88 a
Equação	-	$Y = 0,727 + 0,026x - 0,001x^2$
R²	ns	0,76
Ponto de Máxima	-	17 sementes/m

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Não houve efeito significativo entre os tratamentos para PMS Inicial e Final em 2016 tanto para presença ou ausência do capim, quanto para densidades de guandu-anão (Tabela 7). A PMS, de acordo com Paziani *et al.* (2009), é um dos

primeiros parâmetros a se avaliar, antecedendo até mesmo a qualidade da silagem, uma vez que pode contribuir para diminuição dos custos de implantação da cultura devido ao aumento de produtividade. Ainda de acordo com os autores, avaliando de 15 a 24 cultivares de milho, em quatro regiões do país, obtiveram produtividades de massa seca entre 14,3 a 25,1 kg ha⁻¹.

Tabela 7 - Produção de matéria seca a ser ensilada (PMS Inicial) e da silagem (PMS Final) obtida de consórcios de milho com guandu-anão, com e sem capim Marandu, e porcentagem de participação do Guandu, Marandu e componentes do Milho, em 2016.

Tratamentos	PMS	PMS	Guandu	Marandu	Milho		
	Inicial	Final			Espiga	Folha	Colmo
	(kg ha ⁻¹)		-----(%)-----				
Capim Marandu	-	-	-	-	-	-	-
Com	38670	35103	2,33	11,70	54,94 b	13,82	17,22
Sem	38900	34598	1,88	0,00	61,36 a	15,99	20,78
S (P>f)	0,818 ^{ns}	0,646 ^{ns}	0,039*	0,001**	0,029*	0,066 ^{ns}	0,166 ^{ns}
Densidade	-	-	-	-	-	-	-
0	40314	36076	0,00	7,24	57,57	14,26	20,94
6	37871	36437	3,89	4,52	59,80	15,70	16,09
12	37586	32103	1,76	8,93	53,81	15,12	20,38
18	38667	35084	2,69	4,03	56,78	15,67	20,84
24	39510	34552	2,16	4,53	62,80	13,77	16,75
D (P>f)	0,356 ^{ns}	0,125 ^{ns}	0,001**	0,0005**	0,344 ^{ns}	0,762 ^{ns}	0,582 ^{ns}
D x S	0,200 ^{ns}	0,073 ^{ns}	0,001**	0,0005**	0,211 ^{ns}	0,105 ^{ns}	0,239 ^{ns}
CV%	7,73	9,85	31,25	38,62	15,11	24,07	21,56

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ^{ns} não significativo. CV: coeficiente de variação.

Fonte: Dados da própria autora

Segundo Pereira *et al.* (2011), também avaliando híbridos de milho, obtiveram produtividade média de massa seca de 23,7 t ha⁻¹. Portanto, pode-se considerar, que os valores para PMS obtidos na presente pesquisa são elevados quando comparados aos dados verificados na literatura, mesmo no consórcio de milho com forrageiras tropicais. Tal fato se deve, provavelmente, ao histórico da área de cultivo (6-7 anos sob SPD), a adequada fertilidade do solo, e à utilização de irrigação durante o desenvolvimento das culturas.

Observa-se que houve efeito significativo para a porcentagem de guandu-anão na massa seca a ser ensilada no primeiro ano, tanto na presença ou ausência do capim Marandu, quanto para as densidades de guandu anão na semeadura do

milho (Tabela 7). No desdobramento da interação entre os tratamentos para a porcentagem do guandu na massa vegetal não houve ajuste para presença ou ausência do capim (Tabela 8). Porém as densidades de 6, 12 e 18 sementes de guandu com o capim apresentaram maior participação na silagem que os tratamentos sem o capim, com os valores de 6,03; 2,47 e 3,28%, respectivamente.

Tabela 8 - Desdobramento da interação entre densidade guandu e consórcios, para guandu anão e do capim Marandu na massa vegetal a ser ensilada, em 2016.

Capim Marandu	Participação Guandu (%)	
	Com	Sem
Densidade	-	-
0	0,00 a	0,00 a
6	6,03 a	1,76 b
12	2,47 a	1,05 b
18	3,28 a	2,10 b
24	2,45 a	1,88 a
Equação	-	-
R²	ns	ns
Ponto de Máximo	-	-

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Para a participação do capim Marandu na massa seca no primeiro ano houve efeito significativo, pois, os tratamentos se constituíam da presença ou ausência deste (Tabela 7). Portanto, no desdobramento da interação entre os tratamentos para a porcentagem do capim, todas as densidades do guandu com a presença do capim foram superiores aos tratamentos com ausência do capim Marandu. Entretanto, para densidades do guandu-anão não houve ajustes significativos para ambos tratamentos (com ou sem capim). Em SIPAs onde se realiza o corte destinado a ensilagem, a participação do capim no material ensilado é inevitável, variando a sua inclusão de acordo com alguns fatores, como época e altura de colheita, clima, espécie de gramínea utilizada no consórcio e densidade de semeadura do capim (ULIAN, 2013).

A fração colmo das plantas de milho apresentaram menor qualidade em relação às demais partes da planta, principalmente pelo alto teor de fibras e baixa digestibilidade. Mesmo não havendo efeito significativo para nenhum dos tratamentos com relação a participação do colmo na massa ensilada, os valores variaram entre 16,09 e 20,94% (Tabela 7). Estes resultados estão abaixo, dos 22,5%

verificados por Von Pinho *et al.* (2009) e dos 23,8% de Pereira *et al.* (2011) em silagens de milho solteiro.

Os valores obtidos no presente trabalho foram semelhantes aos avaliados por Zopollatto *et al.* (2009b), em diferentes híbridos de milho, com proporções de folha variando entre 13,2 e 13,8% na safra 2001/2002 e entre 14,7 e 15,8% na safra 2002/2003, sendo que os valores do presente trabalho não diferiram estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 7).

A porcentagem de espiga na massa ensilada é o componente de maior importância na composição final da silagem, pois garante elevada qualidade energética do alimento (JAREMTCHUK *et al.*, 2005). Na presente pesquisa, verificou-se diferenças quanto à participação da espiga com a presença ou ausência do capim, onde os tratamentos sem o capim foram 6,42% superiores ao com capim (Tabela 7), demonstrando que mesmo em cultivo irrigado, a competição com capim reduziu a participação da espiga na massa vegetal a ser ensilada. Paziani *et al.* (2009) obtiveram valores de 35,6% na participação de grãos na silagem total, valores estes avaliados apenas para a participação, porém apresentando valores da participação da palha e do sabugo com valores 7 e 11%, que somados a porcentagem de grãos torna os valores do presente estudo semelhantes.

Observou-se que para a PMS Inicial de 2017 houve efeito significativo para ambos os tratamentos (Tabela 9). No desdobramento das interações para a PMS inicial do primeiro ano não houve ajuste de regressão para a presença ou ausência do capim Marandu (Tabela 10). A PMS Inicial foi superior na ausência do capim e na densidade de 12 e 18 sementes por metro, apresentando um incremento de aproximadamente 5 e 7 t ha⁻¹, respectivamente.

Para a PMS Final de 2017 não houve efeito significativo isolado de nenhum dos tratamentos, porém apresentou efeito significativo para a interação (Tabela 9). No desdobramento da interação da PMS Final não houve ajuste de regressão para o tratamento com capim, porém houve ajuste quadrático para os tratamentos sem capim com ponto de máximo para 14 sementes por metro de guandu anão (Tabela 10).

Apesar da elevada altura de colheita na ensilagem efetuada na presente pesquisa (aproximadamente de 0,25 m em relação à superfície do solo), a PMS foi de maneira geral, superior a 30 t ha⁻¹, tanto para o primeiro ano (Tabela 7), quanto

para o segundo ano de cultivo (Tabela 9), sendo considerados muito satisfatórios para produção de silagem.

Tabela 9 - Produção de matéria seca a ser ensilada (PMS Inicial) e da silagem (PMS Final) obtida de consórcios de milho com guandu-anão, com e sem capim Marandu, em 2017.

Tratamentos	PMS Inicial (kg ha ⁻¹)	PMS Final (kg ha ⁻¹)	Guandu	Marandu	Milho		
					Espiga (%)	Folha	Colmo
Capim Marandu	-	-	-	-	-	-	-
Com	32918	31660	8,77	13,71	34,31	19,14	24,08
Sem	34240	32231	15,55	0,00	39,11	20,61	24,73
S (P>f)	0,009**	0,386 ^{ns}	0,001**	0,001**	0,0004**	0,258 ^{ns}	0,690 ^{ns}
Densidade	-	-	-	-	-	-	-
0	35797	32067	0,00	5,43	46,26	21,55	26,76
6	33881	32809	16,71	9,87	29,70	19,28	24,44
12	34909	34371	16,44	5,68	31,88	20,97	25,03
18	27622	30980	16,84	4,86	34,73	18,30	25,28
24	32543	32647	10,83	8,44	40,96	19,29	20,49
D (P>f)	0,0001**	0,122 ^{ns}	0,001**	0,0003**	0,000**	0,491 ^{ns}	0,177 ^{ns}
D x S	0,022**	0,017*	0,001**	0,0003**	0,0001**	0,184 ^{ns}	0,004**
CV%	8,8	7,57	19,5	32,84	10,34	20,38	20,81

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ^{ns} não significativo. CV: coeficiente de variação.

Fonte: Dados da própria autora

Tabela 10. Desdobramento da interação entre densidades do guandu anão e consórcios, para produção de matéria seca da massa vegetal a ser ensilada (PMS Inicial) e da matéria seca da silagem (PMS Final), em 2017.

PMS Inicial (kg ha ⁻¹)		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	37287 a	34306 a
6	32835 a	34928 a
12	32416 b	37404 a
18	24101 b	31143 a
24	31664 a	33422 a
Equação	-	-
R ²	ns	ns
Ponto de Máximo	-	-
PMS Final (kg ha ⁻¹)		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	32647 a	28870 b
6	31803 a	33816 a
12	34069 a	34674 a
18	30473 a	31487 a
24	32983 a	32311 a
Equação	-	Y = 29565,279 + 661,057x - 24,382x ²
R ²	ns	0,63
Ponto de Máximo	-	14 sementes/m

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

A percentagem de guandu-anão na massa vegetal a ser ensilada no ano de 2017 apresentou efeito significativo para os tratamentos com ou sem capim e para as densidades de semeadura, bem como a interação destes (Tabela 9). A percentagem do guandu do segundo ano foi mais elevada em relação ao primeiro, provavelmente porque o híbrido do segundo ano possuía um porte menor se comparado ao do primeiro ano, diminuindo assim a competição do milho com o guandu, resultando em seu maior desenvolvimento no consórcio.

No desdobramento da interação entre os tratamentos para a participação do guandu na massa vegetal houve ajuste quadrático para a presença e para a ausência do capim, com pontos de máximo de 13 e 18 sementes por metro, respectivamente (Tabela 11). A densidade de 12 sementes por metro foi superior em 10,15% quando o capim não estava presente. Enquanto que na densidade de 24 sementes por metro, no tratamento com capim, por um erro mecânico no momento de instalação do experimento o guandu não se desenvolveu, não havendo assim sua participação no tratamento com capim.

Tabela 11 - Desdobramento da interação entre densidades do guandu anão e consórcios, para a participação guandu anão na massa vegetal a ser ensilada, em 2017.

Capim Marandu	Participação Guandu (%)	
	Com	Sem
Densidade	-	-
0	0,00 b	0,00 b
6	15,43 a	17,99 a
12	11,36 b	21,51 a
18	17,08 a	16,60 a
24	0,00 b	21,66 a
Equação	$Y = 0,555 + 2,657x - 0,110x^2$	$Y = 2,268 + 2,332x - 0,068x^2$
R²	0,80	0,81
Ponto de Máximo	13 sementes/m	18 sementes/m

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Para a participação do capim Marandu no ano de 2017, assim como demonstrado no primeiro ano, verificou-se efeito significativo, pois os tratamentos se constituíam da sua presença ou ausência (Tabela 9). Portanto, no desdobramento da interação entre os tratamentos, todas as densidades do guandu com a presença do capim foram superiores à sua ausência, com uma média de 13,71% de

participação na massa vegetal a ser ensilada (Tabela 12). Contudo, não houve ajustes de regressão para ambos tratamentos no segundo ano de cultivo.

Tabela 12 - Desdobramento da interação entre densidade do guandu anão e consórcios, para a participação do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu, da espiga e do colmo da planta de milho na massa vegetal a ser ensilada, no ano agrícola de 2017.

Participação Espiga (%)		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	39,78 b	52,73 a
6	29,67 b	29,72 a
12	27,46 b	36,31 a
18	30,42 b	39,05 a
24	44,20 a	37,72 b
Equação	-	-
R²	ns	ns
Ponto de Máximo	-	-
Participação Colmo (%)		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	26,50 a	27,03 a
6	17,24 b	31,65 a
12	27,75 a	22,32 a
18	26,44 a	24,11 a
24	22,46 a	18,52 a
Equação	-	$Y = 28,304 + 0,035x - 0,019x^2$
R²	ns	0,68
Ponto de Máximo	-	1 semente/m

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Houve efeito significativo para a percentagem de espigas na massa vegetal no segundo ano, tanto para os tratamentos com e sem capim, quanto para as densidades de semeadura e a interação destes (Tabela 9). No desdobramento da interação entre os tratamentos não houve ajuste de regressão para ausência ou presença do capim (Tabela 12). As densidades de semeadura de 0, 6, 12 e 18 sementes por metro foram superiores quando o capim não estava presente, porém na maior densidade de semeadura quando o capim estava presente, este foi superior do que quando ausente, tendo participação de 44,20% na MS da silagem.

A participação das folhas do milho na massa a ser ensilada no segundo ano não apresentou efeito significativo em nenhum dos tratamentos, assim como na

interação entre eles (Tabela 9), semelhante ao que ocorreu no primeiro ano (Tabela 7).

Para a percentagem do colmo na massa a ser ensilada do segundo ano, os tratamentos não diferiram com relação a presença ou ausência do capim, nem com relação as densidades de semeadura, porém apresentou efeito significativo na interação dos tratamentos (Tabela 9). Não houve ajuste de regressão para os tratamentos com a participação do capim na composição da silagem (Tabela 12). Enquanto que nos tratamentos sem a participação do capim verificou-se ajuste quadrático com ponto de máximo de apenas 1 semente por metro de guandu-anão. A densidade de 6 sementes por metro com ausência do capim foi o único que diferiu do tratamento com o capim, com um incremento de 14,41%.

Segundo Neumann *et al.* (2007), na cultura do milho, vários aspectos podem causar alterações na qualidade final do material ensilado, como a escolha do híbrido a ser utilizado, o estágio de maturação da planta, além de aspectos agrônômicos como tipo de solo e clima. Portanto, o momento ideal para colheita deverá ocorrer em estádios fisiológicos mais avançados, possibilitando conciliar maior acúmulo de massa da planta como um todo. Esta recomendação está de acordo com Beleze *et al.* (2003), que constataram que o avanço da maturidade fisiológica dos grãos de milho tem correlação positiva com a produtividade de massa seca total.

Para a parte bromatológica como o pH do suco da silagem não se constatou efeito do capim Marandu no consórcio, assim como também não houve ajustes significativos para densidades de guandu-anão nos consórcios avaliados (Tabela 13). Valores de pH entre 3,8 a 4,2 são esperados para uma silagem bem conservada, sendo que estas apresentam altas proporções de ácido láctico em relação aos outros ácidos graxos voláteis (FERREIRA, 2001; MUCK; SHINNERS, 2001). Enquanto que para Van Soest (1994), as silagens bem preservadas devem apresentar pH na faixa de 3,7 a 4,2; e as de baixa qualidade se situam entre 5,0 a 7,0. Segundo este mesmo autor, a boa preservação em função da fermentação depende da produção de ácido láctico para estabilização do pH e da adequada quantidade de ácidos orgânicos, o que faz reduzir a capacidade tamponante da forragem. Assim, todas as silagens obtidas das densidades de guandu-anão nos consórcios, em ambos os cultivos, estão de acordo com o preconizado por Van Soest (1994), situando-se na faixa entre 3,7 a 4,1 (Tabela 13), suficientemente baixos para inibir a atividade microbiana indesejável na silagem.

Tabela 13 - Valores de pH das silagens de milho com e sem capim Marandu no consórcio com densidades de semeadura do guandu-anão, em 2016 e 2017.

Tratamentos	pH	
	2016	2017
Capim Marandu		
Com	3,8	4,0
Sem	3,8	4,0
Densidade	-	-
0	3,9	4,0
6	3,7	4,0
12	3,8	4,1
18	3,8	3,9
24	3,8	3,9
Media Geral	3,8	4,0
CV%	0,56	2,78%

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente.

Fonte: Dados da própria autora

As silagens de milho no Brasil, geralmente têm um nível de carboidratos solúveis suficiente para uma boa fermentação, com conseqüente redução do pH (NOGUEIRA, 1995; BORGES *et al.*, 1997). Dessa forma, os valores de pH obtidos no presente trabalho, permitem afirmar que houve disponibilidade de carboidratos solúveis para uma adequada fermentação, fator este necessário para que haja a interrupção das fermentações indesejáveis e a conseqüente preservação da silagem (BORGES *et al.*, 1997; NEUMANN *et al.*, 2002; NASCIMENTO *et al.*, 2008; PIRES *et al.*, 2013).

Não houve efeito significativo para o teor de PB no primeiro ano com relação a presença ou não do capim Marandu (Tabela 14). Para as densidades do guandu houve efeito significativo, com valores crescentes conforme o aumento da densidade de semeadura com o menor valor de 6,15% sem a presença de guandu e com maior valor de 6,82% com 24 sementes por metro. Entretanto, os valores de PB, apresentaram-se abaixo dos 7% considerados adequados por Van Soest (1994) para atender à exigência da microbiota ruminal, sendo o único valor de 7% atingido pelo tratamento onde há presença do capim na maior densidade de guandu (24 sementes por metro - Tabela 15), e menor também que os valores encontrados por Ferreira *et al.* (2017) com a média de 10,21% para milho em cultivo exclusivo. Em revisão feita por Zopollatto *et al.* (2009a), estes relataram valores mínimos e máximos de 6,4 a 10,2%, respectivamente, para milho em cultivo solteiro, enquanto

que Flaresso *et al.* (2000), ao estudarem diversos híbridos de milho para produção de silagem, observaram variações nos teores de PB, com valores entre 7,2 a 8,8%.

Tabela 14 - Teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) das silagens de milho com ou sem capim Marandu, e com densidades de semeadura do guandu-anão, em 2016 e 2017.

Tratamentos	PB (%)		FDN (%)		FDA (%)	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017*
Capim Marandu						
Com	6,6	10,31	55,43	60,86	28,48 b	35,92
Sem	6,5	10,49	53,87	59,24	30,08 a	35,14
S (P>f)	0,653 ^{ns}	0,335 ^{ns}	0,327 ^{ns}	0,105 ^{ns}	0,024*	0,294 ^{ns}
Densidade	-	-	-	-	-	-
0	6,15	9,96	52,81 ⁽¹⁾	60,39	28,91 ⁽²⁾	34,48
6	6,46	11,13	52,20	59,77	29,36	37,02
12	6,59	11,46	56,77	60,09	31,43	37,02
18	6,59	9,85	60,04	61,38	29,38	35,26
24	6,82	9,60	51,42	58,62	27,35	33,85
D (P>f)	0,043*	0,000**	0,007**	0,499 ^{ns}	0,014*	0,029*
D x S	0,020*	0,000**	0,33 ^{ns}	0,000**	0,073 ^{ns}	0,000**
CV%	6,33	5,68	9,04	5,08	7,20	6,47

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ^{ns} não significativo. CV: coeficiente de variação.

(1) Não houve ajuste a regressão, (2) $Y = 28,6 + 0,381x - 0,018x^2$ ($R^2 = 0,81$; PM = 11 sementes/m);

Fonte: Dados da própria autora

No desdobramento da interação entre a presença ou não do capim Marandu e a densidade de guandu, para PB em 2016, não houve ajuste de regressão na ausência do capim (Tabela 15), enquanto que na presença do capim, houve ajuste quadrático com ponto de máximo calculado para 18 sementes de guandu por metro, indicando que esta seria a densidade adequada da leguminosa em consórcio com o milho e o capim Marandu para maximização do teor de PB. Observou-se que sem guandu, a presença do capim proporcionou maior teor de PB na silagem produzida no primeiro ano.

Não houve efeito significativo para os teores de PB na silagem produzida no ano de 2017 com a presença ou ausência do capim Marandu (Tabela 14). Nos tratamentos referentes as densidades de sementes de guandu-anão houve efeito significativo, sendo a densidade de 12 sementes por metro a que proporcionou maior teor de PB, com 11,46%, enquanto que o tratamento de 24 sementes com o menor teor, de 9,60% (Tabela 14). Vale ressaltar que os teores em 2017 se

apresentaram acima dos 7% considerados adequados por Van Soest (1994), e foram mais elevados aos valores obtidos em 2016, sendo possível ser explicado pelo cultivo do segundo ano ter sido após a cultura da soja, sendo esta cultivada em cima de palhada da rebrota do guandu, ciclando assim N da palhada que restou no campo, o que não ocorreu no primeiro ano, onde o consórcio veio de um cultivo de uma gramínea (milho).

Tabela 15 - Desdobramento da interação entre com ou sem a presença do Marandu e densidades do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de proteína bruta (PB) na silagem, em 2016 e 2017.

PB (%) 2016		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	6,56 a	5,73 b
6	6,38 a	6,54 a
12	6,52 a	6,66 a
18	6,30 a	6,89 a
24	7,00 a	6,64 a
Equação	-	$Y = 5,775 + 0,132x - 0,004x^2$
R²	ns	0,96
Ponto de Máximo	-	18 sementes/m
PB (%) 2017		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	10,85 a	9,07 b
6	11,72 a	10,55 b
12	11,52 a	11,41 a
18	8,69 b	11,00 a
24	8,76 b	10,44 a
Equação	$Y=11,147 + 0,081x - 0,008x^2$	$Y=9,092 + 0,307x - 0,011x^2$
R²	0,74	0,98
Ponto de Máximo	5 sementes/m	15 sementes/m

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

No desdobramento da interação entre a presença ou não do capim Marandu e as densidades de guandu, para os teores de PB em 2017, houve ajuste quadrático tanto para a presença quanto para a ausência do capim Marandu (Tabela 15), com o ponto de máximo atingido para o tratamento com capim de 5 sementes de guandu por metro, e sem capim de 15 sementes por metro. Na densidade de 6 sementes por metro, o teor de PB foi superior quando havia a presença do capim, porém nas

densidades de 18 e 24 sementes apresentaram um incremento de 2,31 e 1,68%, respectivamente, quando não havia a presença do capim Marandu.

Outro fator importante na avaliação da silagem é a quantidade de fibras que limitam o consumo e/ou a digestibilidade do alimento. Desta forma, verifica-se que os teores de FDN e FDA (Tabela 14) estão dentro da faixa de valores de 60 e 35%, respectivamente, relatados por Van Soest (1994), como adequados para nutrição de ruminantes.

Os teores de FDN relacionam-se diretamente ao efeito de enchimento do rúmen e inversamente à concentração energética da dieta de bovinos (BERCHIELLI *et al.*, 2006). Analisando-se a Tabela 14, verifica-se que não houve efeito do capim e densidades de guandu-anão nos consórcios com milho em 2016 para FDN, enquanto que para FDA, neste ano, com ausência do capim, houve ajuste quadrático da densidade do guandu-anão para ponto de máximo calculado de 11 sementes m⁻¹. Entretanto, para o ano de 2017, na análise do desdobramento da interação do FDN e FDA, respectivamente (Tabela 16), constata-se que na ausência do capim Marandu, com 6 sementes m⁻¹ de guandu-anão, os teores de fibra (FDN e FDA) foram menores, enquanto que na maior população de guandu-anão, pela maior quantidade de hastes (ramos), na ausência do capim, os teores de FDN e FDA foram maiores. No ajuste de regressões por efeito das densidades de guandu-anão, apenas com o consórcio triplo (milho + capim Marandu + guandu-anão) houve ajusteuuuuuuuuuuuuuuu significativo, com maiores teores de FDN em 6 sementes m⁻¹ e FDA com 8 sementes m⁻¹.

Valores acima de 60% de FDN, segundo Van Soest (1994), correlacionam-se de maneira negativa com o consumo, enquanto que de FDA acima de 35% reduzem a digestibilidade. Pereira *et al.* (2009) trabalhando com quatro cultivares de *Urochloa humidicola* encontraram também valores de FDN superiores a 60%, resultado semelhante ao obtido por Costa *et al.* (2005), que avaliando a *U. brizantha*, encontraram no período das águas, teores superiores a 60% de FDN, em cortes de idade acima de 30 dias.

Em sistemas integrados de produção agropecuária, a participação de capins na constituição final da massa ensilada também aumenta o teor final de fibras, tendo em vista a idade avançada dos capins em consórcio, pois estes são implantados simultaneamente à sementeira da cultura produtora de grãos (COSTA, 2014).

Tabela 16 - Desdobramento da interação com ou sem a presença do Marandu e densidades de semeadura do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido na silagem, em 2017.

FDN (%)		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	61,56 a	59,22 a
6	65,65 a	53,89 b
12	59,64 a	60,54 a
18	61,53 a	61,23 a
24	55,91 b	61,33 a
Equação	$Y = 62,3 + 0,29x - 0,023x^2$	-
R²	0,67	ns
Ponto de Máxima	6 sementes/m	-
FDA (%)		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	35,20 a	33,76 a
6	42,96 a	31,07 b
12	36,08 a	37,97 a
18	33,98 a	36,54 a
24	31,36 b	36,34 a
Equação	$Y = 36,962 + 0,484x - 0,032x^2$	-
R²	0,62	ns
Ponto de Máxima	8 sementes/m	-

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Quanto aos teores de FDA, na silagem de milho com o capim Marandu, foram encontrados valores médios de 29,2% (Tabela 14), teor este menor que o obtido por Pereira *et al.* (2009), que observaram teor de FDA em torno de 39,3% para o Marandu. Tais informações estão de acordo com dados verificados por Villela *et al.* (2003), que avaliaram o valor nutritivo da silagem de milho oriundas de nove cultivares, obtendo valores médios de FDA de 27,05%, respectivamente, colhidos no ponto de maturidade fisiológica.

Analisando-se os teores de cinzas (CZ) dos consórcios de milho (Tabela 17), verifica-se que no ano de 2017, a silagem apresentou valores maiores em relação a quantidade de nutrientes minerais, fato que pode ser atribuído à maior quantidade de guandu-anão na massa ensilada, em comparação à 2016.

Tabela 17 - Teores de cinzas (CZ), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) das silagens de milho com ou sem capim Marandu com densidades de semeadura do guandu-anão, em 2016 e 2017.

Tratamentos	CZ (%)		EE (%)		NIDN (%)		NIDA (%)	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Capim Marandu								
Com	4,68	5,82 b	2,61a	1,95	0,26	0,44	0,16a	0,29
Sem	4,54	6,10 a	2,46b	2,09	0,25	0,45	0,12b	0,30
S (P>f)	0,194 ^{ns}	0,034*	0,019*	0,087 ^{ns}	0,061 ^{ns}	0,385 ^{ns}	0,000**	0,447 ^{ns}
Densidade	-	-	-	-				
0	4,13 ⁽¹⁾	6,31 ⁽²⁾	2,57	1,95	0,23	0,40	0,11	0,25
6	4,69	5,95	2,78	2,28	0,24	0,49	0,13	0,34
12	5,07	6,07	2,44	2,19	0,26	0,54	0,15	0,36
18	4,61	5,81	2,41	1,82	0,29	0,43	0,15	0,27
24	4,56	5,59	2,46	1,87	0,24	0,38	0,14	0,26
D (P>f)	0,000**	0,020*	0,004**	0,001**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
D x S	0,083 ^{ns}	0,265 ^{ns}	0,008**	0,002**	0,001**	0,000**	0,000**	0,000**
CV%	7,17	6,7	7,52	11,7	6,31	8,57	8,48	7,05

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ^{ns} não significativo. CV: coeficiente de variação.

(1) $Y = 4,163 + 0,111x - 0,004x^2$ ($R^2 = 0,81$; PM = 14 sementes/m); (2) $Y = 6,262 - 0,025x$ ($R^2 = 0,82$);

Fonte: Dados da própria autora

Os teores de cinzas obtidos na presente pesquisa, no ano de 2016, corroboram com valores obtidos por Assis *et al.* (2014) que variam de 4,02 a 4,62%, e são superiores aos encontrados por Ferreira *et al.* (2017) os quais cultivaram o milho consorciado com diferentes capins, que variam entre 2,12 e 3,24%. Os teores do segundo ano de cultivo são maiores aos encontrados por estes autores.

A presença ou ausência do capim Marandu no consórcio não interferiu nos teores de CZ na silagem, entretanto, em ambos os anos de avaliação notou-se ajuste de regressão para densidade de semeadura do guandu-anão, sendo quadrática para 2016, com ponto de máximo calculado para 14 sementes m^{-1} e linear decrescente para 2017, demonstrando efeito competitivo do guandu-anão com o milho (Tabela 17).

A maior concentração de extrato etéreo (EE) foi obtida na silagem de milho em consórcio com capim Marandu e guandu-anão (2,6%) no ano de 2016 (Tabela

17). Forragens com maiores teores de EE tendem a ter maiores teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), pois a gordura fornece 2,25 vezes mais energia que o carboidrato. Segundo o NRC (2001), os teores de EE no alimento para ruminantes não deve ultrapassar 7%, pois pode ocorrer diminuição da fermentação ruminal, da digestibilidade da fibra e da taxa de passagem do alimento. Desta forma, os teores de EE obtidos (Tabela 17), tanto no ano de 2016 quanto em 2017, apresentaram-se adequados nesta padronização pelo EE.

Os teores de EE verificados na presente pesquisa (Tabela 18) foram similares aos 1,9 % a 2,5 %, obtidos por Pinto *et al.* (2010), avaliando cultivares de milho para produção de silagem. Cabe ressaltar que os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com os indicados pelo NRC (2001) como teores adequados no EE.

Tabela 18 - Desdobramento da interação entre com ou sem a presença do Marandu e densidades do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de extrato etéreo (EE) na silagem, em 2016 e 2017.

EE (%) 2016		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	2,65 a	2,48 a
6	2,79 a	2,77 a
12	2,52 a	2,36 a
18	2,71 a	2,13 b
24	2,36 a	2,55 a
Equação	-	-
R²	ns	ns
Ponto de Máximo	-	-
EE (%) 2017		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	1,68 b	2,22 a
6	2,02 b	2,53 a
12	2,18 a	2,21 a
18	1,83 a	1,81 a
24	2,07 a	1,67 b
Equação	-	$Y = 2,314 + 0,016x - 0,0019x^2$
R²	ns	0,83
Ponto de Máximo	-	4 sementes/m

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Nos dois anos de avaliação do EE da silagem houve interação significativa entre com ou sem o capim Marandu e densidades de semeadura do guandu-anão

(Tabela 17). No desdobramento da interação para o ano de 2016 (Tabela 18), na ausência do capim e densidade de 18 sementes m^{-1} de guandu-anão, o EE foi menor, e não houve ajustes significativos tanto na presença quanto na ausência do capim Marandu, por efeito das densidades de guandu.

Em 2017, o milho em consórcio triplo apresentou menores teores de EE até a densidade de 6 sementes de guandu-anão por metro de linha na semeadura (Tabela 18), entretanto, sem o capim, o menor teor de EE foi obtido com 24 sementes m^{-1} . Nos ajustes de regressão, apenas sem o capim Marandu no consórcio apresentou regressão quadrática dos teores de EE pelo incremento da densidade de guandu-anão na semeadura do consórcio com milho, com ponto de máximo calculado para 4 sementes m^{-1} .

Analisando-se os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) dos consórcios de milho (Tabela 17), verifica-se que, em ambos os anos de cultivo, não houve diferença estatística em relação a presença ou ausência de capim.

As frações nitrogenadas NIDN e NIDA das silagens produzidas no ano de 2016, apresentaram-se adequadas, com valores próximos aos verificados por Velho *et al.* (2007), Oliveira *et al.* (2010b) e Viana *et al.* (2012), avaliando híbridos de milho para ensilagem. Assim, as silagens produzidas, proporcionaram teores satisfatórios de NIDN e NIDA. Estes atributos relacionam-se à fração nitrogenada indigestível, correspondendo à proteína associada à lignina, complexos tanino-proteína e produtos oriundos da reação de Maillard, altamente resistentes às enzimas microbianas e indigestíveis ao longo do trato gastrointestinal (LICITRA *et al.*, 1996).

No ano de 2017, a porcentagem de NIDN e NIDA foi maior em relação ao primeiro ano de cultivo. A maior porcentagem de fibra é indesejável, visto que este componente está correlacionado negativamente com o consumo de nutrientes pelos animais (ASSIS *et al.*, 2014).

Em ambos os anos de avaliação dos teores de NIDN constatou-se ajuste de regressão para densidade de semeadura do guandu-anão, sendo quadrática para todas avaliações destes teores, com ponto de máximo no ano de 2016 estipulado em 20 e 12 sementes m^{-1} para a presença e ausência do capim, respectivamente, e com ponto de máximo no ano de 2017 calculado para 10 e 15 sementes m^{-1} para a presença e ausência do capim, respectivamente (Tabela 19).

Tabela 19 - Desdobramento da interação entre com ou sem a presença do Marandu e densidades do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) na silagem, em 2016 e 2017.

NIDN (%) 2016		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	0,23 a	0,22 a
6	0,23 a	0,25 a
12	0,25 b	0,28 a
18	0,29 a	0,27 a
24	0,27 a	0,22 b
Equação	$Y = 0,230 + 0,0025x - 0,00006x^2$	$Y = 0,212 + 0,0095x - 0,0004x^2$
R²	0,61	0,95
Ponto de Máximo	20 sementes/m	12 sementes/m
NIDN (%) 2017		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	0,44 a	0,36 b
6	0,57 a	0,40 b
12	0,54 a	0,55 a
18	0,37 b	0,49 a
24	0,29 b	0,46 a
Equação	$Y = 0,459 + 0,019x - 0,001x^2$	$Y = 0,349 + 0,021x - 0,0007x^2$
R²	0,86	0,78
Ponto de Máximo	10 sementes/m	15 sementes/m

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Assim como com os teores de NIDN (Tabela 19), em ambos os anos de avaliação dos teores de NIDA houve ajuste de regressão para densidade de semeadura do guandu-anão, sendo quadrática para todas avaliações destes teores (Tabela 20), com ponto de máximo no ano de 2016 calculado em 18 sementes m⁻¹ para a presença do capim, e sem ajuste de regressão para ausência do capim. No ano de 2017, o ponto de máximo calculado foi de 7 e 16 sementes m⁻¹ para a presença e ausência do capim, respectivamente.

Para os teores de celulose (CEL) não houve efeito dos tratamentos individuais e da interação significativa para o ano de 2016, em relação ao consórcio com Marandu e densidades de guandu (Tabela 21). Os valores obtidos corroboram aos valores obtidos por Costa (2014) utilizando milho solteiro e em consórcio com diferentes capins.

Tabela 20 - Desdobramento da interação entre com ou sem a presença do Marandu e densidades do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) na silagem, em 2016 e 2017.

NIDA (%) 2016		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	0,12 a	0,11 a
6	0,14 a	0,12 b
12	0,17 a	0,13 b
18	0,19 a	0,12 b
24	0,17 a	0,11 b
Equação	$Y = 0,113 + 0,007x - 0,0002$	-
R²	0,96	ns
Ponto de Máximo	18 sementes/m	-
NIDA (%) 2017		
Capim Marandu	Com	Sem
Densidade	-	-
0	0,27 a	0,23 b
6	0,42 a	0,26 b
12	0,34 b	0,38 a
18	0,21 b	0,32 a
24	0,21 b	0,31 a
Equação	$Y = 0,31 + 0,01x - 0,0007x^2$	$Y = 0,218 + 0,016x - 0,0005x^2$
R²	0,61	0,72
Ponto de Máximo	7 sementes/m	16 sementes/m

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Contudo, para o ano de 2017 houve interação significativa entre os dois fatores de consórcio com o milho para silagem (Tabela 22) em que, como para FDN e FDA, com presença do Marandu no consórcio, com 6 sementes de guandu-anão m⁻¹ os teores de CEL foram maiores, assim como sem o capim Marandu. Entretanto, com 24 sementes m⁻¹, foram maiores os teores de CEL, pela maior quantidade de hastes do guandu no material vegetal ensilado. Novamente, no ajuste de regressões por efeito das densidades de guandu-anão, apenas com o consórcio triplo (milho + capim Marandu + guandu-anão) houve ajuste quadrático significativo, com maiores teores de CEL com 4 sementes m⁻¹.

Tabela 21 - Teores de celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG) das silagens de milho com ou sem capim Marandu, e com densidades de semeadura do guandu-anão, em 2016 e 2017.

Tratamentos	CEL (%)		HEM (%)		LIG (%)	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Capim Marandu						
Com	24,06	28,37	26,95 a	24,94 a	2,41 b	4,82
Sem	25,02	28,31	23,79 b	24,10 b	3,00 a	4,92
S (P>f)	0,105 ^{ns}	0,870 ^{ns}	0,017*	0,033*	0,001**	0,123 ^{ns}
Densidade	-	-	-	-	-	-
0	24,05	28,68	23,90 ⁽¹⁾	25,92 ⁽¹⁾	2,88 ⁽²⁾	3,81
6	24,38	27,26	22,84	22,76	2,68	7,98
12	26,16	28,49	25,34	23,07	2,91	6,46
18	24,76	29,07	30,67	26,11	2,84	4,47
24	23,35	28,22	24,07	24,77	2,21	4,13
D (P>f)	0,052 ^{ns}	0,043*	0,004**	0,000**	0,038*	0,000**
D x S	0,095 ^{ns}	0,000**	0,046*	0,074 ^{ns}	0,381 ^{ns}	0,000**
CV%	7,32	4,0	15,41	4,81	17,55	33,49

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ^{ns} não significativo. CV: coeficiente de variação.

(1) Não houve ajuste a regressão, (2) $Y = 2,778 + 0,034x - 0,0023x^2$ ($R^2 = 0,70$; PM = 4 sementes/m);

Fonte: Dados da própria autora

Tabela 22 - Desdobramento da interação com ou sem a presença do Marandu e densidades de semeadura do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de celulose (CEL) na silagem, em 2017.

Capim Marandu	CEL 2017	
	Com	Sem
Densidade	-	-
0	29,12 a	28,24 a
6	29,24 a	25,29 b
12	28,16 a	28,82 a
18	28,78 a	29,35 a
24	26,57 b	29,88 a
Equação	$Y = 29,063 + 0,048x - 0,0058x^2$	-
R²	0,78	ns
Ponto de Máxima	4 sementes/m	-

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Analisando-se a Tabela 21 constata-se que os teores de hemicelulose (HEM) variaram entre 22,7 a 30,6%, e mesmo com esta variação, se mantiveram dentro da faixa adequada descrita por Van Soest (1994), que descreve que os teores variam de 20 a 40%. Verifica-se também que no ano de 2016, independentemente da população de guandu-anão, com o capim no consórcio, os teores de HEM foram

significativamente maiores, fato que pode ser atribuído à maior quantidade de folhas do capim na massa ensilada e maior quantidade de grão (híbrido/menor porcentagem na massa ensilada).

No ano de 2016 houve interação significativa entre os dois fatores de consórcio com o milho para HEM (Tabela 23), em que com 18 sementes de guandu-anão m^{-1} obtiveram valores superiores na ausência do Marandu no consórcio.

Tabela 23 - Desdobramento da interação com ou sem a presença do Marandu e densidades de semeadura do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de hemicelulose (HEM) na silagem, em 2016.

Capim Marandu	HEM 2016	
	Com	Sem
Densidade	-	-
0	24,73 a	23,07 a
6	22,43 a	23,25 a
12	26,46 a	24,23 a
18	36,25 a	25,09 b
24	24,86 a	23,29 a
Equação	-	-
R²	ns	ns
Ponto de Máxima	-	-

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

Para os teores de lignina (LIG), no ano de 2016 não houve efeito isolado do capim Marandu, entretanto, com ajuste quadrático para densidades de guandu-anão em ponto de máximo calculado para 4 sementes m^{-1} (Tabela 24). No ano de 2017 houve interação significativa com e sem capim Marandu nas densidades de guandu-anão em consórcio com o milho para ensilagem. Na análise do desdobramento (Tabela 24), o maior teor de lignina foi obtido na ausência do capim e 12 sementes m^{-1} de guandu-anão, entretanto, sem ajustes significativos nas densidades de guandu.

Conforme relatado por Barbero *et al.* (2010), a presença de lignina tem efeitos negativos sobre a digestibilidade da forragem produzida, sendo comum teores entre 1 a 4%. Os teores de lignina das silagens estão próximos aos 4,16 a 5,95% constatados por Leonel *et al.* (2008), em cultivo do milho com duas fileiras de capim-braquiária na entrelinha do milho, e em função de diferentes idades de corte das plantas em consórcio para produção de silagem, exceto os teores médios de 6%

verificados no consórcio do milho com capim Marandu e com 6 e 12 sementes m⁻¹ de guandu-anão.

Tabela 24 - Desdobramento da interação com ou sem a presença do Marandu e densidades de semeadura do guandu-anão em consórcio com o milho para teores de lignina (LIG) na silagem, em 2017.

Capim Marandu	LIG 2017	
	Com	Sem
Densidade	-	-
0	4,29 a	3,34 a
6	6,09 a	3,88 b
12	6,13 a	6,80 a
18	3,37 a	5,57 a
24	3,26 a	5,0 a
Equação	-	-
R²	ns	ns
Ponto de Máxima	-	-

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ns: não houve ajuste a regressão.

Fonte: Dados da própria autora

5 CONCLUSÕES

O consórcio de milho com capim Marandu e guandu-anão, em área irrigada, na 2ª safra proporciona maior produtividade de matéria seca para ensilagem.

O consórcio triplo com espaçamento de 0,45m propicia maiores teores de proteína bruta na silagem de planta inteira de milho, com até 15 sementes m⁻¹ de guandu-anão, na semeadura.

A utilização da *Urochloa brizantha* cv. Marandu no consórcio com milho e guandu-anão até 6 sementes m⁻¹ não altera a produção e melhora a composição químico-bromatológica da silagem.

REFERÊNCIAS

- 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**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2013.
- ALVARENGA, R. C. Integração Lavoura-Pecuária. *In*: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 3., 2004, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte: UFMG, 2004. 1 CD ROOM.
- ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; JUNIOR, E. F.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.
- ASSIS, F. B.; BASSO, F. C.; LARA, E. C.; RAPOSO, S.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; FERNANDES, L. O.; RABELO, C. H. S.; REIS, R. A. Caracterização agrônômica e bromatológica de híbridos de milho para silagem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 2869-2882, 2014.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington: AOAC, 1995. 1015 p.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A. de; VEIGA, M. de; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de área agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009.
- BARBERO, R. P.; BARBOSA, M. A. A. F.; FORTALEZA, A. P. S.; MASSARO JÚNIOR, F. L.; SILVA, L. D. F.; CASTRO, L. M. Suplementação com fontes proteicas na terminação de novilhas de corte: estudo bioeconômico. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 17, n. 1, p. 45-50, 2016.
- BARBERO, L. M.; CECATO, U.; LUGÃO, S. M. B.; GOMES, J. A. N.; LIMÃO, V. A.; ABRAHÃO, J. J. S.; ROMA, C. F. C. Produção animal e valor nutritivo da forragem de pastagem de coastcross consorciada com amendoim forrageiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 3, p. 645-653, 2010.
- BARBOSA, R. A. **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 206 p.
- BELEZE, J. R. F.; ZEOULA, L. M. I.; CECATO, U.; DIAN, P. H. M.; MARTINS, E. N.; FALCÃO, A. J. S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação: produtividade, características morfológicas e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 567-575, 2003.

BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, Knoxville, v. 111, p. 1-12, 2012.

BENÍCIO, L. P. F.; OLIVEIRA, V. A.; SILVA, L. L.; ROSANOVA, C.; LIMA, S. O. Produção de *Megathirus maximus* consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.5, n.2, p.55-60, 2011.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes** Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583 p.

BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; ZAGO, C. P.; SAMPAIO, I. B. M. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. **Pesquisa Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 49, n. 4, p. 441-452, 1997.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no SPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. **Crop Science**, Madison, v. 53, n. 2, p. 629-636, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção**. Portaria MMA, N. 443, de 17 de dezembro de 2014. Brasília, DF, 2014.

BRAZ, F. P.; MION, T. D.; GAMEIRO, A. H. Análise socioeconômica comparativa de sistemas de integração lavoura-pecuária em propriedades rurais nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.42, n.2, 2012.

BRIGHENTI, A. M.; SOBRINHO, F. S.; COSTA, T. R.; ROCHA, W. S. D.; MARTIN C. E.; FERREIRA, L.H.C. **Integração Lavoura-Pecuária**: a cultura do girassol consorciada com *Brachiaria ruzizienses*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008. 10 p. (Circular Técnica, 96).

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CARVALHO, M. M. **Recuperação de pastagens degradadas**. Coronel Pacheco: EMBRAPA - CNPGL. 1993. 51 p. (Documentos, 55).

CARVALHO, M. A.; YAMASHITA, O. M.; ROQUE, C. G.; NOETZOLD, R. Produtividade de arroz no sistema integração lavoura-pecuária com o uso de doses reduzidas de herbicida. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 33-39, 2011.

CHIODEROLI, C. A.; DE MELLO, L. M.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. D. R. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1101-1109, 2010.

COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J.; MUNIZ, L. C.; MARTHA JUNIOR, G. B.; CARNEVALLI, R. A.; TEIXEIRA, S. R.; MACHADO, A. A.; TEIXEIRA NETO, M. L. Opções de Integração Lavoura-Pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 240, p. 64-79, 2007.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 777-788, 2005.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTÓDIO, D. P.; SILVA, B. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

COSTA, N. R.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUALBERTO, R.; SOUZA, L. S.; MONTALVÃO, P. C. Densidades e formas de semeadura do capim-braquiária e produtividade do milho na integração lavoura-pecuária. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 7, n. 4, p. 61-68, 2013.

COSTA, N. R. **Desempenho técnico e econômico da produção de milho e sorgo para silagem e soja em sucessão em sistema irrigado de integração lavoura-pecuária no Cerrado**. 2013. 226 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2013.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; PARIZ, C. M.; BORGHI, E.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Nutrição e produtividade de híbridos de sorgo granífero de ciclos contrastantes consorciados com capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1234-1240, 2011.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M. An innovate crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy Journal**, Madison, v.104, n.4, p. 1085-1095, 2012.

CRUZ FILHO, A. B. **Práticas agronômicas para o estabelecimento de pastagens** - Curso de pecuária leiteira. Coronel Pacheco: EMBRAPA - CNPGL, 1990. 25 p. (Documentos, 37).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

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

FERREIRA, J. J. Estágio de maturação do milho e do sorgo o ideal para ensilagem. *In*: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (ed.) **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 405-428.

FERREIRA, E. A. B.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; RAMOS, M. L. G. Dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 1625-1635, 2007.

FERREIRA, M. E.; MIZIARA, F.; FERREIRA JÚNIOR, L. G.; RIBEIRO, F. L.; FERREIRA, N. C. Ativos ambientais do bioma Cerrado: uma análise da cobertura vegetal nativa e sua relação com o preço da terra no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 61, n. 1, p. 37-50, 2009.

FERREIRA, J. P.; ANDREOTTI, M.; PASCOALOTO, I. M.; COSTA, N. R.; AUGUSTO, J. G. Qualidade da silagem de milho consorciado com gramíneas tropicais em diferentes espaçamentos. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 74, n. 3, p. 237-245, 2017.

FLARESSO, J. Á.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 1608-1615, 2000.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R. da; OLIVEIRA, G. C.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo Vermelho Distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 22-30, 2007.

FRANZLUEBBERS, A. J. Integrated crop-livestock systems in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 2, p. 361-372, 2007.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Cultivo consorciado de milho para silagem com *Brachiaria brizantha* no sistema de plantio convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 635-644, 2005.

GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; BERNARDINO, F. S.; GOBBI, K. F. Forrageira utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. *In*: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (ed.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa-MG: UFV, 2004. p. 331-352.

- HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; FANCELLI, A. L.; CORAZZA, E. J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 71-79, 2005.
- HERRERO, M.; THORNTON, P. K.; NOTENBAERT, A. M.; WOOD, S.; MSANGI, S.; FREEMAN, H. A.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; PETERS, M.; STEEG, J. Van de; LYNAM, J.; PARTHASARATHY RAO, P.; MACMILLAN, S.; GERARD, B.; MCDERMOTT, J.; SERÉ, C.; ROSEGRANT, M. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science**, Washington, v. 327, n. 5967, p. 822-825, 2010.
- IKEDA, F. S.; MITJA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 11, p. 1545-1551, 2007.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIANA, R. G. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SILVA, A. F.; SILVA, L. L.; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 53-60, 2006.
- JAREMTCHUK, A. R.; JAREMTCHUK, C. C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M. T.; KOZLOWSKI, L. A.; COSTA, C.; MADEIRA, H. M. F. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 181-188, 2005.
- KATSWAIRO, T. W.; WRIGHT, D. L.; MAROIS, J. J.; HARTZOG, D. L.; RICH, J. R.; WIATRAC, P. J. Sod-livestock integration into the peanut-cotton rotation: A systems farming approach. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, n. 4, p. 1156-1171, 2006.
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. de; COSTA, J. L. da S.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé – tecnologia Embrapa**: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. (Circular Técnica, 38).
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-441.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H.; COBUCCI, T. Integração lavoura - pecuária e o manejo de plantas daninhas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 106, p. 1-20, 2004. Encarte Técnico.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A. **Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. (Documentos, 187).

LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S.; HOLANDA NETO, M. R.; ARAÚJO, F. S.; IWATA, B. F. Atributos químicos e estoques de carbono em Latossolo sob plantio direto no cerrado do Piauí. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 12, p. 1273-1280, 2010.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; DE FACCIO CARVALHO, P. C.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 190, n. 1, p. 4-8, 2014.

LEONEL, F. P.; PEREIRA, J. C.; COSTA, M. G.; MARCO JÚNIOR, P.; LARA, L. A.; QUEIROZ, A. C. Consórcio capim-braquiária e milho: produtividade das culturas e características qualitativas das silagens feitas com plantas em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, MG, v. 37, n. 12, p. 2233-2242, 2008.

LEONEL, F. P.; PEREIRA, J. C.; COSTA, M. G.; MARCO JÚNIOR, P.; LARA, L. A.; QUEIROZ, A. C. Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 177-189, 2009.

LEONEL F. P., PEREIRA J. C., COSTA M. G., MARCO JÚNIOR P., SILVA C. J.; LARA L. A. Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 166-176, 2009.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; Van SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LISBÔA, F. M.; PAUSE, A. G. S. Sobrevivência de Leguminosas Arbustivas em Pastagem Consorciada, Itupiranga, PA. **Revista Agroecossistemas**, Belém, v. 2, n.1, p.48-52. 2010.

LOPES, A.; KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; AYARZA, M.; THOMAS, R. Sistemas agropastoriles el assabanas de América Latina tropical: lecciones del desarrollo agrícola de los Cerrados de Brasil. **Sistemas Agropastoriles em Sabanas Tropicales de América Latina**, Cali, v. 70, n. 770, p. 9, 1999.

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

MACHADO, L. A. Z.; VALLE, C. B. de. **Desempenho agrônômico de genótipos de capimbraquiária em sucessão à soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 46, n. 11, p. 1454-1462, 2011.

MAIA, M. C.; PINTO, J. C.; ANDRADE, I. F. The establishment of Tânzania grass pasture using millet as a companion crop. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1312-1319, 2000.

MARTUSCELLO, J. A.; OLIVEIRA, A. B. D.; da CUNHA, D. D. N. F. V.; AMORIM, P. L. D.; DANTAS, P. A. L. Produção de biomassa e morfogênese do capim-braquiária cultivado sob doses de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 4, p. 923-934, 2011.

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

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 87-95, 2004.

MOSER, B. D. **An agricultural call to arms**: address in gsociety's concerns. Ecological paradigm. Disponível em: <http://cfaes.osu.edu>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

MUCK, R. E.; SHINNERS, K. J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19. 2001, São Pedro. **Proceedings** [...] Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 753-762.

NASCIMENTO, W. G.; PRADO, I. N.; JOBIM, C. C.; EMILE, J. C.; SARALT, F.; HUYGUE, C. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.5, p.896-904, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 8. ed. Washington: National Academy, 2001. 381 p.

NERES, M. A.; CATAGNARA, D. D.; SILVA, F. B.; OLIVEIRA, P. S. R.; MESQUITA, E. E.; TAIMARA, C. B.; GUARIANTI, A. J.; VOGT, A. S. L. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85, Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.5, p.862-869. 2012.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; RESTLE, J.; OST, P. R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1395-1405, 2007.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PELLEGRINI, L. G.; FREITAS, A. K. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 293-301, 2002.

NOGUEIRA, F. A. S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem taninos e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório**. 1995. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

NUNES, U. R.; JÚNIOR, V. C. A.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006a.

NUNES, H. V.; SILVA, I. de F.; BRUNO, R. de L. A.; BARROS, D. I.; PEREIRA, W. E. Influência de sistemas de culturas, mucuna preta e adubação mineral sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 6-12, 2006.

OLIVEIRA, P. P. A.; CORSI, M. **Recuperação de pastagens degradadas para sistemas intensivos de produção de bovinos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 23 p. (Circular Técnica, 38).

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. C. **Sistema Santa Brígida: tecnologia Embrapa: consorciação de milho com leguminosas**. Santo Antônio de Goiás-GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2010a. 16 p. (Circular técnica, 88).

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V. U.; CARVALHO, G. G. P. D.; RIBEIRO, L. S. O. U.; ALMEIDA, V. V. D.; PEIXOTO, C. A. D. M. U. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo Sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010b.

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; CARVALHO, G. G. P. de; RIBEIRO, L. S. O. Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v. 39, n.12, p. 2604-2610, 2010c.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; BERGAMASCHINE, F. A.; ULIAN, N. A.; FURLAN, L. C.; MEIRELLES, P. R. L.; CAVASANO, F. A. Straw decomposition of nitrogen-fertilized grasses intercropped with irrigated maize in na integrated crop livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, p. 2029-2037, 2011a.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M. de; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011b.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; COSTA, N. R.; CAVALLINI, M. C.; ULIAN, N. A.; LUIGGI, F. G. Yield, chemical composition and chlorophyll relative content of Tanzania and Mombaça grasses irrigated and fertilized with nitrogen after corn intercropping. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 4, p. 728-738, 2011c.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; COSTA, N. R.; CAVALLINI, M. C. Produção, composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias após o consórcio com milho. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 232, p. 1041-1052, 2011d.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

PEREIRA, J. M.; TARRE, R. M.; MACEDO, R.; REZENDE, C. de P.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Productivity of *Brachiaria humidicola* pastures in the Atlantic forest region of Brazil as affected by stocking rate and the presence of a forage legume. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Amsterdam, v. 83, n. 2, p. 179-196, 2009.

PEREIRA, J. L. A. R.; VON PINHO, R. G.; SOUZA FILHO, A. X.; SANTOS, A. O.; FONSECA, R. G. Avaliação de componentes estruturais da planta de híbridos de milho colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 1, p. 47-55, 2011.

PINTO, A. P.; LANÇANOVA, J. A. C.; LUGÃO, S. M. B.; ROQUE, A. P.; ABRAHÃO, J. J. S.; OLIVEIRA, J. S.; LEME, M. C. J.; MIZUBUTI, I. Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1071-1078, 2010.

PIRES, D.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; SALES, E. C. J.; REIS, S. T.; JAYME, D. G., CRUZ, S. S.; ESTEVES, B. L. C. Características das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 68-77, 2013.

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

QUADROS, D. G.; RORIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; RAMOS, A. K. B.; PAROLIN, F. J. T. Acúmulo de massa seca e dinâmica do sistema radicular do estilosantes mineirão submetido a duas intensidades de desfolhação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 5, n. 3, p. 113-122, 2004.

QUARESMA, J. P. S.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; CABRAL L. S.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, D. M. G. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 2, p.145-150, 2011.

QUINTINO, A. C.; ZIMMER, A. H.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G.; BUNGENSTAB, D. J. **Silagem de milho safrinha com níveis crescentes de forragem de guandu**. Londrina-PR: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2013. 3 p.

R CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. 2017.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 284 p.

RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; RODRIGUES, C. R.; SILVA, C. A.; BOLDRIN, P. F. Biomass production and phosphorus use of forage grasses fertilized with two phosphorus sources. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 335-343, 2009.

RAO, M. R.; MATHUVA, M. N. Legumes for improving maize yields and income in semi-arid Kenya. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 78, n. 2, p. 123–137, 2000.

RENVOIZE, S. A.; CLAYTON, W. D.; KABUYE, C. H. S. Morphology, taxonomy, and natural distribution of *Brachiaria* (Ed.) Griseb. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. do. **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT,1996. p.1-15.

RESTLE, J.; KEPLIN, L. A. S.; VAZ, E. F. N. Desempenho em confinamento de novilhos Charolês abatidos com diferentes pesos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 8, p. 857-860, 1997.

ROSOLEM, C. A.; SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Análise da situação geral. In: SORATTO, R. P.; ROSOLEM, C. A.; CRUSCIOL, C. A. C. (ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: alguns exemplos no Brasil Central**. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. p. 103-104.

RYSCHAWY, J.; CHOISIS, N.; CHOISIS, J. P.; JOANNON, A.; GIBON, A. Mixed crop-livestock systems: An economic and environmental-friendly way of farming? **Animal**, Cambridge, v.6, n.10, p.1722-1730, 2012.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 190, n. 1, p. 70-79, 2014.

SANDERSON, M. A.; ARCHER, D.; HENDRICKSON, J.; KRONBERG, S.; LIEBIG, M.; NICHOLS, K.; SCHMER, M.; TANAKA, D.; AGUILAR, J. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop–livestock systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Cambridge, v. 28, n. 2, p. 129-144, 2013.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 1, p. 115-122, 2008.

SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. II – Implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 45-52, 2006.

SILVA, H. P.; GAMA, J. C. M.; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; KARAM, D. Levantamento das plantas espontâneas na cultura do girassol. **Revista Verde**, Cataguases, v. 5, n. 1, p. 162-167, 2010.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2006. 235 p.

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**, Cassilândia, v. 5, n. 2, p. 39-47, 2018.

SILVA, J. A. N.; SOUZA, C. M. A.; SILVA, C. J.; BOTTEGA, S. P. Crescimento e produção de espécies forrageiras consorciadas com pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 6, p. 769-775, 2012.

SILVEIRA, C. P.; NACHTIGALL, G.; MONTEIRO, F. A. Calibração do modelo e validação do sistema integrado de diagnose e recomendação para o capim-Braquiária. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 520-527, 2005.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

ULIAN, N. A. **Características quanti-qualitativas da silagem de milho no sistema de integração lavoura-pecuária**. 2013. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.

VALLE, C. B. do; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., Piracicaba, 2000. **Anais** [...] Piracicaba: Fealq, 2000. p. 65-108.

VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; VELHO, I. M. P. H.; GENRO, T. C. M.; KESSLER, J. D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, supl., p. 1532-1538, 2007.

VELOSO, C. M.; RODRIGUEZ, N. M.; CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. P.; MOURÃO, G. B.; GONÇALVES, L. C.; SAMPAIO, I. B. M. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de folhas e folíolos de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 613-617, 2006.

VIANA, P. T.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, L. B.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T.; NASCIMENTO FILHO, C. S.; CARVALHO, A. O. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 2, p. 292-297, 2012.

VICTÓRIA FILHO, R. Estratégias de manejo de plantas daninhas. In: ZAMBOLIN, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa, MG: UFV, 2003. p. 317-371.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; KARINA PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura - pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1127- 1138, 2011.

VILLELA, T. E. A; PINHO, R. G. V.; GOMES, M. S.; GROSS, M. R.; EVANGELISTA, A. R. Consequência do atraso na época de semeadura e de ensilagem do milho no valor nutritivo da silagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 54-61, 2003.

TRACY, B. F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. **Crop Science**, Madison, v.48, n.3, p.1211-1218, 2008.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. New York: Cornell University, 1994. 476 p.

VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. A. R.; REIS, M. C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 2, p. 157-173, 2009.

WRIGHT, I. A.; TARAWALI, S.; BLÜMMEL, M.; GERARD, B.; TEUFEL, N.; HERRERO, M. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 5, p. 1010-1015, 2012.

ZEOULA, L. M.; BELEZE, J. R. F.; CECATO, U.; JOBIM, C. C.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M.; FALCÃO, A. J. S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação; composição químico-bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 556-566, 2003.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. especial, p.170-189, 2009a.

ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L. G.; MARI, L. J.; SCHMIDT, P.; DUARTE, A. P.; MOURÃO, G. B. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 452-461, 2009b.

APÊNDICE – FIGURAS

Figura 2. Implantação do experimento no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 3. Área de implantação do experimento no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 4. Implantação do experimento no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 5. Plantas de milho, guandu-anão e capim Marandu em fase inicial de crescimento no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 6. Plantas de milho, guandu-anão e capim Marandu em pleno crescimento no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



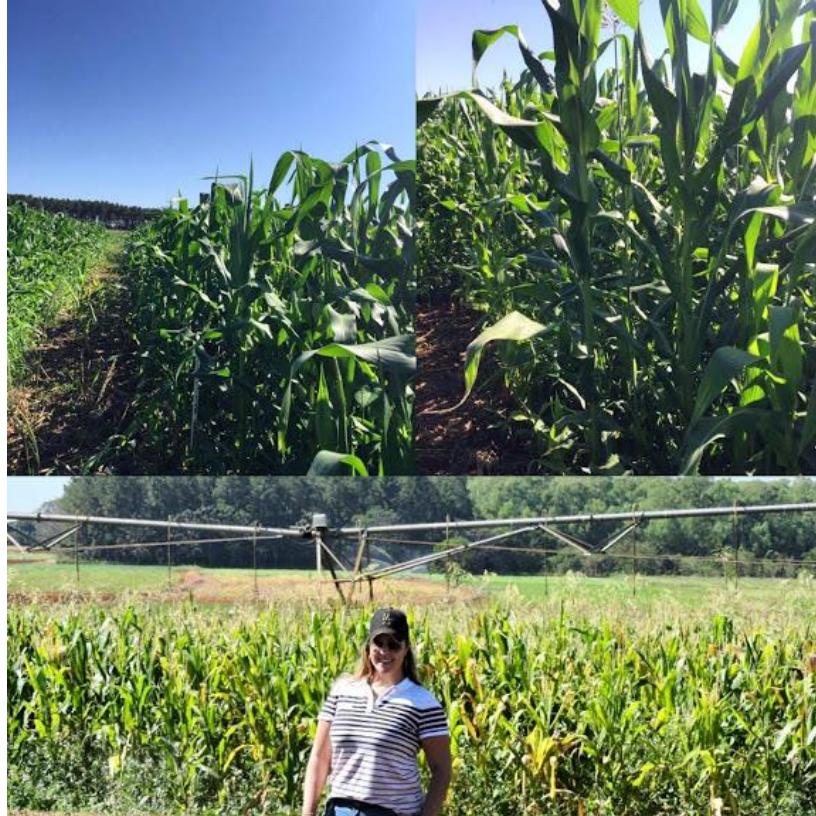
Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 7. Irrigação por aspersão com pivô central na área experimental no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 8. Plantas de milho em estágio de crescimento ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



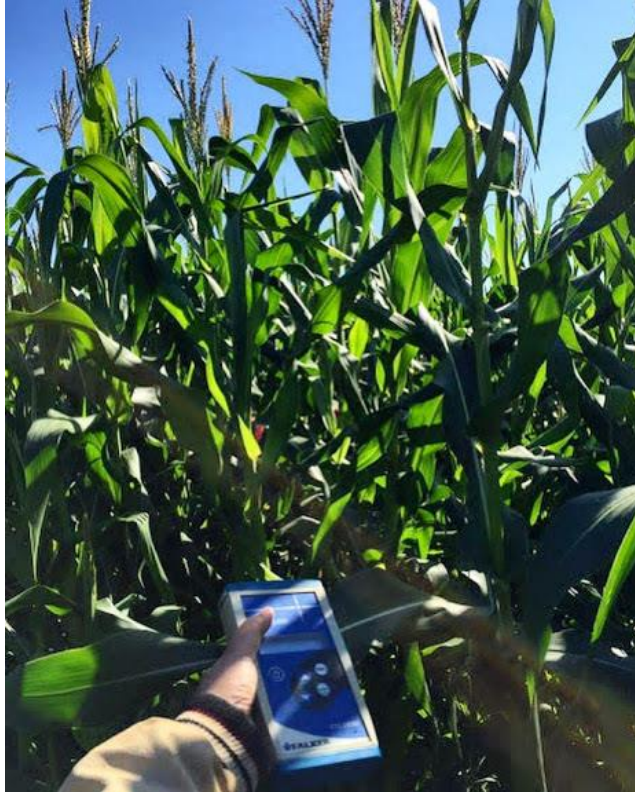
Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 9. Plantas de milho em estágio de florescimento ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 10. Avaliação do índice de clorofila na folha utilizando um clorofilômetro digital em plantas de milho em estágio de florescimento ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 11. Florescimento de milho no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 12. Colheita do material a ser ensilado no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 13. Carreta com material a ser ensilado no ano de 2016 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 14. Abertura dos silos experimentais no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 15. Coleta do suco da silagem com a utilização da prensa no dia da abertura dos silos experimentais no ano de 2017 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Selvíria/MS.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 16. Destilador de nitrogênio no ano de 2017 no Laboratório de Bromatologia do DBZ/FEIS/UNESP – Ilha Solteira/SP.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 17. Becker de vidro graduado com material para análise no Laboratório de Bromatologia do DBZ/FEIS/UNESP – Ilha Solteira/SP no ano de 2017.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 18. Balões volumétricos com material para análise no Laboratório de Bromatologia do DBZ/FEIS/UNESP – Ilha Solteira/SP no ano de 2017.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 19. Análise de Extrato Etéreo no ano de 2017 no Laboratório de Bromatologia do DBZ/FEIS/UNESP – Ilha Solteira/SP.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 20. Amigos e colegas da equipe de Sistemas Integrados de Produção de Ilha Solteira (SIPAIS) na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp – Ilha Solteira.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Figura 21. Amigos e colegas da equipe de Sistemas Integrados de Produção de Ilha Solteira (SIPAIS).



Fonte: Acervo pessoal da autora.