

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**PRODUTIVIDADE DE MILHO E GRAMÍNEAS TROPICAIS
PERENES NO OUTONO - INVERNO EM SUCESSÃO A SOJA**

ARMINDO NEIVO KICHEL

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2018

**PRODUTIVIDADE DE MILHO E GRAMÍNEAS TROPICAIS
PERENES NO OUTONO - INVERNO EM SUCESSÃO A SOJA**

ARMINDO NEIVO KICHEL
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Dr. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

Tese apresentada à Universidade Federal da
Grande Dourados, como parte das
exigências do Programa de Pós- Graduação
em Agronomia – Produção Vegetal, para
obtenção do título de Doutor.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

K463p Kichel, Armino Neivo

Produtividade de milho e gramíneas tropicais perenes no outono–inverno em sucessão a soja / Armino Neivo Kichel --
Dourados: UFGD, 2018.

XIV + 89 f. : 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências
Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Milho - consorcio - forrageiras. 2. Palha forrageira - Soja. I.
Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

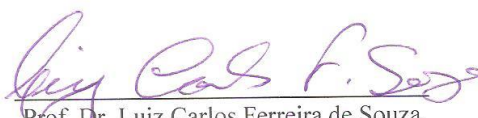
**PRODUTIVIDADE DE MILHO E GRAMÍNEAS TROPICAIS PERENES NO
OUTONO - INVERNO EM SUCESSÃO A SOJA**

Por

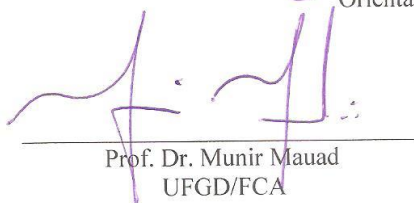
Armando Neivo Kichel

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTOR EM AGRONOMIA

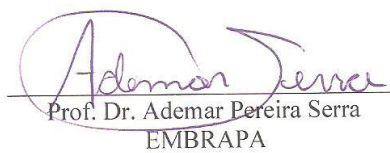
Aprovada em: 23 / 02 / 2018



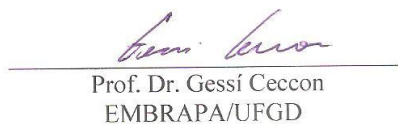
Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza
Orientador – UFGD/FCA



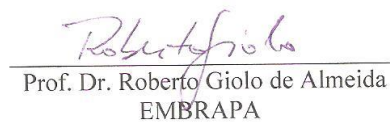
Prof. Dr. Munir Mauad
UFGD/FCA



Prof. Dr. Ademair Pereira Serra
EMBRAPA



Prof. Dr. Gessi Ceccon
EMBRAPA/UFGD



Prof. Dr. Roberto Giolo de Almeida
EMBRAPA

DEDICATÓRIA

A minha esposa, Rosane Gervini Kichel, aos meus filhos, Andrei e Diego, e a meus netos Arthur, Valentino e Amanda, pelo amor, carinho, apoio, razão de minha vida e sem os quais este esforço não seria realizado.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar fé, saúde, força e me guiar nesta jornada e milha família pelo apoio recebido.

À Universidade Federal da Grande Dourados e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia pela oportunidade de aperfeiçoamento da minha vida profissional.

À Embrapa Gado de Corte por conceder o afastamento das atividades de pesquisa e apoio financeiro para a realização deste curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, um exemplo de profissional, por ter aceitado me orientar e pelo apoio para a realização deste trabalho.

Ao pesquisador da Embrapa, Dr. Roberto Giolo de Almeida, pela participação na co-orientação.

Ao colega da Embrapa, Dr. Ademar Pereira Serra, pela orientação na elaboração deste trabalho.

À colega de curso, Poliana Campos Burin, pelo auxílio na condução do experimento.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pelos ensinamentos e experiências compartilhados que me fizeram um profissional mais capacitado.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da UFGD, Sr. Jesus e equipe, que auxiliaram no trabalho de campo.

A empresa Germipasto, pela doação das sementes de pastagens para a implantação do experimento.

Aos membros das bancas de qualificação e defesa pelas valiosas contribuições.

Muito obrigado

BIOGRAFIA

Armando Neivo Kichel, filho de Inácio Kichel e Ildegar Kichel, nasceu em nove de setembro de 1955, na cidade de Getúlio Vargas, Estado do Rio Grande do Sul.

Ingressou no curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) no ano de 1976, obteve o título de Engenheiro Agrônomo em julho de 1980.

Ingressou no curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, nível de mestrado pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) em agosto de 1980, obteve o título de Mestre em Produção Vegetal em setembro de 1983.

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) desde 1980.

Ingressou no curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, nível de Doutorado pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) em março de 2014, obteve o título de Doutor em Agronomia em fevereiro de 2018.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO GERAL	xiii
GENERAL ABSTRACT	xiv
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO I: PRODUTIVIDADE DE MILHO SAFRINHA E GRAMÍNEAS TROPICAIS PERENES EM CONSORCIO	6
RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Cultivo de milho safrinha com gramíneas tropicais perenes	10
2.2 Principais gramíneas tropicais perenes utilizadas em consórcio com o.....	11
2.3 Efeito de gramíneas tropicais perenes sobre a produtividade de grãos de milho.	13
2.4 Potencial produtivo de gramíneas tropicais perenes em consorcio com milho ...	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Local do experimento e descrição do clima.....	16
3.2 Dados climáticos e características do solo.....	16
3.3 Delineamento experimental e tratamentos	17
3.4 Instalação e condução do experimento	18
3.5 Avaliações das variáveis da cultura do milho	20
3.6 Avaliações das variáveis nas gramíneas tropicais perenes	21
3.7 Análise estatística.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Produtividade de grão de milho em monocultivo e consorciado com plantas forrageiras	23
4.2 Produtividade de forragem e palha de gramíneas tropicais perenes em consórcio com milho	33
5 CONCLUSÃO	38
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

CAPÍTULO II: PRODUTIVIDADE E DECOMPOSIÇÃO DE PALHA DE GRAMÍNEAS TROPICAIS PERENES E EFEITO NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE SOJA	45
RESUMO.....	45
ABSTRACT	46
7 INTRODUÇÃO.....	47
8 REVISÃO DE LITERATURA.....	49
8.1 Características das gramíneas forrageiras como plantas de cobertura.....	49
8.2 Decomposições de palha e ciclagem de nutrientes	51
8.3 Efeito da palha nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo.....	53
8.4 Efeito da palha de forrageiras tropicais na produtividade de grãos de soja	54
9 MATERIAL E MÉTODOS	56
9.1 Local do experimento e descrição do clima	56
9.2 Dados climáticos e características do solo	56
9.3 Delineamento experimental e tratamentos	57
9.4 Instalação e condução do experimento	58
9.5 Avaliações na palha de capim e milho	59
9.6 Avaliações na cultura da soja por ocasião da colheita	60
9.7 Análise estatística.....	61
10 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
10.1 Produtividade e decomposição de palha de gramíneas tropicais perenes	62
10.1.1 Produtividade de palha de milho com forrageira (PPMF)	62
10.1.2 Palha de milho com forrageira remanescente (PMFR)	64
10.1.3 Palha de milho com forrageira decomposta (PMFD).....	64
10.1.4 Produtividade de palha de forrageira (PPF)	65
10.1.5 Palha de forrageira remanescente (PFR)	67
10.1.6 Taxa de decomposição da palha das forrageiras (TDPF).....	67
10.1.7 Palha de forrageira decomposta (PFD)	70
10.2 Produtividade de grãos de soja sobre a palha de gramíneas tropicais peren.....	71
11 CONCLUSÕES	82
12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

LISTAS DE TABELAS

PÁGINAS

CAPÍTULO 1. PRODUTIVIDADE DE MILHO SAFRINHA E GRAMÍNEAS TROPICAIS PERENES EM CONSORCIO	6
Tabela 1. Análise química do solo da área experimental amostrado na camada de 0-20 cm em janeiro de 2014.....	16
Tabela 2. Tratamentos casualizados nas parcelas experimentais safra 2014 e 2015	18
Tabela 3. Resultados da análise das sementes para massa de 1000 sementes em gramas (M1000); número de semente por grama, (sementes g^{-1}); número de sementes puras viáveis (SPV) por m^2 e sementes puras viáveis (SPV) em $kg\ ha^{-1}$	19
Tabela 4. Regras para interpretação da força do coeficiente de correlação de Person, de acordo com Hinkle et al. (2003)	22
Tabela 5. Resumo da análise de variância para as características da cultura do milho, cultivado na safrinha	23
Tabela 6. Teste- <i>T</i> de médias entre os anos de cultivo, para as características agronômicas do milho cultivado na safrinha, em monocultivo e consorciado, com cinco gramíneas forrageiras tropicais perenes com e sem supressão, safras 2014 e 2015.....	24
Tabela 7. Matriz de correlação entre as variáveis dependentes e regras para interpretação da força do coeficiente de correlação de Person com base em Hinkle et al. (2003)	25
Tabela 8. Resumo da análise de variância para a produtividade de matéria seca total da parte aérea ($kg\ ha^{-1}$) de gramíneas tropicais perenes, cultivada em consórcio com o milho safrinha em 2014 e 2015.....	33

Tabela 9. Produtividade de massa seca total da parte aérea, (kg ha ⁻¹) das forrageiras: <i>B. brizantha</i> cvs. Marandu (Ma), Xaraés (X) e Piatã (P), <i>B. ruziziensis</i> (R) e <i>P. maximum</i> cv. Mombaça (Mo), com supressão (CS) e sem supressão (SS), consorciadas com milho na safrinha, com avaliações realizadas aos (50, 90, 135 e 180 DAE) dias após emergência, média de dois anos (2014 e 2015).....	35
--	----

CAPÍTULO 2. PRODUTIVIDADE E DECOMPOSIÇÃO DE PALHA DE GRAMÍNEAS TROPICAIS PERENES E EFEITO NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE SOJA.....	45
---	-----------

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental amostrado na camada de 0-20 cm em janeiro de 2014.....	57
--	----

Tabela 2. Tratamentos casualizados nas parcelas experimentais e plantio da soja sobre as palhas dos tratamentos abaixo, safras 2014/2015 e 2015/2016.....	58
--	----

Tabela 3. Resumo da análise de variância para variáveis relacionadas à palha de gramíneas tropicais perenes, safras 2014/2015 e 2015/2016.....	62
---	----

Tabela 4. Produtividade de palha de milho mais forrageira (PPMF), palha de milho mais forrageira remanescente (PMFR) e palha de milho mais forrageira decomposta (PMFD), em kg ha ⁻¹ de MS. Milho (M), <i>B. brizantha</i> cv. Piatã (P), Marandu (Ma), Xaraés (X), <i>B. ruziziensis</i> (R) e <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça (Mo) cultivado em monocultivo e milho consorciado com as forrageiras com supressão de herbicida (CS) e sem supressão (SS), safras 2014/2015 e 2015/2016.....	63
---	----

Tabela 5. Produtividade de palha de forrageira (PPF) e palha de forrageira remanescente (PFR), em kg ha ⁻¹ de massa seca de <i>B. brizantha</i> cv. Piatã (P), Marandu (Ma), Xaraés (X), <i>B. ruziziensis</i> (R) e <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça (Mo) em monocultivo, consorciado com milho com supressão de herbicida (CS) e sem supressão (SS), safras 2014/2015 e 2015/2016.....	66
--	----

Tabela 6. Taxa de decomposição da palha das forrageiras (TDPF) e palha de forrageira decomposta (PFD) de <i>B. brizantha</i> cvs. Piatã-P, Marandu-Ma, Xaraés-X, <i>B. ruziziensis</i> -R e <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça-Mo, em monocultivo; consorciado com milho com supressão (CS) e consorciada com milho sem supressão (SS), nas safras 2014/2015 e 2015/2016	68
Tabela 7. Resumo da análise de variância para variáveis da soja, cultivada sobre palhas de gramíneas tropicais perenes, safras 2014/2015 e 2015/2016	71
Tabela 8. Médias entre os anos de cultivo, para as características agronômicas da soja cultivada sobre palha de gramíneas forrageiras tropicais perenes, nas safras 2014/2015 e 2015/2016.....	72
Tabela 9. Matriz de correlação entre as variáveis dependentes e regras para interpretação da força do coeficiente de correlação de Person com base em Hinkle et al. (2003)	73
Tabela 10. Produtividade de grãos de soja obtida sobre palhas de milho (M) e forrageiras <i>B. brizantha</i> cv. Piatã (P), Marandu (Ma), Xaraés (X), <i>B. ruziziensis</i> (R) e <i>P. maximum</i> cv. Mombaça (Mo) em monocultivo, milho consorciado com as forrageiras com supressão (CS) e sem supressão (SS), média das safras 2014/2015 e 2015/2016	77

LISTAS DE FIGURAS

PÁGINAS

CAPÍTULO 1. PRODUTIVIDADE DE MILHO SAFRINHA E GRAMÍNEAS TROPICAIS PERENES EM CONSORCIO	6
---	----------

Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e de temperaturas (C°) máxima e mínima por decêndio, no período de fevereiro a agosto de 2014 (A) e de 2015 (B). Fonte: Estação Meteorológica da UFGD	17
---	----

Figura 2. Densidade de plantas das cultivares de <i>B. brizantha</i> cvs. Marandu (Ma), Xaraés (X) e Piatã (P); <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça (Mo) e <i>B. Ruziziensis</i> (R) por m ² determinado 25 dias após emergência dos capins em 2014 e 2015	26
---	----

Figura 3. Produtividade de grãos de milho (A) e massa de grãos por espiga (B) sob o manejo das forrageiras com e sem supressão com herbicida nicosulfuron, médias de dois anos (2014 e 2015)	28
---	----

Figura 4. Comprimento de espiga, em cm (A) massa de grãos por espiga, em gramas (B) e produtividade de grãos de milho, em kg ha ⁻¹ (C), na safrinha, média dos anos 2014 e 2015, nos tratamentos: Milho em monocultivo (M); milho+Marandu (MMa); milho+ Xaraés (MX); milho+Mombaça (MMo); milho + Ruziziensis (MR); milho+Piatã (MP)	29
--	----

Figura 5. Efeito da interação entre os anos e tipo de cultivo, sob a massa seca total da parte aérea do milho safrinha em kg ha ⁻¹ (A), índice de colheita em % (B) e diâmetro médio do colmo em cm (C), cultivado em 2014 e 2015	31
---	----

Figura 6. Matéria seca total da parte aérea (MSTPA), em kg ha ⁻¹ , das forrageiras, média de cinco gramíneas tropicais perenes, com e sem supressão com herbicida, em quatro épocas de avaliação (50, 90, 135, e 180 DAE), cultivadas na safrinha, em de 2014 e 2015	34
--	----

CAPÍTULO 2. PRODUTIVIDADE E DECOMPOSIÇÃO DE PALHA DE GRAMÍNEAS TROPICAIS PERENES E EFEITO NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE SOJA..... 45

Figura 1. Precipitação pluviométrica total (mm) e temperaturas (C°) máxima e mínima por decêndios, no período de outono a fevereiro, safras de 2014/2015 e 2015/2016. Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados – MS, 2017.....57

Figura 2. Altura de plantas em (cm) (A) e número de haste por planta (B) de soja, cultivado sobre palhas de milho (M) e forrageiras *B. brizantha* cv. Piatã (P), Marandu (Ma), Xaraés (X), *B. ruziziensis* (R) e *P. maximum* cv. Mombaça (Mo) em monocultivo e milho consórciado com as forrageiras com supressão (CS) e sem supressão (SS), média das safras 2014/2015 e 2015/2016 75

Figura 3. Massa de grãos por planta em gramas (A), número de grãos por planta (B)) e número de vagens por planta (C) de soja, cultivado sobre palhas de milho (M) e forrageiras *B. brizantha* cv. Piatã (P), Marandu (Ma), Xaraés (X), *B. ruziziensis* (R) e *P. maximum* cv. Mombaça (Mo) em monocultivo e milho consórciado com as forrageiras com supressão (CS) e sem supressão (SS), média das safras 2014/2015 e 2015/2016 76

PRODUTIVIDADE DE MILHO E GRAMÍNEAS TROPICAIS PERENES NO OUTONO-INVERNO EM SUCESSÃO A SOJA

Autor: MSc Armino Neivo Kichel

Orientador: Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

RESUMO GERAL - A realização desse trabalho teve como objetivo avaliar forrageiras tropicais do gênero *Brachiaria* e *Panicum* em monocultivo e cultivo simultâneo com a cultura do milho, submetidas ou não ao manejo com supressão dos capins com sobdosagem de herbicida, no outono-inverno e, em sequência, plantio direto de soja sobre as palhas das forrageiras, visando determinar as melhores alternativas para produção de grãos de milho e soja, forragem e de palha para cobertura do solo no sistema plantio direto. A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD, Dourados, MS, durante as safras 2014/2015 e 2015/2016. Para avaliação da cultura do milho, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial $(5 \times 2 + 1) \times 2$: sendo milho cultivado em monocultivo e consorciado com cinco forrageiras (*Brachiaria brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *Brachiaria ruziziensis* e *Panicum maximum* cv. Mombaça), submetidos a dois sistemas de cultivo (com supressão e sem supressão dos capins), por dois anos, com quatro repetições. Para avaliar a cultura da soja, o delineamento experimental foi em blocos casualizados com 16 tratamentos, com quatro repetições. Os tratamentos corresponderam o cultivo da soja sobre as palhas de: milho em monocultivo; *Brachiarias brizantha* cvs. Xaraés, Piatã e Marandu; *Brachiaria ruziziensis* e *Panicum maximum* cv. Mombaça, submetidas a três sistemas de cultivo de capim: monocultivo; consórcio com milho com supressão e consórcio com milho sem supressão. *Panicum maximum* cv. Mombaça, cultivada em consórcio com milho no outono-inverno foi a cultivar que apresenta a maior produtividade de forragem e a maior redução na produtividade de grãos de milho. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã apresentou a menor redução na produtividade de grãos de milho. O cultivo de milho no outono-inverno, em consórcio com gramíneas forrageiras perenes, pode ser utilizado na recuperação e implantação de pastagens, produção de grão, forragem e palha para o plantio direto. A soja apresenta menor produtividade de grãos quando cultivada sobre a palha de milho em monocultivo e maior produtividade de grãos de soja quando cultivada sobre a palha de *Panicum maximum* cv. Mombaça, *B. brizantha* cv. Xaraés, *B. brizantha* cv. Marandu em monocultivo nas duas safras e *B. Ruziziensis* consorciada com milho com supressão na safra 2014/2015.

Palavras-chave: *Zea mays*, *Brachiaria* spp., *Panicum maximum*, consórcio, *Glycine max*.

CORN AND TROPICAL PERENNIAL GRASSES YIELD ON FALL-WINTER SEASON FOLLOWING SOYBEANS CROP

Author: MSc Armindo Neivo Kichel

Adviser: PhD. Luiz Carlos Ferreira de Souza

GENERAL ABSTRACT - Goal of this work was to assess species and cultivars of tropical *Brachiaria* and *Panicum* forage grasses intercropped with corn, using or not growth suppression through underdose of nicosulphuron herbicide in order to determine the best alternatives for corn and soybean grains production, as well as forage biomass and above-ground dry matter to improve no-till systems. The trial was carried out at the experimental station of the agriculture college of UFGD, in Dourados, Mato Grosso do Sul State between 2014 and 2015. To evaluate corn performance, experimental design was randomized blocks under factorial design (5x2+1) x2 being, single corn and corn intercropped with five grasses, submitted to two levels of suppression with herbicides. Four repetitions were used. For evaluating soybeans, experimental design was randomized blocks with 16 treatments and four repetitions each. Treatments corresponded no-till cultivation of soybeans over crop residues of *Brachiaria brizantha* cvs. Xaraés, Piatã and Marandu; *Brachiaria ruziziensis* and *Panicum maximum* cv. Mombaça, using three cropping systems: single forage; forage intercropped with corn using or not nicosulphuron herbicide for suppressing forage growth. Results show that *Panicum maximum* cv. Mombaça intercropped with corn produced the highest forage but the least corn grains yield. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã had an average forage yield while causing the least decrease in corn grain yield. Therefore, Fall-Winter corn cultivation intercropped with perennial forage grasses can be a good alternative for establishing/recovering pastures while producing corn grains and crop residues for subsequent soybeans no-till cultivation. Soybeans grain yield was the lowest when cultivated over single corn crop residues. Highest soybeans grain yield was obtained over single *Panicum maximum* cv. Mombaça, followed by single *B. brizantha* cv. Xaraes and Marandu in the two experimental cycles and suppressed *B. Ruziziensis* intercropped with corn in the 2014/2015 season.

Keywords: *Zea mays*, *Brachiaria* spp, *Panicum maximum*, intercropping, crop-livestock integration, no-tillage, *Glycine max*.

INTRODUÇÃO GERAL

Em muitos países, o milho, trigo, arroz e a soja, são considerados as culturas de grãos mais importantes para alimentação humana e animal. Além de serem utilizados como derivados para centenas de produtos alimentícios. Com a grande demanda mundial por proteína animal e vegetal associada ao crescente aumento da população humana, tem havido a preocupação com aumento da produtividade das culturas de grãos e proteínas de origem animal de forma sustentável.

A produção brasileira de grãos na safra 2016/17 foi estimada em 238,2 milhões de toneladas, com área plantada de 60,7 milhões de hectares. A estimativa de produção de milho foi de 97,2 milhões de toneladas em 17,47 milhões de hectares, sendo 5,48 milhões de hectares cultivados na safra e 11,98 milhões de hectares cultivados na safrinha, com produtividade média de 5.415 kg ha⁻¹. Para a soja, a área cultivada foi estimada em 33,93 milhões de hectares e produção de 114,04 milhões de toneladas de grãos, com produtividade média de 3.362 kg ha⁻¹, Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017).

Em Mato Grosso do Sul, em 2007, as culturas econômicas cultivadas na safrinha, ocupavam 49,7% da área cultivada com soja e milho na safra, sendo que o milho safrinha ocupou 86% desta área, correspondendo a 771.717 hectares. Já para o ano de 2017, a safrinha ocupou 72% da área cultivada na safra, onde 94% desta área foram cultivadas com milho safrinha correspondendo a 1.801.276 hectares, com aumento de 133 % no período (IBGE, 2017).

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC, 2016), o Brasil possui um rebanho bovino de aproximadamente 209,13 milhões de cabeças em área de 167,2 milhões hectares de pastagem, com lotação média de 1,25 cabeças por hectare e produção de 9,56 milhões de toneladas de carne, com produtividade média de apenas 57 kg ha⁻¹ de carne ao ano.

O setor agropecuário vem sofrendo grandes transformações motivadas pelo aumento nos custos de produção, redução da rentabilidade, como também pelo acirramento da competitividade entre as *commodities*, exigindo diversificação de atividades, aumento da produtividade e qualidade dos produtos. Essa perspectiva torna-se ainda mais complexa pela pressão que as atividades agropecuárias sofrem em diminuir o impacto sobre o ambiente. Dentre os maiores impactos destacam-se, a

degradação das pastagens, a queda na produtividade das lavouras, decorrente do empobrecimento do solo e da cobertura vegetal, e o aumento da incidência de pragas, doenças e invasoras, como consequência de manejos inadequados das culturas, com reflexos negativos diretos, tanto na produtividade quanto no ambiente (KICHEL et al., 2014).

Os sistemas integrados de produção oferecem alternativas viáveis para o aumento na produtividade de grãos, forragem e palha para o plantio direto e diversificação das atividades, reduzindo os riscos bioclimáticos e mercadológicos e aumentando a sustentabilidade da produção agropecuária (ALMEIDA et al., 2014).

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) são considerados alternativas para diversificação das atividades agrícolas e pecuárias na mesma área, onde várias culturas têm sido utilizadas tais como: soja, milho, sorgo, milheto, nabo forrageiro, girassol, algodão e gramíneas forrageiras tropicais, principalmente, as Brachiarias, em cultivo simultâneo, sucessão ou rotação com as culturas anuais, com os objetivos de produção de grãos, recuperar pastagens degradadas, produzir palha para plantio direto e reduzir a incidência de doenças e invasoras (MACEDO, 2009).

Cultivo simultâneo de milho com gramíneas tropicais perenes aumenta a produtividade e qualidade de forragem para a alimentação animal, como também aumenta a produção de palha, com maior persistência para o plantio direto das culturas subsequentes, reduzindo os riscos climáticos, promovendo a diversificação da produção, diminuição da infestação da lavoura com doenças, pragas, plantas daninhas e aumentando a produtividade de grãos (VILELA et al., 2011).

Sistema de plantio direto (SPD), também conhecido como plantio sobre palha, é um sistema de manejo conservacionista do solo, onde a cobertura do solo é de fundamental importância para o sucesso do sistema, proporcionando benefícios sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, sendo o plantio direto uma essencial tecnologia para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agropecuários (SALTON et al., 2008; SPERA et al., 2010).

Em regiões com clima tropical, com temperatura e umidade elevada, favorecem a rápida decomposição dos resíduos vegetais, dificultando a formação de uma camada adequada de cobertura morta. Além do aumento na velocidade de decomposição do material vegetal, as culturas anuais não produzem quantidade e

qualidade suficiente de palhada, sendo rapidamente metabolizada pelos microrganismos do solo (ANDREOTTI et al., 2008; TORRES et al., 2008).

Portanto, na seleção de espécies destinadas à cobertura do solo, deve-se levar em consideração a quantidade e a qualidade dos resíduos vegetais, persistência de palha sobre a superfície do solo, bem como sua capacidade de reciclagem de nutrientes, com impacto direto nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo e na resposta das culturas subsequentes em SPD (LOURENTE et al., 2016).

Em sistema de integração lavoura-pecuária o cultivo mais utilizado é o consórcio do milho com forrageiras, principalmente, *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp., com os objetivos de produção de grãos de milho, implantação de pastagens, produção de volumoso para alimentação de ruminantes e produção de palhada para o SPD.

Os benefícios obtidos na adoção do sistema (ILP), com introdução de forrageiras tropicais perenes, com sistemas radiculares agressivo, aumentando a produtividade de palha com maior relação C/N, alterando as taxas de decomposição e ciclagem de nutrientes (MENDONÇA et al., 2013).

A realização desse trabalho teve como objetivo avaliar as forrageiras tropicais perenes, em monocultivo e consorciadas com milho safrinha com e sem supressão com herbicida nicosulfuron, visando determinar as melhores alternativas para produção de grãos de milho, soja, forragem e palha para cobertura do solo em plantio direto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne-. Perfil da Pecuária Brasileira. **Relatório Anual 2016**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A.H.; KICHEL, A. N. Forrage grasses in integrated cattle production systems. In: BUNGENSTAB, D.J.; ALMEIDA, R.G. (Org.). **Integrated crop-livestock-forestry systems, a Brazilian experience for sustainable farming**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014, v. 1, p. 101-107.

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E.; 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**, v. 30, p. 109-115, 2008.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento -. Acompanhamento safra brasileira-grãos, v. 4 Safra 2016/17 - **Décimo primeiro levantamento**, Brasília. DF, p. 1-171. Agosto 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_10_11_27_12_boletim_graos_agosto_2017.Pdf>. Acessado 30 ago. 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Unidade Estadual de Mato Grosso do Sul- AE/MS, GCE/MS, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola** – LSPA, agosto de 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 set. 2017.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G.; PAULINO, V. T. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): experiências no Brasil. **Boletim de Indústria Animal** (Online), v. 71, p. 94-105, 2014.

LOURENTE, E. R. P.; SILVA, E. F.; MERCANTE, F. M.; SERRA, A. P.; PEIXOTO, P. P. P.; SEREIA, R. C.; ENSINAS, S. C.; E.; NETO, A. L.; ALOVISIO, A. M. T.; CORTEZ, J. W. Agricultural management systems affect on physical, chemical and microbial soil properties. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, p. 683-692, 2016.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 133-146, 2009.

MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B. L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; YANO, E. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras, milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira Ciência Solo**, n. 37, p. 251-259. 2013.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 11-21, 2008.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Atributos físicos de um Hapludox em função de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP), sob plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 37-44, 2010.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 421-428, 2008.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000003>

CAPÍTULO 1: PRODUTIVIDADE DE MILHO SAFRINHA E GRAMÍNEAS TROPICAIS PERENES EM CONSÓRCIO

Autor: MSc. Armindo Neivo Kichel

Orientador: Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

RESUMO - A realização desse trabalho teve como objetivo avaliar as forrageiras *Brachiaria brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *Brachiaria ruziziensis* e *Panicum maximum* cv. Mombaça, em cultivo consorciado com o milho na safrinha, com e sem supressão dos capins com sobdosagem do herbicida nicosulfuron para produção de grãos de milho, forragem e de palha para plantio direto. A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da UFGD, Dourados, MS, nas safras 2014 e 2015. Para avaliação dos parâmetros referentes à cultura do milho o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial $(5 \times 2 + 1) \times 2$: sendo o milho cultivado em monocultivo e consorciado com cinco capins, submetidos a dois níveis de supressão, em dois anos, em quatro repetições. Para avaliar os parâmetros referentes aos capins consorciados com o milho, utilizou-se o fatorial $(5 \times 2 \times 2)$, sendo cinco capins, submetidos a dois níveis de supressão em dois anos, com quatro repetições. Para determinar a produtividade de matéria seca total da parte aérea (kg ha^{-1}) de gramíneas tropicais perenes em quatro épocas, foi utilizado um delineamento fatorial $(5 \times 4 \times 2 \times 2)$ (cultivares vs. época vs. manejo vs. ano). O milho safrinha consorciado com as gramíneas forrageiras tropicais perenes, com e sem supressão com herbicida reduz a produtividade de grãos. O *Panicum maximum* cv. Mombaça em consórcio com o milho foi apresenta a maior produtividade de forragem e maior redução na produtividade de grãos de milho. A *Brachiaria brizantha* cv. Piatã apresenta a menor redução na produtividade de grãos de milho. A supressão das forrageiras com herbicida reduz a produtividade de forragem e palha total para o plantio direto. As forrageiras testadas em consórcio com a cultura do milho, com ou sem supressão, na safrinha, produz forragem para alimentação de animais no inverno e palha suficiente para boa cobertura do solo. O cultivo de milho na safrinha, consorciado com forrageiras tropicais perenes pode ser utilizado para a recuperação e implantação de pastagens, produção grãos, forragem e palha para o plantio direto.

Palavras-chave: *Zea mays*, *Brachiaria* spp., *Panicum maximum*, consórcio, palha, plantio direto.

YIELDS OF INTERCROPPED FALL-WINTER CORN “SAFRINHA” AND TROPICAL PERENNIAL GRASSES

Author: MSc Armindo Neivo Kichel

Adviser: PhD. Luiz Carlos Ferreira de Souza

ABSTRACT – Goal of this work was to assess species and cultivars of the tropical forage grasses: *Brachiaria brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *Brachiaria ruziziensis* and *Panicum maximum* cv. Mombaça intercropped with corn, in Fall-Winter season, using or not growth suppression through underdose of nicosulphuron herbicide in order to determine the best alternatives for corn grains production, as well as forage biomass and above-ground dry matter to improve no-till systems. The trial was carried out at the experimental station of the agriculture college of UFGD, in Dourados, Mato Grosso do Sul State between 2014 and 2015. To evaluate corn performance, experimental design was randomized blocks under factorial design (5x2+1)x2 being, single corn and corn intercropped with five grasses, submitted to two levels of suppression with herbicides. Four repetitions were used. For yield of total dry matter from aerial parts (kg ha⁻¹) of perennial tropical grasses at four stages, experimental design was factorial (5x4x2x2) (cultivars vs. age vs. herbicide management vs. year). Intercropping corn with perennial tropical forages in Fall-Winter season with or without using herbicide suppression resulted in decreased yield of corn grains. Intercropped *Panicum maximum* cv. Mombaça with corn resulted in the highest forage yield while accentuating corn grains yield reduction. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã had an average forage yield while causing the least decrease in corn grain yield. The tested forages intercropped with corn, with or without herbicide suppression produced enough forage for cattle winter feeding while leaving sufficient residues for good soil cover. Using corn-forages intercropping on Fall-Winter season can be a good alternative for establishing or recovering pastures, grain production, fodder and soil cover for no-till systems.

Keywords: *Zea mays*, *Brachiaria* spp., *Panicum maximum*, consortium, straw, no-tillage

1 INTRODUÇÃO

A degradação das pastagens, a queda na produtividade das lavouras, o empobrecimento do solo, pela pouca cobertura vegetal e aumento dos processos erosivos e incidência de doenças, pragas e invasoras, são efeitos de manejos inadequados dos sistemas de produção agropecuários, com reflexos negativos diretos na produtividade e no ambiente.

A integração lavoura-pecuária (ILP) tem por objetivo recuperar pastagens degradadas, aumentar a produção de forragem e palha para o plantio direto, como também a produção de grãos de forma sustentável, sendo considerado como diversificação, rotação, consórcio e/ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias na mesma área, de maneira planejada, tendo como principal vantagem a viabilização da recuperação do potencial produtivo das áreas agrícolas, bem como a recuperação de pastagens degradadas (MACEDO, 2009; BALBINO et al., 2011).

As culturas de milho e de sorgo, em virtude da maior capacidade de competição com as gramíneas forrageiras *Urochloa* spp. (Syn. *Brachiaria* spp.) e *Panicum maximum*, na fase inicial de estabelecimento, têm sido as mais adotadas (VILELA et al., 2011).

O cultivo de milho consorciado com gramíneas tropicais perenes aumenta a produtividade e qualidade de forragem para a alimentação animal, como também aumenta a produção de palha de cobertura do solo, com maior persistência para o plantio direto das culturas subsequentes, reduzindo os riscos climáticos, promovendo a diversificação da produção, diminuição da infestação da lavoura com doenças, plantas daninhas e aumentando a produtividade de grãos (VILELA et al., 2011; BORGHI et al., 2013).

A competição existente entre as diferentes espécies e cultivares de gramíneas tropicais perenes no consórcio pode inviabilizar o cultivo de milho, porém, o conhecimento das exigências e 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., 2011; COSTA et al., 2012; COSTA et al., 2013).

A utilização de sistemas integrados de produção agropecuária, principalmente no consórcio de culturas de grãos com gramíneas forrageiras tropicais

perenes, vem demandado por novas alternativas tecnológicas, em relação as espécies/cultivares, estande de plantas das forrageiras e culturas de grãos, bem como as condições climáticas, época do ano, dosagem de herbicida supressor, nível de fertilidade, objetivo do consórcio entre outras.

O estudo de diferentes cultivares de gramíneas tropicais perenes em consórcio com a cultura do milho, com e sem supressão de herbicida, pode gerar informações importantes para os diversos sistemas de produção agropecuário, visando maximizar a produtividade e rentabilidade de forma sustentável.

A realização desse trabalho teve como objetivo avaliar as forrageiras tropicais, *Brachiaria brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *Brachiaria ruziziensis* e *Panicum maximum* cv. Mombaça, em cultivo simultâneo com a cultura do milho, na safrinha, submetidas ou não ao manejo com supressão dos capins com sobdosagem do herbicida nicosulfuron, visando determinar as melhores alternativas para produção de grãos de milho, forragem e palha para plantio direto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultivo de milho safrinha com gramíneas tropicais perenes

Entre as opções tecnológicas para a integração lavoura e pecuária (ILP), o cultivo simultâneo de milho ou sorgo com forrageiras perenes tropicais traz vantagens como: aumento na produtividade de grãos, na produtividade de forragem, principalmente no período seco (outono-inverno), produção de palhada para o plantio direto das culturas subsequentes, reduzindo os riscos climáticos, diversificação da produção e diminuição da infestação da lavoura com doenças e plantas daninhas (VILELA et al., 2011).

Entre as formas de cultivo mais difundidas na integração lavoura-pecuária, destaca-se o consórcio do milho com forrageiras (*Brachiaria* spp. e *Panicum* spp.) sendo as do gênero *Brachiaria* as forrageiras mais utilizadas em consórcio com a cultura de milho e sorgo, principalmente na produção de palhada e alimentação animal. Dentre as do gênero *Brachiaria*, destacam-se para o consórcio *B. ruziziensis*; *B. decumbens* cv. Basilisk; *B. brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã e mais recentemente *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás (GARCIA et al., 2013).

O consórcio de milho com forrageiras tropicais perenes proporciona o aumento da quantidade de palha, visando a melhor cobertura do solo para a realização do plantio direto e em alguns casos aumentando a produtividade na cultura sucessora (CHIODEROLI et al., 2010). No consórcio entre milho e forrageiras, a cultura a ser implantada em sucessão no sistema plantio direto poderá ser favorecido pela ciclagem dos nutrientes acumulados na parte aérea das culturas antecessoras (BATISTA et al., 2011).

As plantas de cobertura, principalmente as gramíneas, integradas de forma planejada ao sistema de rotação de culturas, proporcionam alto potencial de produção de fitomassa de elevada relação C/N, garantindo a cobertura do solo por um período mais longo (BORGHI et al., 2013).

Existem várias alternativas para implantação do consórcio milho-forrageira, sendo que Ceccon et al. (2013) identificaram sete métodos de semeadura para o consórcio de milho com *Brachiaria* em safrinha, podendo variar em função da época e sistema de implantação do capim (na semeadura do milho ou na adubação de

cobertura), espaçamento entrelinhas de milho, disposição da semente do capim (próximo à linha do milho, a lanço, em linhas de 0,20 m ou na entrelinha do milho), e do mecanismo de semeadura do capim (sementes misturadas ao fertilizante, caixa adicional para sementes de forrageiras, operação adicional com distribuidor de fertilizante, operação adicional com semeadora de grãos miúdos ou com disco de sorgo na caixa da entrelinha).

Quanto à taxa de semeadura, deve ser em função do número adequado de plantas da forrageira, variando de acordo com os objetivos, sendo de 5 a 10 plantas por m² para cobertura do solo e de 15 a 20 plantas por m² para uso em pastejo, com plantas distribuídas uniformemente na área (CECCON et al., 2015).

Para Ceccon (2010), o primeiro desafio do consórcio é produzir grãos de milho na presença da *Brachiaria* e possibilitar o maior crescimento destas após a colheita do milho, e neste sentido, é necessário ajustar a população de *Brachiaria* à população do milho, onde é possível obter um estande de 20 a 30 plantas por metro utilizando 5 kg ha⁻¹ de sementes de *B. ruziziensis* cv. Comum, com valor cultural (VC), variando de 60% a 80%, com excelente produção de palha e cobertura do solo. Silva et al. (2015) constataram que com densidades acima de 17 plantas por m² da *B. brizantha* a redução da produtividade de grãos de milho foi aproximadamente 8% ou 866 kg ha⁻¹.

2.2 Principais gramíneas tropicais perenes utilizadas em consórcio com a cultura do milho

A escolha da espécie ou cultivar da forrageira vai depender do propósito do sistema e objetivo principal do consórcio, podendo ser utilizada para produção de forragem para uso na alimentação de ruminantes, produção de palha para a cobertura do solo ou duplo propósito de palha e forragem. Para a produção de palha, é exigido que as gramíneas apresentem alta capacidade de cobertura do solo, facilidade de dessecação, produção de massa suficiente, crescimento moderado e baixo custo de sementes.

Quando o propósito do consórcio é o de estabelecimento de pastagens é necessário redobrar os cuidados com a escolha da espécie e cultivar com atenção à quantidade e qualidade das sementes, ao nível de fertilidade do solo, ao tipo e categoria de animal que irá utilizar a pastagem e à expectativa de produção (MACHADO et al., 2011). Característica favorável das forrageiras em consorcio com as culturas de grãos é a diminuição da produção de folhas em condição de sombreamento, sendo que após a

colheita de grãos, verifica-se satisfatório potencial de rebrota priorizando a produção de folhas (BORGHI et al., 2007).

Batista et al. (2011) relataram que a quantidade de matéria seca de folhas, pode dobrar no período entre a maturidade fisiológica do milho e a época de dessecação para o plantio da soja, mesmo em período de baixa precipitação e baixas temperaturas.

De acordo com Paciullo et al. (2001), em condições de sombreamento, verifica-se a tendência das gramíneas de apresentarem crescimento mais pronunciado do colmo, como uma estratégia para compensar a redução da luminosidade, onde o aumento no sombreamento induz a uma diminuição do perfilhamento das forrageiras. Segundo Vilela et al. (2011), as culturas de milho e de sorgo, em virtude da maior capacidade de competição com as gramíneas forrageiras *Urochloa* spp. (Syn. *Brachiaria* spp.) e *Panicum maximum*, na fase inicial de estabelecimento, têm sido as mais adotadas nos consórcios de cultura anual com forrageiras.

Forrageiras perenes dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* podem ser utilizadas para produção de palha ou pasto durante o período seco na região do Cerrado (MACHADO; ASSIS, 2010), sendo excelentes alternativas para os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), dentre as espécies/cultivares mais utilizadas em consórcio com as culturas de grãos, principalmente na produção de palha e forragem para a alimentação animal são as forrageiras *B. ruziziensis*, *B. decumbens*, *B. brizantha* cvs. Marandu, Piatã e Xaraes, *P. maximum* cv. Mombaça, Tanzânia e Aruana, entre outras mais recentes como *B. brizantha* cv. BRS Paiguás, *P. maximum* cvs. Zuri, Massai e Tamani) (SEREIA et al., 2012; MACHADO et al., 2017).

A espécie ou cultivar de forrageira a ser utilizada vai depender do objetivo de uso e sistema de produção utilizado, com destaque para a *B. ruziziensis*, sendo a mais utilizada no início da adoção dos sistemas de ILP, principalmente em consórcio com milho safrinha, para produção de palhada e alimentação animal no outono-inverno, por oferecer diversas vantagens, como rápida cobertura do solo, fácil manejo, produção de forragem de alta qualidade, boa palatabilidade, boa cobertura vegetal, excelente reciclagem de nutrientes, baixa resistência ao herbicida glifosato, favorecendo operações de dessecação e o desempenho das semeadoras (SILVA HIRATA et al., 2009; FRANCHINI et al., 2014).

Entretanto para a formação de pastagem, para a utilização em pastejo por período superior a um ano, pode ser utilizado as cultivares de *B. brizantha*, *B.*

decumbens e *Panicum maximum*, porem aumentando a taxa de semeadura, consequentemente aumentando a população de plantas das forrageiras que poderão causar maior competição com o milho. Neste caso a utilização de subdoses de herbicida supressor é de fundamental importância para diminuir o crescimento inicial das forrageiras e proporcionar produtividade satisfatória do milho e boa formação da pastagem (CECCON et al., 2015).

As cultivares de *P. maximum* são altamente produtivas e apresentam maior competição com culturas de grãos, como milho e sorgo, sendo necessária a aplicação de herbicidas que reduzam o seu crescimento na fase inicial, exigindo maior atenção na dessecação, quando comparadas com as forrageiras do gênero *Brachiaria* (MACHADO et al., 2013).

2.3 Efeito das gramíneas tropicais perenes sobre a produtividade de grãos de milho em consórcio

O comportamento do milho, quando em consórcio com a *Brachiaria*, é muito influenciado pela velocidade de estabelecimento da forrageira e do aumento da competição por água, luz e nutrientes, o que pode prejudicar o desenvolvimento e consequentemente a produtividade de grãos da cultura (PARIZ et al., 2011).

As alternativas para reduzir a competição da forrageira com a cultura de grãos são: reduzir a taxa de semeadura, plantio defasado (sobressemeadura), uso de subdoses de herbicidas e arranjo de plantas (JAKELAITIS et al., 2005; FREITAS et al., 2005).

Os herbicidas os mais utilizados em subdosagem para supressão das gramíneas forrageiras, como também aplicados em dose integral para o controle total de plantas daninhas de folhas estreitas são os que possuem princípio ativo a base de mesotrione e nicosulfuron, a aplicação em cultivo consorciado deve ser realizada entre 14 a 24 dias após a emergência da forrageira e após a emissão dos primeiros perfilhos (CECCON et al., 2010).

O herbicida mesotrione tem ação rápida e permite a retomada do crescimento da forrageira, enquanto o nicosulfuron tem ação mais prolongada e reduz significativamente o crescimento da forrageira. Para a supressão das forrageiras, as doses de herbicida sugeridas por Ceccon et al. (2015), em termos de princípio ativo, foi de 6 a 8 g ha⁻¹ de nicosulfuron e 60 g ha⁻¹ de mesotrione.

Trabalhos realizados por Cobucci e Portella (2003), com o cultivo do milho consorciado com *Brachiaria brizantha*, demonstram a viabilidade deste sistema de produção, onde a presença da forrageira com baixo estande de plantas, não afetou a produtividade de grãos de milho. Porém, em alguns casos com maior estande de plantas das forrageiras, houve necessidade da aplicação de herbicida seletivo (nicosulfuron), em subdoses, para reduzir o crescimento da forrageira e garantir o pleno desenvolvimento do milho.

O uso de herbicida diminuiu significativamente a produtividade do capim, sendo maior quanto maior a dose de nicosulfuron utilizada, evitando ou proporcionando uma menor redução na produtividade de grãos de milho (KICHEL et al. 2011).

Resultados contrários foram obtidos por Ceccon et al. (2010), avaliando doses de nicosulfuron de (8 e 16 g ha⁻¹ i.a.) em *B. ruziziensis* em consórcio com milho na safrinha, não observaram interferência das doses do herbicida na produtividade de grãos do milho, entretanto, observaram clorose foliar com necrose e redução do crescimento, sem recuperação total das plantas de *B. ruziziensis* durante o crescimento do milho, ocasionando baixo rendimento de massa da forrageira.

Resultados obtidos por Jakelaitis et al. (2005) também não observaram efeitos do nicosulfuron, nas doses de (2 a 12 g ha⁻¹ i.a.) na produtividade de grãos do milho, entretanto, a partir da dose de 4 g ha⁻¹ i.a., observaram diminuição na biomassa de *B. brizantha*, por ocasião da colheita do milho.

Estudos realizados Kichel et al. (2014), com várias gramíneas forrageiras perenes em consórcio com as culturas do milho, implantadas na safra e na safrinha para produção de grãos, têm demonstrado que o capim-mombaça apresenta maior competitividade, necessitando o uso de herbicidas em subdosagem, onde o uso de nicosulfuron reduz a produtividade dos capins não afetando a biomassa do milho.

A competição existente entre as diferentes espécies pode inviabilizar o cultivo do consórcio, 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., 2011; COSTA et al., 2012; COSTA et al., 2013).

2.4 Potencial produtivo de gramíneas tropicais perenes em consórcio com a cultura do milho

No trabalho realizado na Embrapa Gado de Corte, com plantio de milho safrinha consorciado com diversas gramíneas tropicais perenes, observou-se maior produção de massa seca com os capins-piatã, marandu, tanzânia e mombaça, com média de 8.764 kg ha⁻¹; sendo o capim-massai o menos produtivo com 4.780 kg ha⁻¹, enquanto os capins- ruziziensis, decumbens e xaraés tiveram produção intermediária, com média de 7.969 kg ha⁻¹ (KICHEL et al. 2014).

Trabalho realizado por Salton et al. (2012), com o cultivo simultâneo de milho com forrageiras na safrinha, obteve produtividade de massa seca variando de 7.461 a 16.000 kg ha⁻¹ para o consorcio de milho com *B. ruziziensis* e *B. brizantha* cv. Piatã respectivamente, por ocasião da dessecação para a semeadura direta da soja.

Garcia et al. (2013), avaliando oito tipos de consórcio da cultura do milho com gramíneas forrageiras encontraram maiores produtividades nos consórcios com *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, *Brachiaria ruziziensis* e *Panicum maximum* cv. Mombaça, semeados simultaneamente com o milho.

Almeida et al. (2011) constataram que o capim-piatã proporcionou maior produtividade de palha, com média de 7.400 kg ha⁻¹ de massa seca e melhor cobertura do solo, com média de 89%, sendo superior às demais forrageiras testadas, sendo uma boa alternativa para sistemas integrados de produção agropecuário, por apresentar menor competição em consórcio com culturas graníferas, quando comparado os capins-marandu e xaraés, em função do seu crescimento inicial ser mais lento.

Os diferentes resultados do consorcio de forrageiras com as culturas de grãos, deve-se principalmente pelas variações existentes entre as espécies e cultivares de forrageiras, taxa de semeadura, densidade de plantas, época de implantação, presença de plantas espontâneas, estágio e dose de aplicação de herbicidas, fertilidade do solo, nível de adubação, condições hídricas, entre outras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e descrição do clima

O experimento foi implantado em área da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, MS, com coordenadas geográficas de latitude de 22 ° 14 ' 08 "S, longitude de 54° 59' 13" W e altitude de 455 metros. O clima predominante, segundo a classificação de Köppen e Geiger, é Am (tropical de monções) com estações de inverno e verão bem definidas, com precipitação média anual de 1.428 mm e a temperatura média anual de 22,7 °C (ARAI et al., 2010).

3.2 Dados climáticos e características do solo

As variáveis climáticas referentes aos valores médios de precipitação pluviométrica e de temperaturas máxima e mínima por decêndio foram obtidas na estação meteorológica da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, MS, durante os períodos de avaliação do experimento de milho e capins, nos meses de fevereiro a agosto de 2014 e 2015 (Figura 1). O solo predominante na área experimental é o Latossolo Vermelho Distroférico (SANTOS et al., 2013) com textura argilosa, cuja análise textural, determinada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997) foi de: 610 g kg⁻¹ de argila, 90 g kg⁻¹ de silte e 300 g kg⁻¹ de areia.

A análise química para determinação da fertilidade do solo foi realizada em janeiro de 2014, conforme Raij & Quaggio (1983), na camada de 0-20 cm de profundidade (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental amostrado na camada de 0-20 cm em janeiro de 2014.

pH	Al	Ca	Mg	H	K	P	S	SB	T(pH7)	m	V	MO
CaCl	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			%	g kg ⁻¹	
5,34	0,0	4,56	2,04	5,09	0,28	21,7	8,5	6,88	11,97	00	57,5	22,8

SB_soma de bases; T_capacidade de troca de cátions potencial; m_saturação por alumínio; V_saturação por bases; MO_materia orgânica.

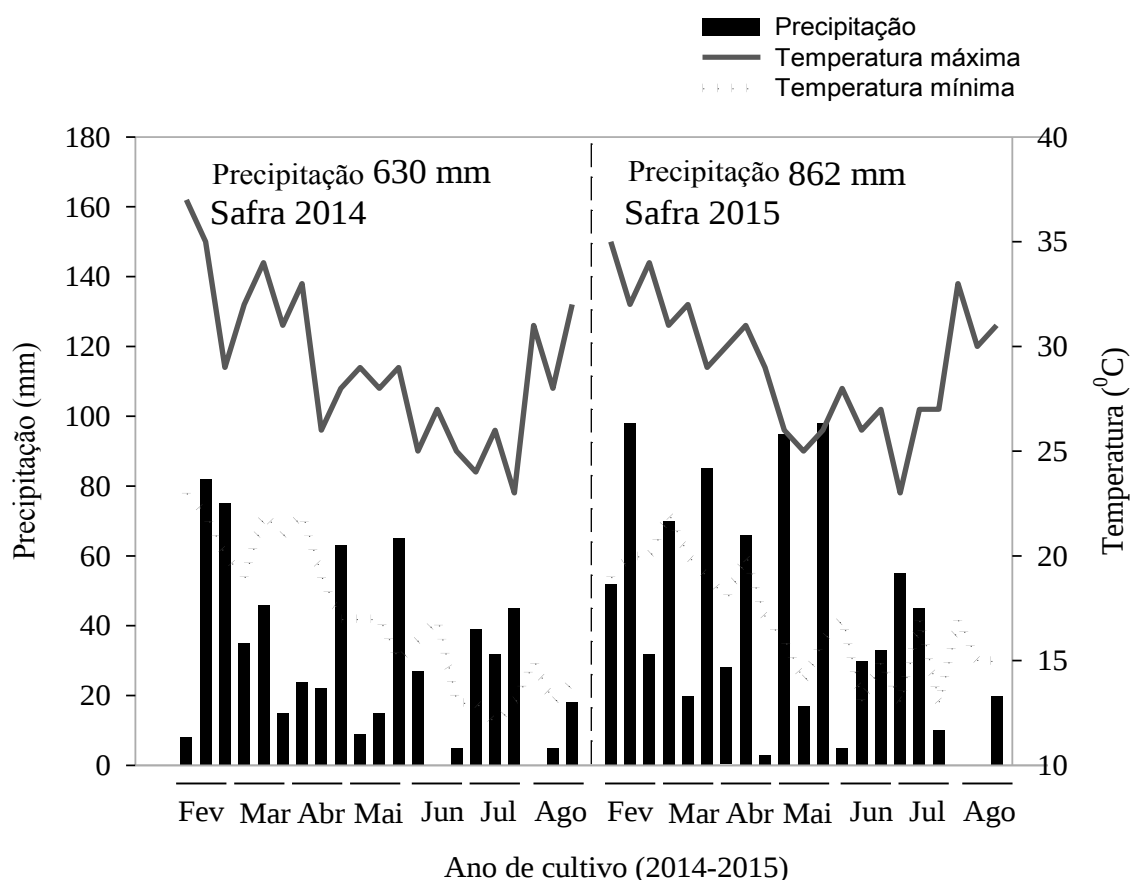


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e de temperaturas (C°) máxima e mínima por decêndio, no período de fevereiro a agosto de 2014 (A) e de 2015 (B). Fonte: Estação Meteorológica da UFGD

Logo após a colheita da soja, foi implantado o experimento, em 15 de março de 2014, com o plantio de milho e capins em monocultivo e consorciados, sendo a colheita do milho realizada em 02 de agosto de 2014 e as forrageiras foram avaliadas até setembro de 2014. O experimento foi repetido no mesmo período de 2015.

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Para avaliação dos parâmetros referentes à cultura do milho, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial (5x2+1)x2: com 11 tratamentos, sendo milho cultivado em monocultivo e consorciado com cinco capins, submetidos a dois níveis de supressão, em dois anos, com quatro repetições. Para avaliar os parâmetros referentes às forrageiras consorciadas com o milho, utilizou-se o esquema fatorial (5x2x2), sendo cinco capins, submetidos a dois níveis de

supressão em dois anos, com quatro repetições. Para determinar a produtividade de matéria seca total da parte aérea (kg ha^{-1}) de gramíneas tropicais perenes, em quatro épocas, foi utilizado um delineamento fatorial ($5 \times 4 \times 2 \times 2$) (cultivares vs. época vs. manejo vs. ano), com quatro repetições. Os tratamentos foram casualizados nas parcelas experimentais (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos casualizados nas parcelas experimentais

Tratamento	Abreviação
Milho em monocultivo	M
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés consorciada com milho com supressão	MXCS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã consorciada com milho com supressão	MPCS
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça consorciada com milho com supressão	MMoCS
<i>Brachiaria ruziziensis</i> cv. Kenedy consorciada com milho com supressão	MRCS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu consorciada com milho com supressão	MMaCS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés consorciada com milho sem supressão	MXSS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã consorciada com milho sem supressão	MPSS
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça consorciada com milho sem supressão	MMoSS
<i>Brachiaria ruziziensis</i> cv. Kenedy consorciada com milho sem supressão	MRSS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu consorciada com milho sem supressão	MMaSS

3.4 Instalação e condução do experimento

Cada unidade experimental possui 15 m de largura por 20 m de comprimento (300 m^2), com 11 parcelas por bloco (3.300 m^2), com quatro blocos. O plantio e todos os tratos culturais foram realizados mecanicamente.

A semeadura do milho e das forrageiras, ambas em sucessão a soja, foram realizadas nos dias 14 e 16 do mês de março de 2014 e de 2015, com período de emergência de cinco dias para o milho e sete dias em média para os capins, após a semeadura.

Para a avaliação da qualidade das sementes das gramíneas tropicais perenes, antes do plantio, as mesmas foram encaminhadas ao laboratório da Embrapa Gado de Corte, para padronizar as sementes quanto ao valor cultural (VC). Para realizar as análises das sementes, foram coletadas amostras de 500 gramas de cada capim, sendo determinadas a pureza e germinação, e todas as sementes foram ajustadas pela equação: $\text{VC} = (\text{Germinação} \times \text{Pureza}) / 100$, expresso em percentagem, sendo para os capins do gênero *Brachiaria* $\text{VC} = 80 \%$ e para *Panicum* $\text{VC} = 50\%$.

Os valores referentes à massa de 1000 sementes e número de sementes por grama foram obtidos por meio da média de oito observações (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados da análise das sementes para massa de 1000 sementes em gramas (M1000); número de semente por grama, (sementes g^{-1}); número de sementes puras viáveis (SPV) por m^2 e sementes puras viáveis (SPV) em $kg\ ha^{-1}$

Cultivar	M1000 (g)	Nº Sem. (g^{-1})	Nº SPV (m^{-2})	SPV ($kg\ ha^{-1}$)
Ruziziensis	5,50	181,00	70,00	3,86
Marandu	8,50	117,00	70,00	5,95
Xaraés	10,90	91,00	70,00	7,64
Piatã	9,50	105,00	70,00	6,65
Mombaça	1,30	770,00	350,00	4,55
Milho	326,00	3,07	6,75	23,90

A taxa de semeadura dos capins foi determinada com base no número de sementes por área (m^2), igual para todas as espécies de forrageiras, com o objetivo de garantir um número adequado e uniforme de plantas no estabelecimento. Para os capins do gênero *Brachiaria*, foi utilizada a taxa de semeadura de 70 sementes puras viáveis por m^2 , e para o capim do gênero *Panicum* foi de 350 sementes puras viáveis por m^2 , objetivando obter estande mínimo de 30 plantas por m^2 para os capins do gênero *Brachiaria* e de 60 plantas por m^2 para o *Panicum* (ALMEIDA et al., 2009).

Para a semeadura das forrageiras foi utilizada uma semeadora-adubadora, modelo TD, de oito linhas distanciadas entre si em 0,4 m, em sistema de plantio direto, com a profundidade de semeadura de 2 a 4 cm.

A semeadura do milho híbrido simples DKB 177 VT PRO foi realizada em plantio direto, nas parcelas onde previamente foram semeadas as forrageiras, exceto no tratamento com forrageira em monocultivo. Foi utilizada a semeadora-adubadora modelo pneumático com 4 linhas de milho, equipada para plantio direto, com linhas espaçadas entre si em 0,9 m, reguladas para distribuir 6 sementes por metro, na profundidade de 2 a 5 cm, objetivado um estande final de 60.000 plantas por hectare.

A adubação de semeadura, para todos os tratamentos, foi de $250\ kg\ ha^{-1}$ da fórmula NPK (08-20-20) e não sendo realizada a adubação de cobertura com nitrogênio tanto para acultura do milho como para os capins, cultivados na safrinha.

Os tratos culturais realizados durante o desenvolvimento da cultura do milho e das gramíneas tropicais perenes ocorreu aos 18 a 20 dias após a emergência (DAE) dos capins, foram aplicados os herbicidas atrazine ($1.500\ g\ ha^{-1}\ i.a.$) em área

total, para o controle da soja tiguera e de invasoras de folha larga; o herbicida a base de nicosulfuron ($6 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), correspondente ao manejo com supressão de herbicida, foi aplicado quando as forrageiras encontravam-se no estágio de um até quatro perfilhos, que ocorreu aos 18 a 20 dias após a emergência (DAE) dos capins. Os herbicidas foram diluídos em água, para um volume de calda de $200 \text{ litros ha}^{-1}$ e aplicados mecanicamente com auxílio de um pulverizador.

O controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foi feito em duas pulverizações com os inseticidas de princípio ativo flubendiamida, na dose de $70 \text{ mL ha}^{-1} \text{ p.c.}$ e beta-ciflutrina + imidacloprido, na dose de $500 \text{ mL ha}^{-1} \text{ de p.a.}$ A primeira pulverização foi feita com flubendiamida no estágio V6 e a segunda pulverização foi realizada com o inseticida beta-ciflutrina + imidacloprido, quando as plantas estavam em estágio V8.

3.5 Avaliações das variáveis da cultura do milho

As avaliações na cultura do milho foram realizadas por ocasião da colheita do milho no mês de agosto de cada ano, foram coletadas duas linhas centrais de cinco metros excluindo-se a bordadura de 7,5 m de cada extremidade, perfazendo uma área útil de $9,0 \text{ m}^2$ por parcela, onde foram determinadas as variáveis referentes aos componentes produtivos do milho sendo:

- Número de plantas de milho (NPLM) e número de espigas de milho (NE): determinadas pela contagem de plantas e espigas em duas linhas centrais com cinco metros de comprimento correspondendo a uma área útil de $9,0 \text{ m}^2$ em cada parcela e os resultados foram extrapolados para 1 hectare.
- Diâmetro de colmo (DC), diâmetro de espiga (DE) e comprimento de espiga (CE): as determinações foram realizadas após a colheita manual da área útil. Diâmetro de espiga e de colmo: utilizou-se paquímetro digital, em milímetros, tomando-se a medida na parte central da espiga e do colmo. Comprimento de espiga: utilizou-se régua graduada em milímetros, tomando-se a distância entre a base e a ponta da espiga. Estas avaliações foram feitas em dez espigas e colmos sem palha, escolhidos ao acaso em cada parcela.
- Número de fileiras de grãos por espiga (NFG) e número de grãos por fileira (NGF): após a colheita do milho, realizou-se a contagem do número de fileiras de grãos por espiga e do número de grãos por fileira. Foram utilizadas dez espigas por parcela.

- Massa de 1000 grãos (M1000): foi determinada de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).
- Produtividade de grãos (PG): foi determinada após a debulha das espigas colhidas dentro de cada parcela com área útil de 9,0 m², onde os grãos foram pesados em balança de precisão de duas casas decimais. O rendimento de grãos de milho foi determinado com o teor de umidade de 13%; para corrigir a umidade dos grãos utilizou-se a equação: $(D = [(U_a - U_c) / (100 - U_c)] \cdot 100)$ onde U_a = umidade atual do produto e U_c = umidade de comercialização (13%). Para calcular a matéria seca de grãos, foi utilizada a equação: $U' = [U / (100 - U)] \cdot 100$, onde U é a umidade atual dos grãos e U' é a % para a correção da umidade) sendo os valores expressos em kg ha⁻¹ (SILVA, 2008).
- Peso de grão por espiga (PGE): foi obtido pela divisão da produtividade de grãos em kg ha⁻¹ pelo número de espigas por hectare. Número de grãos por espiga (NGE): foi obtido através equação: (peso de grão por espiga/massa de 1000 grãos) x 1000.
- Matéria seca total de palha do milho (MSPa): foi obtida pela soma da produtividade de matéria seca de colmo, folha, pendão, palha da espiga e sabugo. Por ocasião da colheita, foram amostradas duas linhas de cinco metros perfazendo uma área útil de 9,0 m². Após a retirada das espigas, o material restante foi pesado no campo, por meio de balança tipo dinamômetro, sendo retiradas subamostras e enviadas ao laboratório, para determinação da matéria seca de colmos, pendão e folhas, as subamostras foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C, até atingir peso constante, onde se determinou a produtividade de matéria seca. O mesmo procedimento foi adotado para a obtenção da produtividade de matéria seca da palha da espiga mais sabugos, após a trilhagem do milho, foram pesados a palha e sabugo das espigas e coletada uma subamostra e levado a estufa até peso constante.
- Índice de colheita (IC): foi determinado pela razão da massa seca de grãos produzidos em relação à massa seca total da parte aérea da planta, expresso em percentagem (GRUZSKA, 2012).

3.6 Avaliações das variáveis das gramíneas tropicais perenes

Para determinar o estande de plantas das forrageiras, foi utilizada a média de duas áreas aleatórias, utilizando-se um quadro de metal de 1,0 x 1,0 m, dentro de cada

parcela, em avaliações realizadas aos 25 DAE dos capins, obtendo-se o número de plantas por m² (NPLF).

A produtividade de massa seca das forrageiras (PMSF) foi determinada por amostra em área de 1,0 x 1,0 m, em cada parcela, utilizando-se um quadro de metal, sendo o corte realizado ao nível do solo, em quatro épocas, que foram: 50, 90, 135 e 180 dias após a emergência (DAE) dos capins, correspondendo as datas de 09/05, 18/06, 01/08 e 19/09, para os anos de 2014 e 2015.

As amostras foram pesadas em campo, por meio de balança tipo dinamômetro, sendo retirada uma subamostra de planta inteira de cada parcela; estas foram enviadas ao laboratório, para determinação da matéria seca. As amostras foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até atingirem o peso constante, onde foi calculada a matéria seca (MS) expressos em kg ha⁻¹.

3.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Tukey. Para a variável quantitativa (intervalos de corte), foram ajustados modelos de regressão de acordo com o maior coeficiente de determinação e grau de significância. Adotou-se o nível de probabilidade de 5% e foi utilizado o programa estatístico SISVAR versão 5.3.

A matriz de correlação de Person para as variáveis dependentes foi definida conforme o grau de relação entre elas e força da correlação foi definida conforme Hinkle et al. (2003) (Tabela 4).

Tabela 4. Regras para interpretação da força do coeficiente de correlação de Person, de acordo com (Hinkle et al., 2003).

Correlação	Interpretação	Cores para interpretação
0,90 a 1,0 (-0,90 a -1,0)	Correlação (+ ou -) muito forte	
0,70 a 0,90 (-0,70 a -0,90)	Correlação (+ ou -) forte	
0,50 a 0,70 (-0,50 a -0,70)	Correlação (+ ou -) moderada	
0,30 a 0,50 (-0,30 a -0,50)	Correlação (+ ou -) fraca	
0 a 0,30 (0 a -0,30)	Correlação (+ ou -) muito fraca	

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade de grãos de milho em monocultivo e consorciado com forrageiras

Quando comparados os resultados referentes ao efeito do ano, verificar-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para todas as variáveis analisadas exceto para o índice de colheita (IC) (Tabela 4). Para o fator manejo, ocorreu diferença apenas para massa de grão por espiga ($p < 0,05$) e produtividade de grãos ($p < 0,01$) (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as características da cultura do milho, cultivado na safrinha Dourados, 2018.

Variável	Fonte de variação							
	Blocos	Ano (A)	Manejo (M)	Cultivar (C)	AxM	AxC	MxC	AxMxC
	Valor-F							
NPLF	0,266 ^{ns}	301,877**	0,211 ^{ns}	62,997**	3,047 ^{ns}	34,271**	0,437 ^{ns}	1,215 ^{ns}
NPLM	3,035*	5,071*	1,016 ^{ns}	0,843 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,316 ^{ns}	0,792 ^{ns}	0,427 ^{ns}
NE	4,337**	7,194**	1,882 ^{ns}	1,036 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,405 ^{ns}	0,548 ^{ns}	0,167 ^{ns}
CE	1,863 ^{ns}	4,546*	0,888 ^{ns}	2,348*	0,370 ^{ns}	0,935 ^{ns}	0,487 ^{ns}	0,566 ^{ns}
NFG	2,195 ^{ns}	56,369**	0,076 ^{ns}	0,582 ^{ns}	5,524*	0,385 ^{ns}	0,839 ^{ns}	1,041 ^{ns}
MGE	5,367**	6,123**	4,853*	3,057*	1,925 ^{ns}	0,785 ^{ns}	0,319 ^{ns}	0,351 ^{ns}
M1000	0,904 ^{ns}	186,804**	0,776 ^{ns}	1,941 ^{ns}	1,427 ^{ns}	0,656 ^{ns}	1,345 ^{ns}	0,266 ^{ns}
NGE	3,196*	27,254**	1,905 ^{ns}	1,517 ^{ns}	0,298 ^{ns}	0,596 ^{ns}	0,483 ^{ns}	0,459 ^{ns}
PG	1,308 ^{ns}	57,518**	15,94**	12,16**	1,940 ^{ns}	1,987 ^{ns}	0,706 ^{ns}	0,118 ^{ns}
MSPa	0,453 ^{ns}	34,673**	2,363 ^{ns}	4,267**	0,216 ^{ns}	2,512*	0,555 ^{ns}	0,073 ^{ns}
IC	0,467 ^{ns}	0,392 ^{ns}	2,027 ^{ns}	2,624*	3,139 ^{ns}	2,761*	1,024 ^{ns}	0,424 ^{ns}
NGF	1,121 ^{ns}	8,803**	0,116 ^{ns}	2,874*	1,118 ^{ns}	1,342 ^{ns}	1,307 ^{ns}	0,345 ^{ns}
DC	3,253*	569,258**	1,241 ^{ns}	8,577**	2,331 ^{ns}	4,124**	0,736 ^{ns}	0,861 ^{ns}

*significativo a $p < 0,05$; **significativo a $p < 0,01$ pelo teste F; ^{ns} = não significativo. GL = grau de liberdade. NPLF_número de plantas forrageiras; NPLM_número de plantas de milho; NE_número de espigas; CE_comprimento de espigas; NFG_número de fileiras de grãos; MGE_massa de grãos por espiga; M1000_massa de mil grãos; NGE_número de grãos por espiga; PG_produtividade de grãos; MSPa_massa seca da parte aérea; IC_índice de colheita; NGF_número de grãos por fileira; DC_diâmetro do colmo.

Houve efeito das cultivares forrageiras sobre, o número de plantas de forrageiras (NPLF), produtividade de grão de milho (PG), produtividade de massa seca de palhada de milho (MSPa), diâmetro de colmo (DC) ($p < 0,01$), comprimento de espiga (CE), massa de grãos por espiga (MGE), número de grãos por fileira (NGF) e índice de colheita (IC) ($p < 0,05$). Houve efeito da interação ano x manejo sobre a variável número de fileiras de grãos (NFG) e da interação ano x cultivar sobre as variáveis NPLF, MSPa, IC e DC (Tabela 5).

A competição das forrageiras exercida sobre a cultura do milho reduziu significativamente as variáveis comprimento de espiga (CE), massa de grãos por espiga (MGE), número de grãos por fileira (NGF), índice de colheita (IC), diâmetro de colmo (DC), produtividade de grãos (PG) e massa seca de palhada de milho (MSPa), entretanto não apresentou efeito significativo sobre número de plantas de milho (NPLM), número de espigas (NE), número de fileiras de grãos (NFG), massa de mil grãos (M1000) e número de grãos por espiga (NGE) (Tabela 6).

Tabela 6. Teste-*T* de médias entre os anos de cultivo, para as características agronômicas do milho cultivado na safrinha, em monocultivo e consorciado, com cinco gramíneas forrageiras tropicais perenes com e sem supressão, safras 2014 e 2015.

Variável	Ano de cultivo	Média $\pm$ erro padrão da média
Nº. Plantas de milho hectare (NPLM)	2014	54.745,33 $\pm$ 322A
	2015	52.314,77 $\pm$ 1.012B
Nº. Espigas por hectare (NE)	2014	54.050,83 $\pm$ 346A
	2015	51.018,47 $\pm$ 1.080B
Comprimento de espiga (CE)	2014	12,45 $\pm$ 0,079A
	2015	12,03 $\pm$ 0,187B
Massa de grãos por espiga (MGE)	2014	116,17 $\pm$ 1,178A
	2015	109,09 $\pm$ 2,929B
Massa de 1.000 grãos (M1000)	2014	361,03 $\pm$ 2,416A
	2015	293,46 $\pm$ 4,342B
Nº. de fileiras de grãos por espiga (NFG)	2014	14,49 $\pm$ 0,115B
	2015	15,68 $\pm$ 0,111A
Nº. de grãos por espiga (NGE)	2014	335,30 $\pm$ 2,66B
	2015	391,96 $\pm$ 3,11A
Produtividade de grãos (PG)	2014	6.279,35 $\pm$ 52,1A
	2015	5.475,86 $\pm$ 43,2B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste-t de médias a 5% de probabilidade.

Quanto ao fator ano de cultivo, os resultados foram superiores no ano de 2014, para as variáveis: número de plantas de milho por hectare (NPLM), número de espigas por hectare (NE), comprimento de espiga (CE), peso de grãos por espiga (PGE), massa de mil grãos (M1000) e produtividade de grão (PG). Entretanto, para o ano de 2015, os resultados foram superiores apenas para número de grãos por espiga (NGE) e número de fileira de grãos (NFG), devido as melhores condições climáticas ocorridas na fase inicial do desenvolvimento do milho neste ano (Tabela 6).

A menor produtividade de grãos de milho (PG), obtida no ano 2015, apresentou correlação negativa moderada com o peso de 1000 grãos (Tabela7), causada

possivelmente pelas condições climáticas ocorridas, nos estádios fenológico R1 a R3 da cultura do milho, no mês de maio de 2015 (Figura 1), com precipitação de 215 mm, com vários dias nublados, com baixa intensidade luminosa consequentemente reduzindo a radiação fotossinteticamente ativa para a cultura do milho.

Tabela 7. Matriz de correlação entre as variáveis dependentes e regras para interpretação da força do coeficiente de correlação de Person com base em Hinkle et al. (2003).

	NPLF	NE	CE	NFG	PGE	M1000	NGE	PG	MSPa	IC	NGF	DC
NPLF	1	0,916	0,175	-0,089	-0,458	0,114	-0,550	0,312	0,138	0,189	0,095	-0,119
NE		1	0,124	-0,137	-0,440	0,136	-0,554	0,398	0,199	0,206	0,060	-0,161
CE			1	-0,057	0,077	0,203	-0,062	0,227	0,174	0,041	0,821	-0,115
NFG				1	-0,281	-0,513	0,166	-0,429	-0,333	-0,032	-0,061	0,521
PGE					1	0,423	0,602	0,629	0,508	-0,039	0,115	-0,103
M1000						1	-0,463	0,602	0,651	-0,205	0,199	-0,665
NGE	Correlação	Interpretação	Cores para interpretação				1	0,083	-0,063	0,127	-0,025	0,459
PG	0,90 a 1,0 (-0,90 a -1,0)	Correlação (+ ou -) muito forte						1	0,723	0,106	0,220	-0,278
MSPa	0,70 a 0,90 (-0,70 a -0,90)	Correlação (+ ou -) forte							1	-0,600	0,086	-0,285
IC	0,50 a 0,70 (-0,50 a -0,70)	Correlação (+ ou -) moderada								1	0,170	0,034
NGF	0,30 a 0,50 (-0,30 a -0,50)	Correlação (+ ou -) fraca									1	-0,169
DC	0 a 0,30 (0 a -0,30)	Correlação (+ ou -) muito fraca										1

NPLF_número de plantas forrageiras; NPLM_número de plantas de milho; NE_número de espigas; CE_comprimento de espigas; NFG_número de fileiras de grãos; MGE_massa de grãos por espiga; M1000_massa de mil grãos; NGE_número de grãos por espiga; PG_produtividade de grãos; MSPa_massa seca da parte aérea; IC_indice de colheita; NGF_número de grãos por fileira; DC_diâmetro do colmo.

Segundo Didonet et al. (2002), a radiação solar incidente e um dos fatores determinante na produtividade de grãos de milho, redução de 30% a 40% da intensidade luminosa, por períodos longos, pode ocasionar queda na produção. A ocorrência de deficiência nutricional, seca, dias nublado ou sombreamento, após a fertilização, causam o abortamento dos grãos na parte superior da espiga, fazendo com que estes não se desenvolvam, e impactando negativamente a produtividade (LARCER, 1986).

As condições climáticas ocorrida no ano de 2015, possivelmente causaram menor efeito da supressão com herbicida nicosulfuron, associado a maior estabelecimento de plantas das forrageiras (Figura 2), proporcionando maior competição sobre a cultura do milho, com efeito expressivo sobre a massa de mil grãos e, consequentemente, reduzindo a produtividade de grãos de milho.

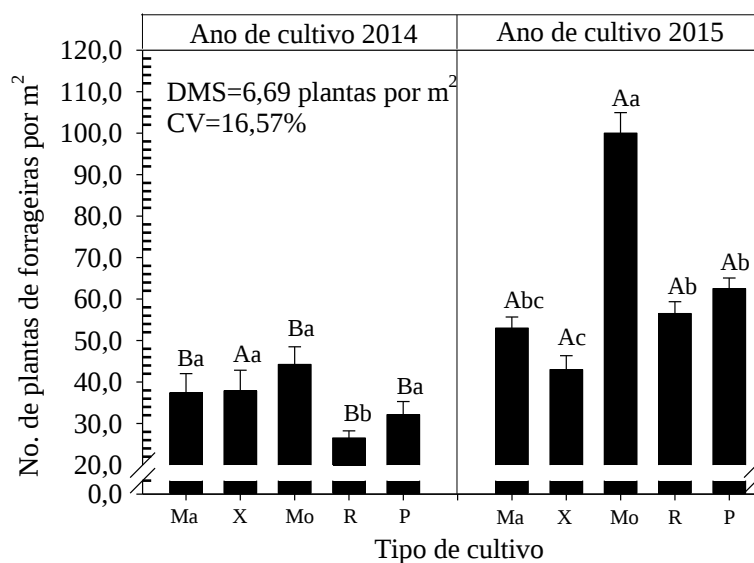


Figura 2. Densidade de plantas das cultivares de *B. brizantha* cvs. Marandu (Ma), Xaraés (X) e Piatã (P); *Panicum maximum* cv. Mombaça (Mo) e *B. ruziziensis* (R) por m² determinado 25 dias após emergência dos capins em 2014 e 2015. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (comparação entre anos) não diferem entre si pelo teste-t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula (comparação entre capins no mesmo ano) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. DMS = diferença mínima significativa. CV = coeficiente de variação.

O manejo com o herbicida nicosulfuron não interferiu na densidade média de plantas forrageiras (NPLF) nos dois anos de avaliação. Entretanto, ocorreu diferença significativa entre os anos para a maioria das cultivares de forrageiras testadas e com maior estande de plantas no segundo ano, exceto para o capim-xaraés (Figura 2).

A maior quantidade de plantas de forrageiras deve-se principalmente às melhores condições climáticas em 2015. A precipitação ocorrida nos primeiros 30 dias após o plantio foi de 180 mm, em 2015, e de apenas 60 mm, em 2014 (Figura 1).

Quanto à densidade de plantas entre os capins, observam-se diferenças significativas no primeiro ano com menores quantidades de plantas por m² para o capim-ruziziensis (média de 28 plantas por m²), sendo que as demais cultivares não diferiu entre si com média de 38 plantas por m². Para o segundo ano de cultivo, o maior estande foi o capim-mombaça, com 100 plantas por m², e menor estande para o capim-xaraés com 44 plantas por m², sendo que os capim-ruziziensis e capim-piatã não diferiram entre si, com média de 57 e 59 plantas por m², o capim-marandu com 54 plantas por m² não diferiu dos capins xaraés, ruziziensis e piatã.

Ao calcular a relação entre número de sementes puras viáveis utilizadas com taxa de semeadura e números de plantas por m² obtidas aos 25 DAE, pode-se constatar que em 2014 a eficiência foi de 13% para o capim-mombaça, de 50% para as cultivares de *B. brizantha* cvs. (Marandu, Xaraés e Piatã) e de 35% para a *B. ruziziensis*. Contudo, para 2015, quando ocorreram melhores condições climáticas, a eficiência foi de 29% para o capim-mombaça, 70% para os capins-xaraés e marandu e 82% para os capins- ruziziensis e piatã.

Ceccon et al. (2015), a taxa de semeadura varia de acordo com os objetivos do cultivo, sendo de 5 a 10 plantas por m² para cobertura do solo e de 15 a 20 plantas por m² para uso em pastejo, com plantas distribuídas uniformemente na área.

A recomendação da taxa de semeadura para a grande maioria das forrageiras baseia-se na quantidade de sementes puras viáveis (SPV) em kg ha⁻¹, a ser utilizada em determinada área (DIAS-FILHO, 2011), não levando em consideração as diferenças existentes, entre as espécies/cultivares de forrageiras em relação à quantidade de sementes por unidade de peso (Tabela 3). Segundo Ceccon, (2015), para estabelecer a população de plantas desejada, para as diferentes espécies e cultivares de forrageiras, deve-se conhecer o número de sementes por grama e o valor cultural.

Portanto, para maior precisão na obtenção do estande de plantas desejado, em diferentes condições, a taxa de semeadura das forrageiras deverá ser em função do número de sementes puras viáveis por unidade de área e não massa de semente por área.

Assim como relatado por Ceccon (2008), um estande de 20 a 30 plantas por m² é possível utilizando-se 5 kg ha⁻¹ de sementes de *B. ruziziensis* cv. Comum, VC variando de 60% a 80% proporciona excelente produção de palha e cobertura do solo. Entretanto, Silva et al. (2015) constataram que densidades acima de 17 plantas por m² da *B. brizantha* ocasionam redução da produtividade de grãos de milho de aproximadamente 8%. Quando comparado o efeito do manejo das forrageiras, com e sem supressão com herbicida, media dos dois anos, pode-se observar que o tratamento sem supressão das forrageiras apresentou uma redução significativa ($p < 0,05$) na massa de grãos por espiga em 7 gramas, consequentemente reduziu a produtividade de grãos de milho em 450 kg ha⁻¹ em relação ao tratamento com supressão, principalmente pela maior competição das forrageias sob a cultura do milho (Figura 3).

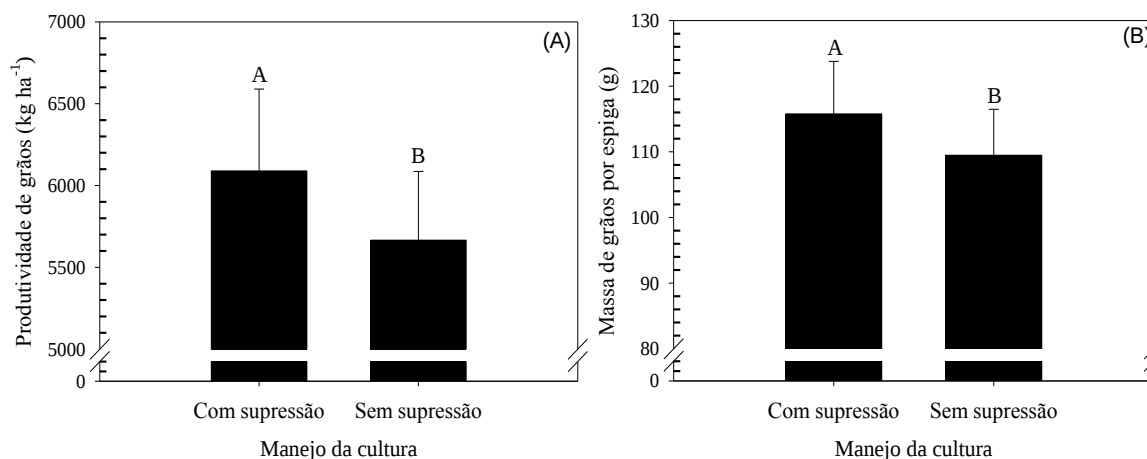


Figura 3. Produtividade de grãos de milho (A) e massa de grãos por espiga (B) sob o manejo das forrageiras com e sem supressão com herbicida nicosulfuron, médias de dois anos (2014 e 2015). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste-t a 5% de probabilidade

Como adotado nesse trabalho e muito utilizado na literatura e prática de campo, a aplicação do herbicida nicosulfuron na sobdosagem ($6 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$), resultou na supressão dos capins, mantendo ou reduzindo as perdas de produtividade de grãos de milho (Figura 3). Ao contrário do que se observou nesse trabalho, Ceccon et al. (2010), ao avaliar as sobdoses de 8 e 16 g ha^{-1} de i.a do herbicida nicosulfuron no consórcio milho com *B. ruziziensis*, não observaram influencia na produtividade de grãos de milho, mas houve redução da produtividade da forrageira.

A redução na produtividade de grãos de milho está em função da grande exigência de nutrientes, principalmente de N por ambas as espécies quando cultivadas simultaneamente (BORGHI; CRUSCIOL, 2007). Estes resultados também foram confirmados por Costa et al. (2012) onde o consórcio de milho com *B. ruziziensis* resultou em menores teores de nutrientes foliares na cultura do milho que respondeu linearmente a adubação nitrogenada em cobertura até a dose de 200 kg ha^{-1} de N.

O desenvolvimento da cultura do milho, quando em consórcio com gramíneas do gênero *Brachiaria* é muito influenciado pela velocidade de estabelecimento da forrageira e do aumento da competição principalmente por água, luz e nutrientes, o que pode prejudicar o desenvolvimento e consequentemente a redução na produtividade de grãos de milho (PARIZ et al., 2009; 2011). O aumento do número de plantas presentes em uma mesma área tende a intensificar a competição por (água, luz e nutrientes), de forma que ambos os grupos de plantas são prejudicadas (VIDAL, 2010).

Ao comparar os efeitos das cultivares de capins sobre as variáveis da cultura do milho, observou-se a menor massa de grão por espiga para o consórcio milho+mombaça (MMo) em relação ao milho cultivado em monocultivo (M), sendo que os demais tratamentos não deferiram destes e entre si. (Figura 4A). Contudo, o maior comprimento de espiga foi obtido nos tratamentos milho em monocultivo (M) e milho+ruziziensis (MR), em comparação com milho+marandu (MMa) e milho+Piatã (MP), sendo que milho+Xaraes (MX) e milho+Mombaça (MMo) não deferiram dos demais tratamentos (Figura 4B).

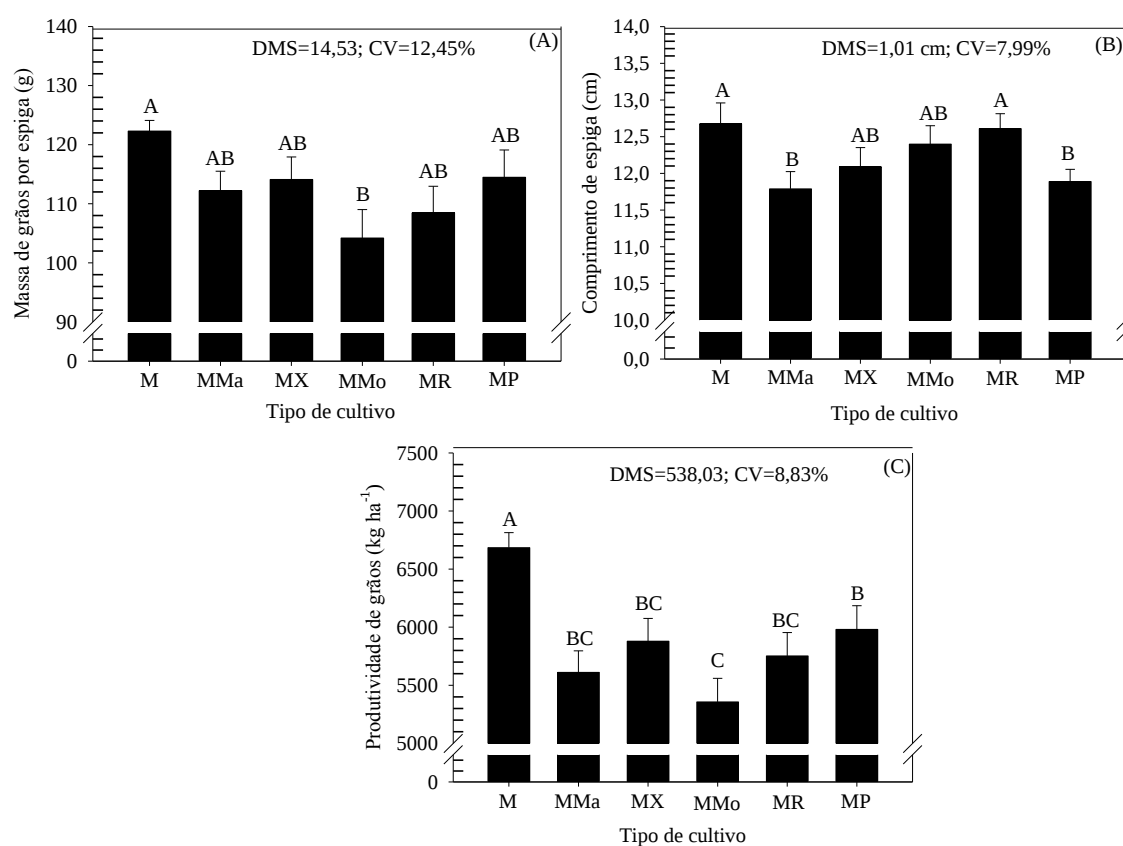


Figura 4. Comprimento de espiga, em cm (A) massa de grãos por espiga, em gramas (B) e produtividade de grãos de milho, em kg ha⁻¹ (C), na safrinha, média dos anos 2014 e 2015, nos tratamentos: Milho em monocultivo (M); milho+Marandu (MMa); milho+Xaraés (MX); milho+Mombaça (MMo); milho + Ruziziensis (MR); milho+Piatã (MP). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste-t a 5% de probabilidade.

A maior produtividade de grãos de milho foi obtida com o tratamento milho em monocultivo (M) seguido pelo milho+Piatã (MP), e a menor produtividade foi obtida com o milho+Mombaça (MMo) que não deferiu dos tratamentos milho+Marandu (MMa), milho+ Xaraes (MX) e milho+ Ruziziensis (MR).

O cultivo de milho consorciado com as gramíneas forrageiras tropicais perenes reduziu significativamente ($p>0,01$) a produtividade de grãos de milho, quando comparados com o tratamento milho em monocultivo, que atingiu a produtividade média de 6.700 kg ha^{-1} , sendo a *B. brizantha* cv. Piatã a forrageira que menos reduziu a produtividade de grãos de milho. Entretanto, a forrageira que mais reduziu a produtividade de grãos de milho foi *P. maximum* cv. Mombaça, em 1.350 kg ha^{-1} de grãos, sendo que as demais forrageiras *B. brizantha* cvs. Marandu e Xaraés, e *B. ruziziensis* não deferiram da *B. brizantha* cv. Piatã e entre si (Figura 4C).

Resultado semelhante foi observado por Cruz et al. (2009), no cultivo de milho consorciado com *Brachiaria decumbens*, onde a forrageira reduziu a produtividade de grãos milho. Borghi et al. (2013) constataram redução na produtividade de grãos de milho, como também menor rendimento de massa seca das forrageiras, quando as mesmas foram cultivadas em consórcio com milho.

Ao avaliar plantas de cobertura, Almeida et al. (2011) constataram que o capim-piatã proporcionou maior produção de palhada, com média de 7.400 kg ha^{-1} de matéria seca, sendo uma boa alternativa para sistemas integrados, por apresentar menor competição em consórcio com culturas graníferas, quando comparado aos capins Marandu e Xaraés, em função do seu crescimento inicial ser mais lento.

Mesmo havendo redução na produtividade do milho nas condições em que essa pesquisa foi realizada (Figura 4C), há resultados científicos que divergem e que demonstram não haver redução de produtividade do milho em consórcio com *B. brizantha* (COBUCCI; PORTELLA, 2003). Possivelmente, estes trabalhos tinham como principal objetivo a produção de palha para o sistema de plantio direto, utilizando menor taxa de semeadura e ou maior supressão com herbicida, resultando em menor produtividade de massa seca das forrageiras e menor competição com o milho.

A produtividade de massa seca total da parte aérea do milho, composta pelas frações de colmo, folha, pendão, palha da espiga e sabugo, obtida em 2014, foi superior a do ano de 2015, para todos os tratamentos de milho + Marandu (MMa), milho+ Xaraés (MX) e milho+ Mombaça (MMo) (Figura 5A).

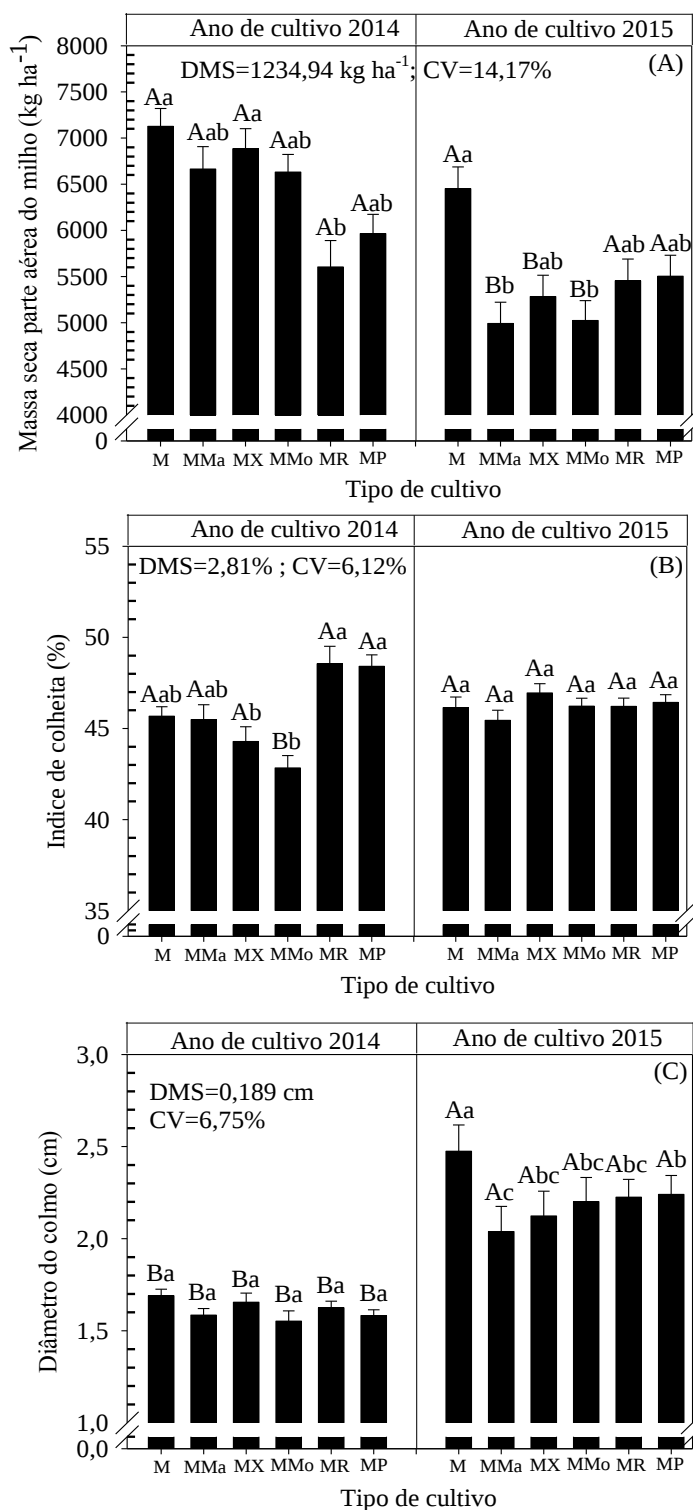


Figura 5. Efeito da interação entre os anos e tipo de cultivo, sob a massa seca total da parte aérea do milho safrinha em kg ha⁻¹ (A), índice de colheita em % (B) e diâmetro médio do colmo em cm (C), cultivado em 2014 e 2015. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade. Milho em monocultivo (M); milho+Marandu (MMo); milho+Xaraés (MX); milho+Mombaça (MMo); milho+ Ruziziensis (MR); e milho+ Piatã (MP).

A maior produtividade de palhada em 2014 foi obtida no milho em monocultivo (M) e em consórcio com Xaraés (MX), sendo a menor produtividade obtida no consórcio do milho com Ruziziensis (MR) as demais, não diferiram desta e entre si (Figura 5A).

Entretanto, para o ano de 2015, as menores produtividades de palhada foram obtidas nos consórcios de milho com Marandu (MMA) e de milho com Mombaça (MMo) em relação ao milho em monocultivo (M), sendo que os demais tratamentos não diferiram deste e entre si (Figura 5A).

Para o índice de colheita (IC) que mede a eficiência da planta em alocar parte dos fotoassimilados para o enchimento dos grãos, os resultados obtidos não diferiram entre os dois anos de avaliação, exceto para o consórcio milho com mombaça (MMo), que apresentou menor IC em 2014 de apenas 43%.

No ano de 2014, os consórcios de milho com Piatã (MP) e milho com Ruziziensis (MR), o índice de colheita foi de aproximadamente 48%, sendo superiores aos consórcios de milho com Mombaça (MMo) e milho com Xaraés (MX), que não diferiram dos demais tratamentos. Para o ano de 2015, não houve diferenças no índice de colheita entre os tratamentos avaliados. Podemos inferir que o IC foi pouco influenciado pela competição das forrageiras sobre a cultura do milho, exceto para os consórcios de milho com Mombaça e milho com Xaraés no ano de 2014, indicando que o efeito da competição das forrageiras se deu na massa seca total e não sobre massa seca de grãos ou massa seca da palhada.

Assim como relatado por Sharma-Natu e Ghildiyal (2005), os valores de IC máximos para o milho estão próximos a 60%. Pode-se observar que os índices de colheita variaram entre 43 a 49% (Figura 5B), sendo considerados valores de médios a bons, tratando-se de clima tropical e cultivo de milho consorciado com forrageiras, contudo, vários fatores podem estar influenciando negativamente nessa translocação de fotoassimilados para produção de massa seca de grãos de milho, como a disponibilidade hídrica, a concentração de nutrientes na folha e a temperatura na estação de crescimento (DURÃES et al., 1993).

Quanto ao diâmetro de colmo, ocorreu diferença significativa entre os anos de cultivo com menor diâmetro de colmo em 2014 e não houve diferenças significativas entre os tratamentos. No entanto para o ano de 2015, o diâmetro de colmo apresentou a mesma tendência em relação à produtividade de grãos, com maior valor para o milho

em monocultivo (M), seguido pelo consórcio milho + Piatã (MP) e menor diâmetro para o milho+ Marandu (MMa), sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si (Figura 5C).

O diâmetro de colmo é uma variável que normalmente apresenta correlação positiva com a produtividade de grãos de milho. Entretanto, para este trabalho, o diâmetro de colmo apresentou fraca correlação negativa (Tabela 6). Em 2015 observou-se maior diâmetro de colmo e menor produtividade de grãos de milho (Figura 5C), sendo que este resultado pode estar relacionado às condições climáticas ocorridas no mês de maio de 2015, com vários dias com chuvas e baixo índice de radiação fotossinteticamente ativa (Figura 1).

A produtividade de massa seca total da parte aérea (MSTPA) (kg ha^{-1}) de gramíneas tropicais perenes em consórcio com milho foi influenciada pela interação ano vs manejo vs época e pela interação manejo vs época vs cultivar (Tabela 8). Assim, o desdobramento dessas interações proporcionou ajustes de modelos de regressão apresentados nas (Figura 6 e Tabela 9) respectivamente.

4.2 Produtividade de forragem e palha de gramíneas tropicais perenes cultivadas em consórcio com milho

Tabela 8. Resumo da análise de variância para a produtividade de massa seca total da parte aérea (kg ha^{-1}) de gramíneas tropicais perenes, cultivadas em consórcio com o milho na safrinha em 2014 e 2015.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Valor-F	Valor-P
Ano	1	25847421.612	123.957	0,0000
Manejo	1	214155673.512	1027.034	0,0000
Época	3	343095559.208	1645.396	0,0000
Cultivar	4	11766157.910	56.427	0,0000
Bloco	3	203392.208	0.975	0,4048
Ano * Manejo	1	3287794.050	15.767	0,0001
Ano * Cultivar	4	15536693.320	74.510	0,0000
Ano * Época	3	991988.839	4.757	0,0010
Manejo * Cultivar	4	917918.598	4.402	0,0019
Manejo * Época	3	9191820.304	44.082	0,0000
Época * Cultivar	12	1221713.085	5.859	0,0000
Manejo * Época * Cultivar	12	385698.577	1.850	0,0412
Ano * Manejo * Época	3	3533803.675	16.947	0,0000
Ano * Época * Cultivar	12	729364.130	3.498	0,0001
Ano * Manejo * Cultivar	4	181952.026	0.873	0,4809
Erro	249	208518.551		

Para ambos os anos de avaliação (2014 e 2015), houve efeito do manejo com supressão de herbicida (CS), reduzindo a produtividade de MSTPA (Figura 6). Quanto aos resultados obtidos aos 50 dias após a emergência (DAE), pode-se constatar o maior efeito da supressão das forrageiras no ano de 2014, reduzindo a produtividade de massa seca de 1.330 kg ha⁻¹ para 483 kg ha⁻¹, ou seja, 63,7%. Entretanto, para o ano de 2015, a produtividade foi de 1.225 kg ha⁻¹ para 663 kg ha⁻¹, com redução de 45,9% na MSTPA. O efeito da supressão foi diminuindo a mediada que reduzia o efeito do herbicida supressor e a competição do milho sobre as forrageiras nas avaliações realizadas aos 90, 135 e 180 DAE (Figura 6).

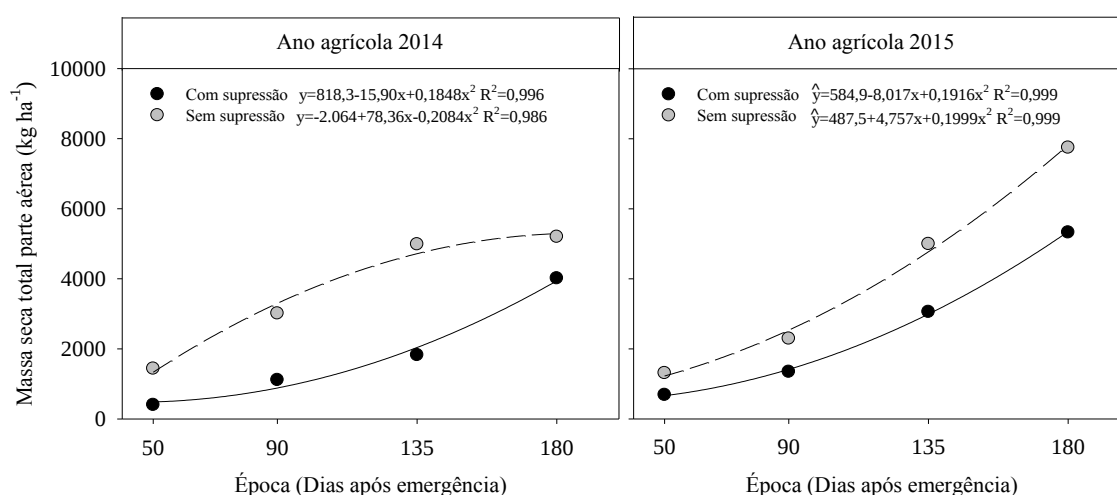


Figura 6. Matéria seca total da parte aérea (MSTPA), em kg ha⁻¹, das forrageiras, média de cinco gramíneas tropicais perenes, com e sem supressão com herbicida, em quatro épocas de avaliação (50, 90, 135, e 180 DAE), cultivadas na safrinha, em de 2014 e 2015.

O maior incremento na produtividade de MSTPA das forrageiras foi obtido após a colheita do milho, realizada aos 135 DAE dos capins, exceto para o tratamento sem supressão em 2014 (Figura 6), em função das condições climáticas e estágio fenológico de algumas forrageiras que se apresentavam em estágio vegetativo avançado.

Quanto aos resultados obtidos aos 180 DAE, por ocasião da dessecação, realizada em meados de setembro de cada ano, observa-se que a produtividade de MSTPA média das forrageiras, obtida em 2014, foi de 4.000 kg ha⁻¹ com supressão (CS) e de 5.289 kg ha⁻¹ sem supressão (SS). Em 2015, a produtividade média de MSTPA foi de 5.359 kg ha⁻¹ com supressão (CS) e de 7.818 kg ha⁻¹ sem supressão (SS).

Segundo Borghi et al. (2007), o sombreamento promovido pelo milho nas forrageiras em consórcio reduz a produção de folhas e, com a maturação fisiológica e final do ciclo da cultura do milho, ocorre um aumento da luminosidade, consequentemente, incide incremento no potencial de produção de folhas, perfilhos e rebrotação da forrageira. Resultados semelhantes foram obtidos por Batista et al. (2011), referente a matéria seca de folhas, podendo dobrar a quantidade no período entre a maturidade fisiológica do milho e a época de dessecação para o plantio da soja, mesmo em período de baixa precipitação e baixas temperaturas.

Esta maior produtividade de massa seca obtida em 2015, pode ser atribuído ao menor efeito da supressão com herbicida, associado à maior densidade de plantas e melhores condições climáticas ocorridas no período de 2015 (Figura 1), com precipitação de 375 mm em 2014, contra 710 mm em 2015, no período de fevereiro a agosto de cada ano (Figura 6).

Tabela 9. Produtividade de massa seca total da parte aérea, (kg ha^{-1}) das forrageiras *B. brizantha* cvs. Marandu (Ma), Xaraés (X) e Piatã (P), *B. ruziziensis* (R) e *P. maximum* cv. Mombaça (Mo), com supressão (CS) e sem supressão (SS), consorciadas com milho na safrinha, com avaliações realizadas aos (50, 90, 135 e 180 DAE) dias após emergência, média de dois anos (2014 e 2015).

Manejo	cvs.	Época de corte (DAE)				Equação
		50	90	135	180	
Com Supressão	Ma	473Ba	1.121Bb	2.011Bb	4.405Bcd	$Y=1048,62-21,018x+0,218x^2$ $R^2=0,99$
	X	523Ba	1.154Bb	2.450Bb	4.082Bd	$Y=168,44+1,008x+0,115x^2$ $R^2=0,99$
	Mo	593Ba	1.629Ba	3.398Ba	5.548Ba	$Y=-1041,03+52,276x-0,011x^2$ $R^2=0,98$
	R	501Ba	1.132Bb	1.894Bb	4.806Bbc	$Y=-223,49+9,872x+0,123x^2$ $R^2=0,99$
	P	593Ba	1.201Bb	2.513Bb	5.075Bab	$Y=1096,77-21,531x+0,241x^2$ $R^2=0,98$
Sem supressão	Ma	1.150Ab	2.224Ac	4.312Ac	5.961Ac	$Y=2423,8-66,26x+0,94x^2$ $-0,003x^3$ $R^2=0,99$
	X	1.094Ab	2.304Ac	4.250Ac	6.169Abc	$Y=1014,9-19,87x+0,49x^2$ $-0,001x^3$ $R^2=0,99$
	Mo	1.631Aa	3.336Aa	6.032Aa	7.929Aa	$Y=2287,1-57,96x+1,05x^2$ $-0,003x^3$ $R^2=0,99$
	R	1.687Aa	2.574Abc	4.659Abc	6.321Abc	$Y=3673,4-87,57x+1,10x^2$ $-0,003x^3$ $R^2=0,99$
	P	1.312Ab	2.980Aab	5.276Ab	6.621Ab	$Y=1330,3-35,66x+0,82x^2$ $-0,003x^3$ $R^2=0,99$

Letras maiúsculas diferente na coluna entre os manejos diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p<0,01$). Letras minúsculas diferentes na coluna entre as cultivares diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p<0,01$).

A supressão das forrageiras com subdose do herbicida nicosulfuron (6 g ha^{-1}), aplicado aos 18 a 20 DAE dos capins, reduziu significativamente a produtividade de massa seca da parte aérea das forrageiras em dois anos de avaliação, em: 60,95%, 53,54%, 50,00% e 27,53%, correspondendo as épocas de avaliação aos 50, 90, 135 e 180 DAE, respectivamente (Tabela 9).

As produtividades de MSTPA no tratamento com supressão (CS) de herbicida, não diferiram entre as forrageiras aos 50 DAE. Já para as avaliações realizadas no tratamento sem supressão (SS), houve diferença significativa entre as forrageiras aos 50 DAE, com maior produtividade de MSTPA para o *P. maximum* cv. Mombaça e *B. ruziziensis*. Entretanto, para as avaliações realizadas aos 90, 135 e 180 DAE, o *P. maximum* cv. Mombaça foi superior às demais forrageiras, tanto para o manejo com supressão (CS) como para o sem supressão (SS) de herbicida, seguido pela *B. brizantha* cv. Piatã (Tabela 9).

A produtividade de massa seca do *P. maximum* cv. Mombaça foi diretamente proporcional à redução na produtividade de grãos de milho (Figura 4C).

Em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), a produção de forragem pode ser utilizada na alimentação de ruminantes em pastejo, feno ou silagem, no período de julho a outubro, e após poderá ser dessecada para o plantio direto de soja, milho, sorgo, algodão, entre outras, ou utilizada em pastejo por um ou mais anos e retornado novamente com o plantio direto de lavouras de grãos.

As produtividades de MSTPA das forrageiras, obtidas aos 135 DAE, por ocasião da colheita do milho safrinha, em julho, média dos dois anos, foi de 2.453 kg ha^{-1} com supressão (CS) e 4.906 kg ha^{-1} sem supressão (SS) (Tabela 9). Esta maior produtividade das forrageiras reduziu a produtividade de grãos de milho em 450 kg ha^{-1} , em média. Entretanto, considerando a eficiência de pastejo de 50%, esta produtividade de forragem poderia alimentar 3,0 bovinos por hectare, no sistema de recria, por 120 dias, podendo produzir de 6 a 8 @ ha^{-1} de carne no período. Resultados semelhantes foram obtidos por Vilela et al. (2015), porém no cultivo de pastagem safrinha após a colheita da soja, com pastejo apenas na estação da seca, com ganho de peso em equivalente-carcaça entre 6 a 12 @ ha^{-1} .

Quando comparadas as produtividades de grãos de milho e MSTPA das forrageiras, na safrinha, obtidas nos sistemas de cultivo com e sem supressão das forrageiras com aplicação da subdossagem do herbicida nicosulfuron, realizado aos 18 e

20 DAE dos capins, de acordo com as condições deste trabalho, é possível sugerir as opções mais indicadas para cada tipo de empreendimento rural:

- Para aqueles que têm como principais objetivos a produção de grãos e palha para o plantio direto, devem utilizar o sistema de consórcio do milho com forrageiras tropicais perenes, com supressão de herbicida, onde produzirão 450 kg ha⁻¹ de grãos de milho a mais e apenas 30 % menos de massa seca de palha de forrageira, por ocasião da dessecação para do plantio direto de soja, quando comparado com o sistema sem supressão das forrageiras.

- Entretanto, para aqueles que utilizam o sistema de integração lavoura- pecuária (ILP), tendo como principais objetivos: produção de grãos de milho, forragem para alimentação animal e palhada para o plantio direto, devem utilizar o sistema de consórcio do milho com forrageiras tropicais perenes, sem supressão de herbicida, onde apesar de produzirem 450 kg ha⁻¹ de grãos de milho a menos, produzirão mais 2.450 kg ha⁻¹ de massa seca de forragem, por ocasião da colheita do milho aos 135 DAE, correspondendo à 6 a 8 @ ha⁻¹ de carne no período e com vantagens econômicas.

5 CONCLUSÃO

O cultivo de milho safrinha consorciado com as gramíneas forrageiras tropicais perenes, com e sem supressão de herbicida, reduz a produtividade de grãos de milho.

A supressão das forrageiras com herbicida reduz a produtividade de forragem e palha para o plantio direto.

Panicum maximum cv. Mombaça, cultivado em consórcio com a cultura do milho safrinha, apresenta a maior produtividade de forragem e a maior redução na produtividade de grãos de milho, sendo *Brachiaria brizantha* cv. Piatã apresenta a menor redução na produtividade de grãos de milho, dentre as gramíneas forrageiras tropicais perenes avaliadas.

O cultivo de milho safrinha, consorciado com forrageiras tropicais perenes, pode ser utilizado para a produção de grãos, recuperação e implantação de pastagens, produção de forragem e palha para o sistema de plantio direto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G.; COSTA, J. A. A. da; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Taxas e métodos de semeadura para *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em safrinha.** Campo Grande, 2009 (Comunicado Técnico). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/853317> Acesso em: 03 fev. 2016.

ALMEIDA, R. G.; KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ZIMMER, A. H. Produtividade de grãos e de forragem em cultivo simultâneo de milho e capim-piatã na safrinha, com diferentes níveis de supressão do capim por herbicida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: UFRA; SBZ, 2011. Belém, PA: UFRA; SBZ, 2011. v. 1. p. 1-3.

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forage grasses in integrated cattle production systems. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. (Org.). **Integrated crop-livestock-forestry systems**, a Brazilian experience for sustainable farming. 1ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014, v. 1, p. 101-107.

ARAI, F. K.; GONÇALVES, G. G. G.; PEREIRA, S. B.; COMUNELLO, E.; VITORINO, A. C. T.; DANIEL, O. Espacialização da precipitação e erosividade na bacia hidrográfica do Rio Dourados - MS. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.5, p.922-931, 2010.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. C. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n.10, p. 1-12, 2011.

BATISTA, K.; DUARTE, A. P.; CECCON, G.; DE MARIA, I. C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 1154-1160, 2011.

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**, v.53, p.629-636, 2013. DOI: 10.2135/cropsci2012.08.0469.

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

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV CLAV, 2009. 395p.

CECCON, G.; SACOMAN, A.; MATOSO, A. de O.; NUNES, D. P.; INOCÊNCIO, M.F. **Consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*, em lavouras**

comerciais de agricultores em 2008. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 28p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa, 48).

CECCON, G.; PALOMBO, L.; MATOSO, A. O.; NETO, A. L. Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 359-364, 2010.

CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-*Brachiaria*. In: CECCON, G. **Consórcio Milho *Brachiaria***. Brasília, DF: Embrapa, 2013, p. 27-46.

CECCON, G. **Desafios no consórcio milho safrinha e *Brachiaria***. 2010. Artigo em. Hipertexto disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/consorcio/index.htm>. Acesso em: 10 set. 2017.

CECCON, G.; CONCENÇO, G.; BORGHI, G.; DUARTE, A. P.; SILVA, A. F. da; KAPPES, C.; ALMEIDA, R. E. M. de. **Implantação e manejo de forrageiras em consórcio com milho safrinha**. Dourados MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 34 p. (Documentos, 131).

CECCON, G. Cálculo para taxa de semeadura de espécies forrageiras perenes em cultivos anuais, **Agrarian**, Dourados, v.8, n.27, p.39-46, Dourados, 2015.

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

COBUCCI, T.; PORTELA, C. M. O. Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na *Brachiaria* como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J. et al. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 443-458.

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 *Brachiaria* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

COSTA, H. J. B.; JANUSCKIEWICZ, E. R.; OLIVEIRA, D. C.; MELO, E. S.; RUGGIER, A. C. Massa de forragem e características morfológicas do milho e da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã cultivados em sistema de consórcio. **Archivos Veterinária**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 2, p. 134-143, 2012.

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

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MACHADO, C. G. Consórcio de milho e *Brachiaria decumbens* em diferentes preparos de solo. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v.31, n.4, p.633-

639, 2009. Disponível em: <[http://dx. doi.org/10.4025/actasciagron.v31i4.915](http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v31i4.915)>. Acesso em: 6 mar. 2018. doi: 10.4025/actasciagron.v31i4.915.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. edição revisada, atualizada e ampliado. Belém, PA, 2011. 215 p.

DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; MARIO, J. L. e IDE, F. Efeito da radiação solar e temperatura na definição do número de grãos em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 933-938, 2002.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; OLIVEIRA, A. C.; FANCELLI, A. L.; COSTA, J. D. Partição de fitomassa e limitações do rendimento de milho (*Zea mays* L.) relacionadas com a fonte dreno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 4. Fortaleza, 1993. Resumos. Fortaleza, SBFV; UFCE, 1993. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, 5 (1):1-120, 1993.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de Solo**. 2 edições Rio de Janeiro: 1997. 212p.

FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 546-553, 2010.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Ciência Agrônômica**. Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 999-1005. 2014.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.23, p.49- 58, 2005.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; CELESTRINO, T.S.; LOPES, K.S.M. Desempenho agrônômico da cultura do milho e espécies forrageiras em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado. **Ciência Rural**, v.43, n.4, p.589-595, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000400005>.

GRUZSKA, M. **Índice relativo de clorofila para o diagnóstico do estado de nitrogênio em híbridos de milho**. 2012. 103f. (Dissertação) - Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2012.

HINKLE, D. E., WIERSMA, W., E JURIS, S. G. **Applied statistics for the behavioral sciences**. 5. ed. Boston: Houghton Mifflin, 2003.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L.R.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, v.23, p.59-67, 2005.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; PEREIRA, J. L.; VIANA, R. G. Efeitos de herbicidas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 69-78, 2005a.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G. Produtividade de matéria seca e de grãos de milho em cultivo simultâneo em safrinha, com diferentes níveis de supressão por herbicida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., Belém. **Anais...** Belém- PA: SBZ; 2011,3 p. 1 CD-ROM.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G.; PAULINO, V. T. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): experiências no Brasil. **Boletim de Indústria Animal** (Online), v. 71, p. 94-105, 2014.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. **Fisiologia da Planta de Milho**. Circular Técnica Número 20, Embrapa, São Paulo: EPU, 319 p. 1986.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.133-146, 2009.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. de. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, p.415-422, 2010. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000400010.

MACHADO, L. A. Z. & VALLE, C. B. do. Desempenho agrônomo de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.11, p.1454-1462, nov. 2011. DOI: 10.1590/ S0100-204X2011001100006.

MACHADO, L. A. Z.; CECATO, B.; JANK, L.; VERZIGNASSI, J.R.; VALLE C.B. do. **Identificação e Características de Forrageiras Perenes para Consórcio com Milho**. In Consorcio Milho *brachiaria*. Brasília, DF Embrapa, 175 p. 2013.

MACHADO, L. A. Z.; CECATO, U; COMUNELLO, E; CONCENÇO, G; CECCON, G. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.52, n.7, p.521-529, jul. 2017 DOI: 10.1590/S0100-204X2017000700006

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. M. da. Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.964-974, 2001.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; CHIORDEROLI, C. A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 39, n. 4, p. 360-370, 2009.

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 an integrated crop livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 2029-2037, 2011.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 31 p. (IAC. Boletim técnico, 81).

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; COSTA, A. R. Consórcio de milho com forrageiras na entressafra e atributos físicos e químicos do solo no Cerrado Brasileiro. In: CONGRESO LATINO AMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 19., CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 23. 2012, 2012, **Anais**, Mar del Plata, Argentina, 2012. v. 1. p. 1-6.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. (Eds.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª edição revisada e ampliada. Brasília: Embrapa, 353 p. 2013.

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

SHARMA-NATU, P.; GHILDIYAL, C. M. Potential targets for improvement photosynthesis and crops yield. **Current Science**, v.12, p.1918-1925, 2005

SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; FREITAS, A. M. de; SILVA, A. A. da; SEDIYAMA, T.; SILVA, G. S.; FERREIRA, L. R.; CECON, P. R. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com *Brachiaria*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45 n. 8, 2015.

SILVA, J. S. **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**. 2. ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil Editora, 2008. v. 1. 560 p

SILVA HIRATA, A. C., HIRATA, E. K., MONQUERO, P. A., GOLLA, A. R., NARITA, N. Plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do tomate em plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 465-472, 2009.

VIDAL, R. A. **Interação negativa entre plantas: inicialismo, alelopatia e competição**. Porto Alegre-RS: UFRGS, 2010. 132p.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR. G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES, JÚNIOR. R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura- pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1.127-1.138, 2011.

VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; WRUCK, F. J.; OLIVEIRA, P.; PEDREIRA, B. C.; CORDEIRO, L. A. M. Práticas e manejo de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária na Safra e Safrinha para as Regiões Centro-Oeste e Sudeste. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-**

Pecuária- Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 103- 119. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

CAPÍTULO II: PRODUTIVIDADE E DECOMPOSIÇÃO DE PALHA DE GRAMÍNEAS TROPICAIS PERENES E EFEITO NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE SOJA

Autor: MSc Armindo Neivo Kichel

Orientador: Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e decomposição da palha das forrageiras do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, cultivadas na safrinha, em monocultivo e consorciadas com milho, com e sem supressão por subdose do herbicida nicosulfuron, assim como identificar espécies/cultivares de forrageiras que proporcionem maior produtividade da soja em cultivo subsequente. O experimento foi implantado em área da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) realizado nas safras 2014/2015 e 2015/2016. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 16 tratamentos, com quatro repetições, onde os tratamentos corresponderam ao cultivo da soja sobre as palhas de: milho em monocultivo; *Brachiaris brizantha* cvs. Xaraés, Piatã e Marandu; *Brachiaria ruziziensis* e o *Panicum maximum* cv. Mombaça, submetidas a três sistemas de cultivo: forrageiras em monocultivo; forrageiras consorciadas com milho com supressão de herbicida e forrageiras consorciadas com milho sem supressão. As forrageiras que apresentaram as maiores produtividades e decomposição de palha em monocultivo foram *Panicum maximum* cv. Mombaça, *B. brizantha* cv. Marandu e *B. brizantha* cv. Piatã. As cultivares *B. brizantha* cv. Xaraés e *B. ruziziensis*, em monocultivo, apresentaram as menores produtividades e taxas de decomposição de palha. A produtividade de palha das forrageiras consorciadas com a cultura do milho, com ou sem supressão, não apresentaram diferenças significativas, exceto o consorciado com Mombaça sem supressão. A soja cultivada sobre palha de milho em monocultivo apresentou a menor produtividade de grãos em relação ao cultivo sobre palha de forrageiras. A maior produtividade de grãos de soja foi quando cultivada sobre a palha de *Panicum maximum* cv. Mombaça, *B. brizantha* cv. Xaraés, *B. brizantha* cv. Marandu em monocultivo nas duas safras e *B. Ruziziensis* consorciada com milho com supressão na safra 2014/2015.

Palavras-chave: Soja, *Brachiaria* spp., *Panicum maximum*, palha, plantio direto, Integração lavoura-pecuária.

YIELD AND DECOMPOSITION OF PERENNIAL TROPICAL GRASSES AND THEIR EFFECTS ON SOYBEANS GRAIN YIELD

Author: MSc Armindo Neivo Kichel

Adviser: PhD. Luiz Carlos Ferreira de Souza

ABSTRACT- Goal of this work was to assess yield and straw decomposition of *Brachiaria* and *Panicum* grasses, single-seeded or intercropped with corn, using or not growth suppression through underdose of nicosulphuron herbicide in order to determine the best grass species/cultivars for increasing soybeans yields in the following season. The trial was carried out at the experimental station of the agriculture college of UFGD, in Dourados, Mato Grosso do Sul State between 2014 and 2015. Experimental design was randomized blocks with 16 treatments and four repetitions each. Treatments corresponded no-till cultivation of soybeans over crop residues of *Brachiaria brizantha* cvs. Xaraés, Piatã and Marandu; *Brachiaria ruziziensis* and *Panicum maximum* cv. Mombaça, using three cropping systems: single forage; forage intercropped with corn using or not nicosulphuron herbicide for suppressing forage growth. Results show that *Panicum maximum* cv. Mombaça *B. brizantha* cv. Marandu and *B. brizantha* cv. Piatã were the cultivars that showed the highest yields and the highest above-ground decomposition when under single cultivation while *B. brizantha* cv. Xaraés and *B. ruziziensis* showed the lowest forage yields and decomposition rates. Forages intercropped with corn, both, with or without herbicide suppression did not show significant differences on above ground dry matter yield, except for Mombaça without suppression, which showed better results than the other combinations. Soybean grain yield was lowest when seeded over residues of corn monocrop. Highest soybeans yield was obtained over single *Panicum maximum* cv. Mombaça, followed by single *B. brizantha* cv. Xaraes and Marandu in the two experimental cycles and suppressed *B. Ruziziensis* intercropped with corn in the 2014/2015 season.

Keywords: *Zea mays*, *Glycine max*, *Brachiaria spp.*, *Panicum maximum*, straw, no-tillage crop-livestock integration.

7 INTRODUÇÃO

A grande demanda mundial de proteína animal e vegetal associada ao aumento da população humana, há a necessidade de geração de novas tecnologias para aumentar a produtividade das culturas de grãos e proteínas de origem animal de forma sustentável.

A produção de grãos brasileira para a safra 2016/17 estimada em 238,2 milhões de toneladas e a área plantada em 60,7 milhões de hectares, para a cultura da soja a área cultivada foi de 33,93 milhões hectares com produção de 114,04 milhões de toneladas de grãos, com produtividade média de 3.362 kg ha⁻¹ (CONAB, 2017).

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) consistem na implantação de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite, energia, entre outros, na mesma área, em plantio consorciado, sequencial ou rotacional tendo como principal vantagem a viabilização da recuperação do potencial produtivo das áreas agrícolas, bem como a recuperação de pastagens degradadas. (BALBINO et al., 2011).

Vários trabalhos realizados em sistemas de integração lavoura pecuários com o uso de gramíneas forrageiras têm demonstrado melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, possibilitando a expansão e intensificação de uso das áreas de pastagens e grãos, através dos benefícios da (ILP), possibilitando a inclusão de espécies com diferentes sistemas radiculares, maior produtividade e qualidade de palha, com diferentes relações C/N, alterando as taxas de decomposição e ciclagem de nutrientes (SPERA et al., 2010; MENDONÇA et al., 2013; 2015).

As gramíneas forrageiras tropicais perenes aumentam a produtividade e qualidade de palha, com maior persistência para o plantio direto das culturas subsequentes, reduzindo os riscos climáticos, promovendo a diversificação da produção, diminuição da infestação da lavoura com doenças, pragas, plantas daninhas e aumentando a produtividade de grãos (BALBINO et al., 2011).

O Sistema de Plantio Direto (SPD) também denominado plantio sobre palha é um sistema de manejo do solo conservacionista, onde a cobertura do solo é de fundamental importância para o sucesso do sistema, proporcionando benefícios sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, sendo o plantio direto uma importante tecnologia para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agropecuários (SALTON, et al, 2011; FERREIRA, et al.,2010a).

As taxas de decomposição da palha de cobertura do solo dependem, principalmente, da pluviosidade, temperatura, natureza do material vegetal, volume de massa seca, do tipo de solo e manejo da cobertura (VIOLA et al., 2013). A velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina a persistência da palha na superfície do solo, assim, quanto menor a relação C/N, mais rápida será a decomposição da palha, maior velocidade de liberação e disponibilidade dos nutrientes, diminuindo a persistência e proteção do solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Por outro lado, quanto maior forem os conteúdos de lignina, celulose e relação C/N da palha, tanto mais lenta será a sua decomposição, podendo ocorrer a imobilização temporária de nutrientes (FLOSS et al., 2007).

Considerando a importância do plantio direto, rotação de cultura e os benefícios a cobertura do solo sobre a produtividade de grãos, a realização do presente trabalho teve como objetivos: avaliar a produtividade de massa seca e percentagem de decomposição das forrageiras *Brachiaria brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *Brachiaria ruziziensis* e *Panicum maximum* cv. Mombaça, consorciadas com milho e em monocultivo, na safrinha, sem e com supressão com subdoses do herbicida nicosulfuron e identificar quais as espécies/cultivares de forrageiras, que proporcionem uma maior produtividade da soja em cultivo subsequente.

8 REVISÃO DE LITERATURA

8.1 Características das gramíneas forrageiras como plantas de cobertura

As principais famílias de plantas para a produção de palhada para a cobertura do solo são as Poaceae e as Fabaceae, com crescimento vegetativo vigoroso em especial do sistema radicular, que traz benefícios como a formação de canais no solo que promovem a infiltração e armazenamento de água e aumento da estabilidade dos agregados e diminuindo ou evitando a compactação e facilitando o crescimento de raízes da cultura subsequente (WANG et al., 1986; SALTON et al., 2008; SALTON et al., 2012).

As gramíneas tropicais perenes dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* apresentam alta densidade de raízes, com renovações periódicas, que promove a aproximação das partículas de solo pela constante absorção da água e nutrientes do solo, liberando secreções que estimula a atividade microbiana e aumentando a formação de agregados com maior estabilidade (GARCIA; ROSOLEM, 2010; LOURENTE et al., 2016).

Dentre as diversas vantagens da palha da *Brachiaria* no sistema plantio direto (SPD), destaca-se a eficiência na cobertura da superfície do solo, ciclagem de nutrientes e redução de ervas daninhas Ceccon et al. (2013), resultando em maior conservação de água e menor variação na temperatura do solo; maior longevidade na cobertura em razão da baixa velocidade de decomposição de seus resíduos (POTRICH et al., 2014; ENSINAS et al., 2016).

A cobertura do solo com palha da espécie do gênero das *Brachiaria*, pode diminuir os efeitos de doenças como o mofo branco, podridão de *Fusarium* e podridão de *Rhizoctonia*, por ação isolante ou alelopática causada pela microflora do solo sobre os patógenos (CHIODEROLI et al., 2010).

Ferreira et al. (2010b) estudando a produção e eficiência da dessecação em espécies vegetais utilizadas para cobertura do solo e persistência da biomassa seca, verificaram diferenças significativas entre as espécies avaliadas, onde o *Panicum maximum* cv. Tanzânia apresentou a maior produção de palha. Por outro lado, Krutzmann et al. (2013) em estudo com gramíneas tropicais, não verificaram diferenças estatísticas na produtividade de palha.

Dentre as gramíneas forrageiras que vêm apresentando melhor desempenho em sistemas de integração lavoura pecuária, em plantio direto, são as do gênero *Brachiaria* (PARIZ et al., 2011; COSTA et al., 2015). Estas apresentam alta produção de matéria seca em média de 10.000 kg ha⁻¹, podendo ser maior em determinadas épocas do ano atingindo produtividade acima de 15.000 kg ha⁻¹ (PACHECO et al., 2011). Apresenta ainda grande potencial de manutenção da palha sobre o solo, devido à sua alta relação C/N e lignina/N total, o que retarda sua decomposição e aumenta a possibilidade de utilização em regiões mais quentes, como o Cerrado (TEIXEIRA et al., 2011).

Trabalho realizado por Costa et al. (2016) avaliando a taxa de decomposição de diversas palha, observaram que ao longo do tempo, após a dessecação, ocorreu aumento da relação C/N, teor de celulose e lignina, com redução na relação C/Si e taxa de decomposição da palhada, de acordo com os autores, as plantas que apresentem maior produtividade de biomassa e menor relação C/Si, proporcionam melhor cobertura do solo e persistência da palha, sendo as mais indicadas para o plantio direto.

Dentre as espécies do gênero *Brachiaria*, a *B. ruziziensis* destaque-se entre espécies forrageiras, mais utilizadas no início da adoção do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) por oferecer diversas vantagens, como o fácil manejo, produção de forragem de alta qualidade, boa cobertura vegetal, excelente reciclagem de nutrientes, baixa resistência ao herbicida glyphosate e favorecendo a semeadura (CECCON et al., 2014; FRANCHINI et al., 2014).

Entretanto Nunes et al. (2006) consideram 6.000 kg ha⁻¹ de massa seca de palha, como sendo a quantidade mínimo ideal para cobertura do solo para no sistema de plantio direto, ressaltam ainda os autores que as plantas de cobertura, além de produzirem matéria seca em quantidade suficiente para a semeadura direta, têm que permanecer no solo durante o ciclo das culturas.

Trabalho realizado por Salton et al. (2012), em cultivo simultâneo de milho com forrageiras na safrinha, observaram produtividade de massa seca variando de 7.461 a 16.000 kg ha⁻¹ para o consórcio de milho com *B. ruziziensis* e *B. brizantha* cv. Piatã respectivamente, por ocasião da dessecação para a semeadura direta da soja.

As plantas de cobertura principalmente as do gênero *Brachiaria* no SPD, favorecem a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Estas espécies podem restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos subsequentes, tendo em vista que

estas plantas absorvem nutrientes das camadas sub-superficiais do solo e liberam, através da decomposição dos seus resíduos na camada superficial (BERNARDES et al., 2010).

8.2 Decomposição de palhada e ciclagem de nutrientes

O processo de mineralização de resíduos culturais é realizado através dos microrganismos do solo, onde os principais fatores que afetam a taxa de decomposição dos compostos orgânicos são as condições edafoclimáticas (temperatura, umidade, pH, teores de O₂ e de nutrientes no solo) e a quantidade e qualidade do substrato (fração solúvel, nutrientes, lignina, polifenóis e as relações C/N, lignina/N e lignina + polifenóis/N) (PAUL; CLARK, 1996).

A maior parte dos nutrientes contidos nos resíduos é liberada na mesma proporção do decréscimo da massa seca da palhada no solo, com exceção do potássio devido este nutriente não participar de componentes funcionais e estruturais das plantas, sendo assim rapidamente liberado para o solo (TORRES et al., 2008).

A taxa de decomposição da palha de cobertura do solo depende principalmente da pluviosidade, temperatura, natureza do material vegetal, volume de massa seca, do tipo de solo e manejo da cobertura (VIOLA et al., 2013), sendo mais rápida na fase inicial, devido a maior quantidade de componentes de baixo peso molecular tais como açúcares, aminoácidos e proteínas, e reduzindo a velocidade de decomposição a medida que vai aumentando os componentes recalcitrantes, tais como lignina, taninos e celulose, sendo matérias com maior relação C/N que determinam maior persistência da palha na superfície do solo (SAINJU et al., 2007; LUPWAYI et al., 2007).

A mineralização está relacionada a atividade microbiana sobre a decomposição das palhas, ocorrendo de forma distinta sob cada componente da planta onde a fração foliar, apresenta taxas de degradação mais aceleradas, principalmente pelas menores concentrações de componentes estruturais, como a lignina e celulose e sílica (TEIXEIRA et al., 2011)

É amplamente aceito que palhadas com relação C/N menor que 30 são decompostas mais rapidamente, ocorrendo o processo de mineralização da palhada, aumentando a disponibilidade de nutrientes, principalmente, de N (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006)

As palhadas mais frágeis e menos persistentes podem apresentar uma elevada taxa de decomposição em períodos de 150 dias. Kliemann et al. (2006), estudando taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférico, verificaram as perdas relativas de massa seca aos 150 dias referentes as palhadas de cobertura de sorgo (80%), estilosantes (72%), guandu (65%), capim-mombaça (64%), milho (58%), capim-marandu em cultivo exclusivo (56%) e em cultivo consorciado (48%).

De acordo com Calonego et al. (2012), o processo de decomposição dos resíduos e a liberação do nitrogênio ocorre em duas fases, sendo a primeira com a decomposição rápida dos componentes estruturais da planta, que facilmente se decompõem, e possuem baixa relação C/N; e a segunda fase é a decomposição lenta de materiais mais resistentes, que possuem maior relação C/N.

O consórcio de milho com forrageiras de gênero *Brachiaria*, proporcionou melhor cobertura de solo, visto que sua produção de palhada em matéria seca foi de 12.450 kg ha⁻¹, contra 6.900 kg ha⁻¹ do milho solteiro. Dessa forma, ao final do estudo, 72 dias após o manejo (DAM), ainda havia 7.100 kg ha⁻¹ da palhada milho mais capim, com taxa de decomposição da palhada de 43% no período (TEIXEIRA et al., 2009).

O uso de plantas de cobertura, principalmente as do gênero *Brachiaria* no sistema de plantio direto (SPD), podem reciclar quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos subsequentes, tendo em vista que estas plantas absorvem nutrientes das camadas sub-superficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial através da decomposição dos seus resíduos, (BERNARDES et al., 2010; PARIZ et al., 2011). Este processo, denominado ciclagem de nutrientes é de fundamental importância para a sustentabilidade do sistema de produção agropecuário (FERREIRA et al., 2010a).

Salton e Lamas (2011), avaliando a quantidade de macronutrientes liberados com a decomposição da palhada de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã na entressafra, durante o ciclo da cultura do algodoeiro, observaram a liberação de 48 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 10 kg ha⁻¹ de fósforo, 100 kg ha⁻¹ de potássio, 17 kg ha⁻¹ de cálcio e 9 kg ha⁻¹ de magnésio. De acordo com Magalhães (1997), de um modo geral, a *B. brizantha* com seis toneladas de biomassa seca da parte aérea pode reciclar, aproximadamente 62, 12 e 110 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente.

Trabalho realizado por Mendonça et al. (2015), avaliando várias espécies e cultivares de forrageiras, constataram que *B. brizantha* cv. Marandu proporcionou

maior liberação de N, P e K da palha para a superfície do solo. Com relação à ciclagem de nutrientes, cabe ressaltar que o aproveitamento dos nutrientes liberados pela decomposição da palhada, vai depender da taxa líquida de mineralização ser positiva (mineralização > imobilização) durante as fases de maior demanda, o que depende, dentre outros fatores, do teor de N no solo e da qualidade dos resíduos (relação C/N, lignina/N, polifenóis, etc.). Para que estas perdas possam ser compreendidas é importante conhecer os processos e fatores ambientais que as regulam.

8.3 Efeito da palhada nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo

A qualidade do solo pode ser avaliada mediante o uso de indicadores microbiológicos, na biomassa microbiana do solo, formada principalmente por fungos, bactérias e arqueas, e suas atividades. As altas densidades de raízes das gramíneas tropicais perenes promovem ainda a aproximação das partículas de solo pela constante absorção da água no perfil do solo, e a renovação periódica do sistema radicular com grande e uniforme distribuição de secreções liberadas que estimulam a atividade microbiana, contribuindo para a formação e estabilização dos agregados (SALTON, 2008).

Na avaliação do cultivo de pastagem por dois anos, seguido do cultivo de soja por um ano, observaram um aumento no tamanho médio de agregados, carbono (C) da biomassa microbiana e na produtividade de grãos de soja, quando comparados às áreas com preparo convencional e com plantio direto (SALTON et al., 2013).

Trabalho realizado por Salton et al. (2012), na avaliação da cobertura do solo, produzidas diversas forrageiras tropicais, não encontraram efeitos significativos para densidade e porosidade do solo, entretanto, apresentando maior tamanho médio dos agregados, em comparação ao cultivo do milho solteiro, já em relação os atributos químicos, verificou-se alterações com destaque para o pH em água e no teor de potássio.

Entretanto Vilela e Martha Júnior (2011), considerando sistemas de integração lavoura-pecuária, bem manejados, obtiveram incremento de 15% na matéria orgânica do solo (MOS) 90% na eficiência de uso do fósforo em relação aos níveis do cerrado nativo, quando comparados com a rotação soja-milho e ganhos de 10% na produtividade de soja, quando cultivada em sucessão a pastagens recuperadas e adubadas.

As rotações de culturas com espécies com alta eficiência em extrair fósforo, como as Brachiarias, resultam em aumento na recuperação de fósforo adicionado ao solo de até 69% a mais do que no sistema composto apenas de culturas anuais (SOUSA et al., 2007). Essa maior eficiência se deve à morfologia do sistema radicular, densidade dos pelos radiculares e associação com fungos micorrízicos que aumentam a absorção de nutrientes com pouca mobilidade na solução do solo, particularmente o fósforo, em virtude da exploração de um maior volume de solo, da solubilização de fosfatos orgânicos pelas fosfatases produzidas pelas hifas e da mobilização de fósforo inorgânico (YAO et al., 2001).

A utilização de gramíneas forrageira tropical perene, em sistemas de integração lavoura pecuária, na alimentação animal e ou cobertura do solo para o plantio direto, pode reduzir as infestações de pragas, doenças e invasoras. (DIAS-ARIEIRA et al., 2003).

Em sistemas de consórcio de milho com Brachiaria ou em ILP, algumas gramíneas apresentam resultados promissores para o controle de outros fitonemátodes como *M. incógnita* e *M. javanica*, e de populações mistas compostas por nemátodes de cistos e de galhas, conforme (DIAS-ARIEIRA et al., 2003; INOMOTO et al., 2007).

A utilização de sistemas em que a manutenção de palhada e resíduos vegetais são mantidos sob a superfície do solo ou incorporados, comprovam benefícios como conservação e melhoria dos solos com relação aos atributos físicos, químicos e biológicos (LOURENTE et al., 2016).

8.4 Efeitos da palha de forrageiras tropicais na produtividade de grãos de soja

A produtividade de forragem e palha para a cobertura do solo, por meio do cultivo de gramíneas tropicais perenes, consorciadas com a cultura do milho na safrinha, contribuem para a sustentabilidade dos sistemas produtivos além da produção de palha para a cobertura de solo e plantio direto também tem aumentando a produtividade das culturas subsequentes.

Kichel et al. (2014), não observaram diferenças significativas na produtividade de grãos de soja, cultivada sobre diversas palhas de forrageiras tropicais perenes, com produtividade média de 3.600 kg ha⁻¹ de grãos, porém a produtividade da soja cultivada em plantio direto, sobre palha do milho em monocultivo, na ausência de capins, foi de apenas 2.880 kg ha⁻¹ de grãos, apresentou uma redução de 720 kg ha⁻¹, em

relação média obtida sobre as palhas das forrageiras.

Vilela et al. (2008) apresentaram dados que evidenciam o benefício da pastagem, depois de um ciclo de 3 anos de pasto de *B. brizantha* cv. Marandu, quando a produtividade da soja foi 17% superior ao obtido no sistema de lavoura contínua, ressalte-se, ainda, que esse maior rendimento de grãos foi obtido em área que recebeu menores quantidades de fertilizantes, em média 45% a menos, durante os 17 anos de cultivo, ou seja, com consequente economia no uso de fertilizantes e redução nos custos de produção.

Os impactos positivos do sistema de ILP, na modalidade boi safrinha, Vilela et al. (2015), proporcionam aumento nos ganhos de produtividade de soja de 10% a 15%, quando em sucessão com da soja sobre pastagens recuperadas e adubadas. Já os resultados obtidos na pecuária de corte, com pastejo de curta duração, apenas na estação da seca, tem-se observado ganho de peso, em equivalente-carcaça, entre 6 a 12 @ ha⁻¹; além dos benefícios acima, as gramíneas tropicais perenes, proporcionam significativa ciclagem de nutrientes, principalmente de nitrogênio, fósforo e potássio, estimada em equivalente-fertilizante, em torno de 60 kg ha⁻¹ de ureia, 95 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 85 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio por ano.

Pesquisa desenvolvida por Ferreira et al. (2010b), testando várias espécies de plantas de cobertura, obteve as maiores produtividades do algodoeiro quando cultivado sobre a palhadas de *P. maximum* cv. Tanzânia, seguido do *P. maximum* cv. Mombaça e sendo superior significativamente em relação ao cultivo após o pousio, nabo forrageiro e *P. atratum* cv. Pojuca.

Os resultados obtidos por Echer et al. (2012), com algodoeiro teve o seu crescimento reduzido, quando cultivado em área anteriormente ocupada com *B. ruziziensis*, devido principalmente pela imobilização do nitrogênio causada pelas raízes da *Brachiaria*. Entretanto, Franchini et al. (2014) e Ceccon et al. (2013), obtiveram a maior produtividade de grãos de soja, quando cultivada sobre a palhada da *Brachiaria ruziziensis* com 35 cm de altura e 7.000 kg ha⁻¹ de matéria seca.

9 MATERIAL E MÉTODOS

9.1 Local do experimento e descrição do clima

O experimento foi implantado em área da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, MS, com coordenadas geográficas de latitude de 22° 14' 08 "S, longitude de 54° 59' 13" W e altitude de 455 m. O clima predominante, segundo Köppen e Geiger, é classificado como Am (tropical de monções), com estações de inverno e verão bem definidas, com precipitação média anual de 1.428 mm e temperatura média anual de 22,7 °C (ARAI et al., 2010).

9.2 Dados climáticos e características do solo

Dados climáticos ocorridos no período de avaliação do experimento foram obtidas na estação meteorológica da fazenda experimental de ciências agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, MS, durante a avaliação do experimento da cultura da soja, no período de outono a fevereiro, correspondendo as safras de 2014/2015 e 2015/2016 (Figura 1).

O plantio da soja, cultivar BMX Potência RR, foi realizado no final de outubro, com período de avaliação de outubro a fevereiro (Figura 1). A precipitação acumulada na safra 2014/2015, no período, foi de 686 mm; já para a safra 2015/2016, foi de 1.326 mm. Observa-se déficit hídrico no período de 20 de dezembro a 20 de janeiro, na safra 2014/2015, com precipitação de apenas 65 mm, contra 200 mm no mesmo período da safra 2015/2016.

O solo predominante na área experimental é o Latossolo Vermelho Distroférico (SANTOS et al., 2013), apresentando-se com textura argilosa, com a análise textural: 610 g kg⁻¹ de argila, 90 g kg⁻¹ de silte e 300 g kg⁻¹ de areia.

A análise química para determinação da fertilidade do solo foi realizada em janeiro de 2014, conforme Raij e Quaggio (1983), na camada de 0-20 cm de profundidade, onde os resultados encontram-se na (Tabela 1).

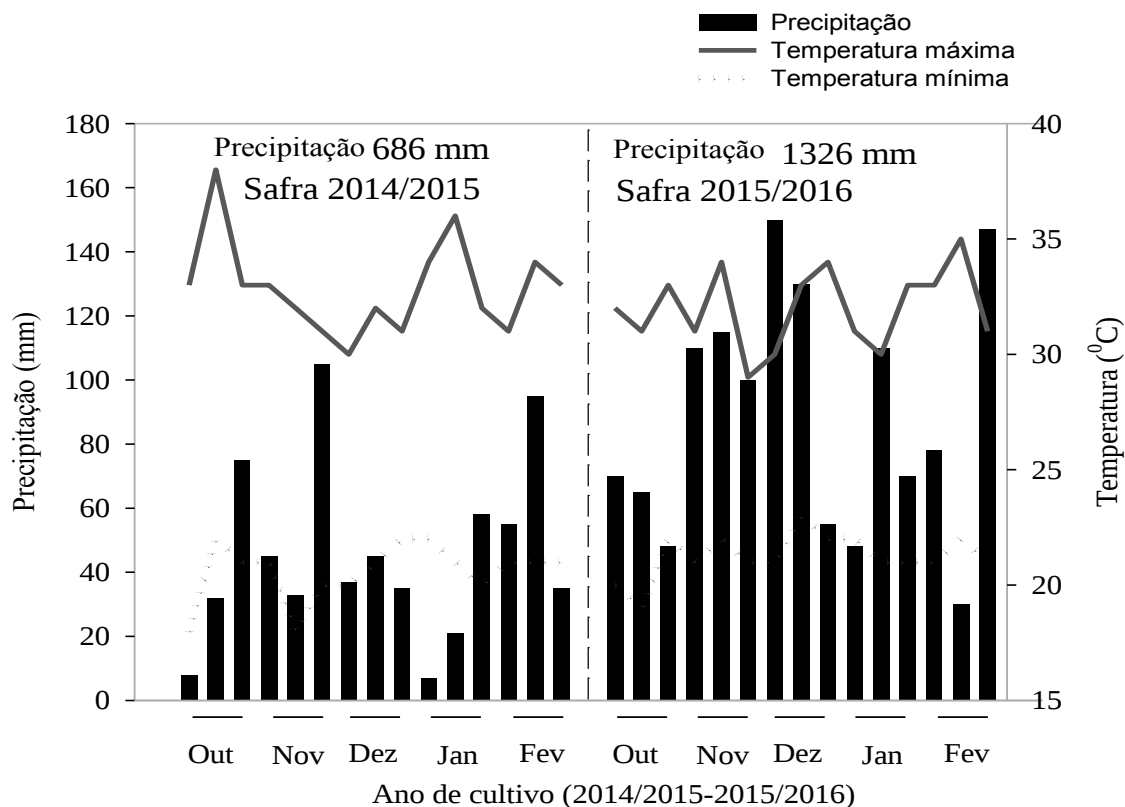


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e de temperaturas (C°) máxima e mínima por decêndio, no período de outono a fevereiro, safras de 2014/2015 e 2015/2016. Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados – MS, 2017.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental amostrado na camada de 0-20 cm em janeiro de 2014.

pH	Al	Ca	Mg	H	K	P	S	SB	T(pH7)	m	V	MO
CaCl	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³			%	g kg ⁻¹
5,34	0,0	4,56	2,04	5,09	0,28	21,7	8,5	6,88	11,97	00	57,5	22,8

Sb_soma de bases; T_capacidade de troca de cátions potencial; m_saturação por alumínio; V_saturação por bases; MO_matéria orgânica.

O experimento foi implantado sobre diversas palhas de milho em monocultivo e consorciado com gramíneas tropicais perenes, cultivados na safrinha, com o cultivo da soja no período de outono a fevereiro de cada ano, correspondendo às safras de 2014/2015 e 2015/2016, com o objetivo de avaliar a produtividade e a taxa de decomposição da palhada e o efeito sobre a produtividade de grãos de soja.

9.3 Delineamento experimental e tratamentos

Para avaliar as variáveis referentes à produtividade e decomposição das palhas e efeito na cultura soja, adotou-se o delineamento experimental em blocos

casualizados com 16 tratamentos, com quatro repetições. Onde os tratamentos corresponderam o cultivo da soja sobre as palhas de: milho em monocultivo e cinco gramíneas tropicais perenes sendo: *Brachiarias brizantha*: cvs. (Xaraés, Piatã e Marandu); *Brachiaria ruziziensis* e o *Panicum maximum* cv. Mombaça, submetidas a três sistemas de cultivo: forrageira em monocultivo; forrageiras consorciadas com milho com supressão de herbicida e forrageiras consorciadas com milho sem supressão de herbicida, cultivadas na safrinha, totalizando 16 tratamentos a seguir (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos casualizados nas parcelas experimentais e plantio da soja sobre as palhas dos tratamentos abaixo, safras 2014/2015 e 2015/2016.

Tratamento	Abreviação
Milho em monocultivo	M
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés consorciada com milho com supressão	MXCS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã consorciada com milho com supressão	MPCS
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça consorciada com milho com supressão	MMoCS
<i>Brachiaria ruziziensis</i> cv. Kenedy consorciada com milho com supressão	MRCS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu consorciada com milho com supressão	MMaCS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés consorciada com milho sem supressão	MXSS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã consorciada com milho sem supressão	MPSS
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça consorciada com milho sem supressão	MMoSS
<i>Brachiaria ruziziensis</i> cv. Kenedy consorciada com milho sem supressão	MRSS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu consorciada com milho sem supressão	MMaSS
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés em monocultivo	X
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã em monocultivo	P
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça em monocultivo	Mo
<i>Brachiaria ruziziensis</i> cv. Kenedy em monocultivo	R
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em monocultivo	Ma

9.4 Instalação e condução do experimento

A área de cada unidade experimental (parcela) possuía 15 m de largura por 20 m de comprimento, totalizando 300 m², com 16 parcelas por bloco, e uma área experimental de 19.200 m². Sendo o plantio e todos os tratos culturais realizados mecanicamente.

A dessecação da área foi realizada com aplicação de herbicida glifosato, de forma sequencial, sendo a dose de 4,0 L ha⁻¹ aos 35 dias antes do plantio da soja e 2,0 L ha⁻¹ um dia antes do plantio da soja. A segunda dosagem foi aplicada em decorrência de alguns tratamentos apresentarem alta quantidade de material lignificado, como também com maior resistência a dessecação, principalmente do capim-mombaça, nesta

circunstância decidiu-se padronizar a mesma dosagem de herbicida para todos os tratamentos.

A cultivar de soja utilizada BMX Potência RR semeada nos dias 28/10/2014 e 30/10/2015, em plantio direto, utilizando-se semeadora-adubadora, modelo pneumático Jumil com sete linhas, com disco, espaçadas entre si a 0,45 m; na densidade de semeadura de 13 sementes por metro, na profundidade de 2 a 5 cm. A adubação de semeadura foi de 300 kg ha⁻¹ da fórmula NPK (08-20-20) + 0,3% de B + 0,3% de Zn. As sementes foram inoculadas de acordo com a recomendação técnica. O controle de plantas daninhas e plantas espontâneas das forrageiras cultivadas na safrinha, foi realizado com o herbicida glifosato, na dose de 2,5 L ha⁻¹ aplicado entre o estágio V3 a V4. O controle de percevejos foi feito com o inseticida Tiametoxam + Lambda-Cialotrina na dose de 200 mL ha⁻¹.

A colheita da soja foi realizada nas datas de 05/03/2015 e 07/03/2016, coletando-se duas linhas centrais de cinco metros comprimento, com área útil de 4,5 m² em cada parcela.

9.5 Avaliações da palha de capim e milho

As variáveis referentes à palha de capim e milho foram obtidas por ocasião da dessecação e após a colheita da soja, nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

A produtividade de palha de milho (PPM) foi obtida através da soma da produtividade de massa seca de colmo, folha, pendão, palha da espiga e sabugo do milho cultivado na safrinha.

A produtividade de palha das forrageiras (PPF) foi obtida por ocasião da dessecação, no mês de setembro de cada ano, aos 180 dias após a emergência (DAE) dos capins, em uma área de 1,0 m². O material foi amostrado e pesado no campo, por meio de balança tipo dinamômetro, retirada uma subamostra de planta inteira de aproximadamente 500 gramas por parcela e encaminhado para estufa de ventilação forçada, com temperatura e 55 a 65°C até atingir peso constante. Após secagem, foi novamente pesada para determinação da produtividade de massa seca de palha das forrageiras (PPF) e palha de milho com forrageiras (PPMF).

Entretanto, para determinar a quantidade de palha de milho remanescente (PMR) e palha de forrageiras remanescente (PFR), foram realizadas amostragens após a colheita da soja, coletando-se todo o resíduo contido em 2,22 m na entrelinha da soja,

em área de $1,0 \text{ m}^2$, sendo separado manualmente a palha do milho da palha do capim. Ambas foram secas em estufa de circulação forçada com temperatura de 65°C , até peso constante, para determinação do teor de matéria seca (MS). Após, foi calculada a quantidade da palha de forrageiras remanescente (PFR) e palha de milho remanescente (PMR) e, por diferença, foi obtida a quantidade de palha de forrageiras decomposta (PFD) e palha de milho decomposta (PMD), como também, a taxa de decomposição das palhas das forrageiras (TDPF) e total de palha de milho mais forrageira decomposta (PMFD), no período de 150 dias, compreendendo da dessecação até a colheita da soja.

9.6 Avaliações na cultura da soja por ocasião da colheita

Estande de plantas de soja (NPL): foi determinado por meio da contagem de plantas de duas linhas centrais com cinco metros de comprimento correspondendo a uma área útil de $4,5 \text{ m}^2$ em cada parcela e os resultados foram extrapolados em número de plantas por hectare.

Altura de planta (APL): foi determinada no momento da colheita, medindo-se dez plantas ao acaso dentro de cada parcela, com régua graduada em cm, a distância do nível do solo até a última vagem. Altura da inserção de vagem (AIV): foi determinada no momento da colheita, medindo-se dez plantas ao acaso, dentro de cada parcela, com régua graduada em cm, tomando-se a distância do nível do solo até a inserção da primeira vagem.

Número de hastes por planta (NHPL) e Número de vagens por planta (NVPL): foram amostradas seis plantas por parcela em $0,5 \text{ m}$ de linha, no momento da colheita e encaminhado ao laboratório, onde foram realizadas as contagens do número de hastes e de vagens por planta, representando a média por planta.

Produtividade de grãos de soja (PG): foi determinada através da colheita de duas linhas centrais de cinco metros de comprimento, correspondendo a uma área útil de $4,5 \text{ m}^2$ em cada parcela. Após a trilhagem das plantas em trilhadora estacionária e limpeza dos grãos, os mesmos foram pesados em balança digital, corrigindo-se o grau de umidade para 13%; para corrigir a umidade dos grãos utilizou-se a equação:

“ $D = [(U_a - U_c) / (100 - U_c)] \cdot 100$ ”, onde U_a = umidade atual do produto e U_c = umidade de comercialização” (SILVA, 2008), sendo valores expressos em kg ha^{-1} .

Massa de mil grãos (M1000): após determinada a produtividade, foi efetuada a contagem de dez subamostras de 100 grãos por parcela. As amostras foram

pesadas em balança de precisão com três casas decimais, corrigindo-se o grau de umidade para 13%. A massa de 1000 grãos foi determinada de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Peso de grão por planta (PGPL): foi obtido pela divisão da produtividade de grãos por hectare pelo número de plantas por hectare. Número de grão por planta (NGPL): foi obtido através da equação: $(\text{peso de grão por planta} / \text{massa de 1000 grãos}) \times 1000$. Número de grãos por vagem (NGV): obtido dividindo-se o número de grãos por planta pelo número médio de vagens por planta.

9.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância sendo que as médias das variáveis qualitativas (produtividade e decomposição de palhada e componentes da cultura da soja) foram comparadas por meio do teste de Tukey e, para a variável quantitativa (intervalos de corte), as médias foram submetidas à análise de regressão. Adotou-se o nível de probabilidade de 5% e foi utilizado o programa estatístico SISVAR versão. A matriz de correlação de Person para as variáveis dependentes foi definida conforme o grau de relação entre elas; a força da correlação foi definida conforme Hinkle et al. (2003).

10 RESULTADOS E DISCUSSÃO

10.1 Produtividade e decomposição de palha de milho e gramíneas tropicais perenes

Houve efeito da interação ano de cultivo vs. tipo de cultivo para a maioria das variáveis analisadas com exceção para a produtividade de palha de forrageira (PPF), produtividade de palha de milho mais forrageira (PPMF) e palha de milho decomposta (PMD) (Tabela 3). Assim, foi realizado o desdobramento da interação para estudo das variáveis independentes. Já o tipo de cultivo influenciou todas as variáveis em estudo. Apenas a variável PPMF não foi influenciada pelo ano de cultivo.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para variáveis relacionadas à palha de gramíneas tropicais perenes, safras 2014/2015 e 2015/2016.

Variável	Bloco	Ano	Tipo de cultivo	Ano x Tipo de cultivo
-----Valor-f-----				
PPM	0,638ns	31,764**	126,466**	2,130*
PPF	3,082*	9,743**	32,461**	1,354ns
PPMF	2,964*	2,90ns	6,383**	1,090ns
TDPF	296,636**	6414,635*	12397,764**	34,343**
PMD	0,734ns	4,907*	120,384**	1,246ns
PMR	0,672ns	765,101**	156,851**	24,969**
PFD	4,832**	66,810**	197,524**	2,891**
PFR	6,498**	8,412**	132,887**	10,872**
PMFR	6,918**	83,677**	76,667**	5,462**
PMFD	3,562*	30,608**	34,862**	1,980*

* significativo a $P < 0,05$; **significativo a $P < 0,01$ de probabilidade pelo teste F; ^{ns} = não significativo; GL = grau de liberdade. Palha de milho inicial (PPM); Produtividade de Palha de Forrageira (PPF); Produtividade de Palha de Milho com Forrageira (PPMF); Taxa Decomposição da Palha Forrageira (TDPF); Palha Forrageira Remanescente (PFR); Palha de Milho Remanescente (PMR); Palha de Milho com Forrageira Remanescente (PMFR); Palha de Milho Decomposta (PMD); Palha de Forrageira Decomposta (PFD); e Palha de Milho com Forrageira Decomposta (DPMF).

10.1.1 Produtividade de palha de milho com forrageira (PPMF)

Ao avaliar os resultados referentes aos sistemas de cultivo, pode se observar os resultados do ano de 2014, onde as maiores produtividades de massa seca total foram obtidas nos capins cultivados em monocultivo, sendo os capins-piatã e marandu com produtividade de massa seca de 19.974 kg ha⁻¹ e 19.210 kg.ha⁻¹ respectivamente, foram

superiores ao capim-ruziziensis com apenas 15.380 kg ha⁻¹ e não deferiram significativamente dos capins-mombaça e xaraés. Entretanto para o ano de 2015, não houve diferenças significativas (p<0,05) entre as forrageiras avaliadas, com destaque para o capim-mombaça (Tabela 4). A maior produtividade de massa seca obtida nas forrageiras cultivadas em monocultivo na safrinha, deve-se principalmente pelas condições favoráveis de fertilidade, umidade, luz e temperatura, ocorridas no período de avaliação do experimento.

Tabela 4. Produtividade de palha de milho mais forrageira (PPMF), palha de milho mais forrageira remanescente (PMFR) e palha de milho mais forrageira decomposta (PMFD), em kg ha⁻¹ de MS. Milho (M), *B. brizantha* cv. Piatã (P), Marandu (Ma), Xaraés (X), *B. ruziziensis* (R) e *Panicum maximum* cv. Mombaça (Mo) cultivado em monocultivo e milho consorciado com as forrageiras com supressão de herbicida (CS) e sem supressão (SS), safras 2014/2015 e 2015/2016.

Variável	PPMF (kg ha ⁻¹ de MS)		PMFR (kg ha ⁻¹ de MS)		PMFD (kg ha ⁻¹ de MS)	
Ano/trat.	--2014--	--2015--	-2015-	--2016--	2014/2015	2015/2016
M	7.127 Ag	6.451 Af	1.354 Ah	645 Bg	5.773 Ae	5.806 Af
MXCS	10.282 Ae	10.130 Ae	2.855 Afg	2.509 Adef	7.427 Ade	7.620 Aef
MPCS	10.636 Ae	10.704 Ae	3.001 Afg	2.324 Bef	7.634 Ade	8.380 Adef
MMoCS	11.377 Ad	11.806 Ae	2.678 Afg	1.963 Bf	8.699 Acd	9.842 Acde
MRCS	9.486 Af	10.718 Ae	2.224 Afg	1.731 Af	7.262 Ade	8.987 Ade
MMaCS	10.773 Ae	10.355 Ae	2.882 Afg	2.278 Bef	7.891 Acde	8.076 Aef
MXSS	10.826 Ae	12.510 Ade	3.330 Af	3.733 Abc	7.495 Ade	8.776 Ade
MPSS	11.453 Ad	13.373 Ade	3.373 Af	3.185 Abcde	8.080 Bcde	10.187 Acde
MMoSS	11.935 Ad	13.848 Ade	3.026 Afg	2.752 Acdef	8.909 Bcd	11.096 Abcd
MRSS	10.795 Be	13.095 Ade	3.579 Aef	3.703 Abc	7.216 Ade	9.392 Acde
MMaSS	11.160 Ad	11.627 Ae	3.294 Af	3.039 Abcde	7.891 Ade	8.588 Adef
X	17.245 Ab	16.075 Aabc	6.544 Aa	4.994 Ba	10.701 Abc	11.080 Abcd
P	19.976 Aa	17.262 Bab	6.221 Aab	4.069 Bab	13.755 Aa	13.195 Aab
Mo	16.628 Bb	19.262 Aa	4.583 Acd	3.742 Bbc	12.045 Bab	15.520 Aa
R	15.384 Ac	17.012 Aabc	5.716 Aab	5.099 Ba	9.668 Bbcd	11.912 Abc
Ma	19.210 Aa	16.900 Babc	5.457 Abc	3.459 Bbcd	13.753 Aa	13.440 Aab
Média	12.768 B	13.195 A	3.757 A	3.076 B	9.012 B	10.119 A
CV (%)	11,54		12,32		11,84	
DMS	980		1.048		2.822	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS=diferença mínima significativa, CV=coeficiente de variação.

A produtividade média de palha de milho mais forrageira (PPMF) em 2014 foi de 12.768 kg ha⁻¹ de massa seca, inferior a 2015 que obteve 13.196 kg ha⁻¹, sendo a menor produtividade de palhada foi obtida no tratamento milho em monocultivo, com média entre os anos de apenas 6.750 kg ha⁻¹ de massa seca (Tabela 4). Resultado

semelhante foi obtido por Teixeira et al. (2009), avaliando o consórcio de milho com forrageiras de gênero *Brachiaria*, obteve a produtividade de palha de 12.450 kg ha⁻¹ de massa seca, contra 6.900 kg ha⁻¹ do milho solteiro.

A supressão das forrageiras consorciadas com milho realizada em 2014, reduziu significativa ($p < 0,01$) a produtividade de palha de milho mais forrageira (PPMF) nos tratamentos MPCS, MRCS e MMaCS. Já para o ano 2015, não houve diferenças significativas na (PPMF) sem e com a supressão das forrageiras com subdosagem de herbicidas (Tabela 4).

10.1.2 Palha de milho com forrageira remanescente (PMFR)

Em relação a quantidade de palha remanescente após a colheita da soja, pode-se verificar que a quantidade média de palha, em 2014 foi de 3.757 kg ha⁻¹, superior a palha de 2015, com 3.076 kg ha⁻¹, indicando maior decomposição da palha neste ano (Tabela 4), principalmente em função das condições climáticas, com maior precipitação pluviométrica (Figura 1).

A menor quantidade de palha remanescente foi obtida no milho em monocultivo com média de 1.000 kg ha⁻¹ de massa seca e taxa de decomposição média dos dois anos de 85 %. A maior quantidade de palha remanescente ($p < 0,01$) foi obtida com os capins em monocultivo, sendo os capins-xaraés, ruziziensis e piatã foram superiores e não deferiram entre si, já o capim-marandu e capim-mombaça apresentaram a menor quantidade de palha remanescente, nos dois anos de avaliação.

A palha remanescente referente ao milho consorciado com as forrageiras, com e sem supressão com herbicida, não ocorreram diferenças significativas no ano de 2014, porém em 2015 a maior quantidade de (PMFR) foi obtida nos tratamentos MXSS e MRSS com média de 3.700 kg, ou seja, com a maior persistência da palhada e menor taxa de decomposição das mesmas.

10.1.3 Palha de milho com forrageira decomposta (PMFD)

Pode-se verificar que a quantidade média de palha decomposta em 2014 foi de 9.012 kg ha⁻¹, inferior a 2015 com 10.119 kg ha⁻¹, indicando a maior decomposição da palhada no ano 2015, principalmente em função das condições climáticas, com maior precipitação pluviométrica. As maiores quantidades de palha decomposta foram

obtidas, de modo geral, nas forrageiras cultivadas em monocultivo, com destaque para os capins Marandu e Piatã, em 2014/2015, e Mombaça em 2015/2016.

A menor quantidade de palha decomposta foi obtida na cultura do milho em monocultivo, nos dois anos de avaliação, porém safra 2014/2015, não diferiu o consórcio milho com capim-ruziziensis, xaraés, piatã e marandu, com e sem supressão com herbicida, com destaque para o capim-mombaça que apresentou a maior quantidade de matéria seca de palha decomposta. Entretanto, na safra 2015/2016 não houve diferença na quantidade de palha decomposta dos tratamentos: milho em monocultivo e milho consorciado com xaraés, piatã e marandu, com supressão, e marandu sem supressão (Tabela 4).

Entre os consórcios de milho com forrageiras, com e sem supressão, o capim-mombaça apresentou maior quantidade de palha decomposta aos 150 dias após dessecação. A produtividade de MS de palhada de milho com capim, com e sem supressão, foi em média de 11.320 kg ha⁻¹ de MS, contra 6.750 kg ha⁻¹ de MS do milho em monocultivo, com total de palhada decomposta de 8.500 kg ha⁻¹ de MS contra 5.790 kg ha⁻¹ de MS, respectivamente (Tabela 4). Entretanto Teixeira et al. (2009), obtiveram resultado semelhante no consorcio de milho com *Brachiaria*, com produtividade de matéria seca de 12.450 kg ha⁻¹, porem com menor quantidade de massa seca decomposta de 5.350 kg ha⁻¹ de MS.

Segundo Paul e Clark (1996), os principais fatores que afetam a taxa de decomposição dos compostos orgânicos são as condições edafoclimáticas (temperatura, umidade, pH, teores de O₂ e de nutrientes no solo) e a quantidade e qualidade do substrato (fração solúvel, nutrientes, lignina, polifenóis e as relações C/N, lignina/N e lignina + polifenóis/N).

10.1.4 Produtividade de palha de forrageira (PPF)

As produtividades de palhada das forrageiras cultivadas na safrinha, em monocultivo e consórcio com a cultura do milho, com e sem supressão com subdosagem de herbicida nicosulfuron, por dois anos, obtidas aos 180 DAE, por ocasião da dessecação para o cultivo da soja, estão apresentadas na (Tabela 5). Pode-se observar o efeito de ano sobre a produtividade média de palhada das forrageiras, sendo maior em 2015, principalmente para o consórcio de milho com capim sem supressão e capim-mombaça em monocultivo, os demais tratamentos não deferiram entre si.

Tabela 5. Produtividade de palha de forrageira (PPF) e palha de forrageira remanescente (PFR), em kg ha⁻¹ de massa seca de *B. brizantha* cv. Piatã (P), Marandu (Ma), Xaraés (X), *B. ruziziensis* (R) e *Panicum maximum* cv. Mombaça (Mo) em monocultivo, consorciado com milho com supressão de herbicida (CS) e sem supressão (SS), safras 2014/2015 e 2015/2016.

Variável	PPF (kg ha ⁻¹ de MS)		PFR (kg ha ⁻¹ de MS)	
Ano/tratamento	---2014--	---2015---	---2015---	---2016---
MXCS	3.237 A d	4.837 A c	1.517 A def	1.981 A def
MPCS	4.621 A d	5.344 A c	1.859 A def	1.788 A efg
MMoCS	4.459 A d	6.181 A bc	1.364 A ef	1.401 A fg
MRCS	3.663 A d	5.252 A c	1.118 A f	1.185 A g
MMaCS	3.777 A d	5.033 A c	1.553 A def	1.746 A efg
MXSS	4.102 B d	7.236 A bc	2.053 B def	3.206 A bc
MPSS	5.537 B d	7.726 A bc	2.249 A de	2.621 A bcd
MMoSS	5.591 B d	9.175 A b	1.821 A def	2.285 A cde
MRSS	5.412 B d	7.655 A bc	2.556 B d	3.159 A bcd
MMaSS	4.829 B d	6.969 A bc	2.091 A def	2.573 A cde
X	17.245 A abc	16.075 A a	6.544 A a	4.994 B a
P	19.976 A a	17.263 B a	6.221 A ab	4.067 B ab
Mo	16.628 B bc	19.263 A a	4.583 A c	3.742 A b
R	15.384 A c	17.016 A a	5.717 A ab	5.100 B a
Ma	19.210 A ab	16.900 Ba	5.457 A bc	3.459 B b
Media	8.912 B	10.128 A	3.113 A	2.887 B
CV %	14,22		10,22	
DMS	3.343		935	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste-t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de médias Tukey a 5% de probabilidade. DMS=diferença mínima significativa, CV.=coeficiente de variação.

Entretanto, os resultados referentes ao cultivo de milho consorciado com as forrageiras (com e sem supressão dos capins) não apresentou diferença significativa ($p < 0,01$) entre as forrageiras testadas, exceto para o consórcio milho com capim-mombaça sem supressão no segundo ano. Quando comparadas as produtividades de palhada das forrageiras cultivadas em monocultivo, a maior produtividade foi obtida com capim-piatã e a menor produtividade com capim-ruziziensis ($p < 0,01$) seguido pelo capim-xaraés que não deferiu dos demais capins em 2014. Entretanto para o ano de 2015 não houve diferenças entre as palhadas das forrageiras em monocultivo (Tabela 5).

10.1.5 Palha de forrageira remanescente (PFR)

Em relação à palhada remanescente, após a colheita da soja, houve diferença significativa para os tratamentos e interação entre ano e tipo de cultivo ($p < 0,05$). Sendo a maior quantidade de palha remanescente encontrada nos tratamentos com as forrageiras cultivadas em monocultivo, com destaque para os capins-xaraés, piatã e ruziziensis, apresentando maiores quantidades de palhada remanescente do que os capins mombaça e marandu que não deferiram entre si nos dois anos, onde menor quantidade de palhada remanescente foi encontrada nos tratamentos das forrageiras cultivadas em consórcio com a cultura do milho com supressão, onde o capim-ruziziensis foi inferior aos tratamentos com forrageiras em monocultivo (Tabela 5).

10.1.6 Taxa de decomposição da palha das forrageiras (TDPF)

Quanto à taxa de decomposição da palhada das forrageiras foi obtida de forma indireta através da (quantidade de palha decomposta ÷ quantidade de palha inicial x 100) (Tabela 6). Os resultados apresentaram diferença significativa entre os anos de cultivo, sendo que na safra 2014/2015 variou de 50,13% a 72,45%, com média de 62,35%, e na safra 2015/2016, de 55,70 % a 80,50%, com média de 69,28 %, um aumento médio de 7% em relação ao primeiro ano devido principalmente o maior volume de chuva ocorrido no segundo ano (Figura 1).

Quanto à comparação entre forrageiras, ocorrida no período de 150 dias, compreendido entre a dessecação até a colheita da soja, houve diferença entre os tratamentos, exceto para a *B. brizantha* cv. Piatã (com e sem supressão) e *P. maximum* cv. Mombaça e *B. ruziziensis* (com supressão) que não deferiram entre si (Tabela 6). Os tratamentos que apresentaram as menores taxas de decomposição da palhada pela ordem foram os consórcios milho com xaraés sem supressão, milho com ruziziensis sem supressão, milho com xaraés com supressão; milho com marandu sem supressão, com média entre os dois anos de 56%. Os tratamentos que apresentaram as maiores percentagens de decomposição da palha, pela ordem foram os capins-mombaça e marandu em monocultivo; milho+mombaça e milho+ruziziensis com supressão e piatã em monocultivo, com média de 74% (Tabela 6).

Tabela 6. Taxa de decomposição da palha das forrageiras (TDPF) e palha de forrageira decomposta (PFD) de *B. brizantha* cvs. Piatã-P, Marandu-Ma, Xaraés-X, *B. ruziziensis*-R e *Panicum maximum* cv. Mombaça-Mo, em monocultivo; consorciado com milho com supressão (CS) e consorciada com milho sem supressão (SS), nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

Variáveis	TDPF em %		PFD em kg ha ⁻¹ de MS	
Ano/tratamento	2014/2015	2015/2016	2014/2015	2015/2016
MXCS	53,19 B l	59,10 A k	1.721 A e	2.856 A d
MPCS	59,85 B h	66,50 A h	2.763 A e	3.555 A d
MMoCS	69,62 B c	77,35 A c	3.095 B e	4.780 A cd
MRCS	69,53 B c	77,25 A c	2.546 B e	4.067 A d
MMaCS	58,75 B j	65,28 A i	2.224 A e	3.286 A d
MXSS	50,13 B m	55,70 A l	2.045 B e	4.030 A d
MPSS	59,40 B ij	66,00 A h	3.288 B e	5.105 A cd
MMoSS	67,59 B e	75,10 A e	3.771 B d	6.890 A c
MRSS	52,76 B l	58,63 A k	2.856 B e	4.496 A d
MMaSS	56,70 B k	63,00 A j	2.738 B e	4.396 A d
X	62,10 B g	69,00 A g	10.701 A bc	11.081 A b
P	68,81 B d	76,45 A d	13.755 A a	13.196 A ab
Mo	72,45 B a	80,50 A a	12.045 B ab	15.521 A a
R	62,84 B f	69,83 A f	9.668 B cd	11.913 A b
Ma	71,57 B b	79,53 A b	13.753 A a	13.441 A ab
Media	62,35 B	69,28 A	5.798 B	7.241 A
CV (%)	10,23		14,77	
DMS	0,498		2.377	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS=diferença mínima significativa, CV=coeficiente de variação.

Ficando em uma faixa intermediária os consórcios milho com Mombaça sem supressão; capim-ruziziensis e capim-xaraés em monocultivo; milho+Piatã com supressão e milho + Piatã sem supressão com (Tabela 6). Resultados inferiores foram encontrados por Kliemann et al. (2006), estudando taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura verificaram as seguintes perdas relativas de massa seca das palhadas aos 150 dias: capim-mombaça (64%), milheto (58%), capim-marandu em cultivo solteiro (56%) e em cultivo consorciado (48%).

De acordo com Calonego et al. (2012), o processo de decomposição dos resíduos e a liberação do nitrogênio ocorre em duas fases, sendo a primeira com a decomposição rápida dos componentes estruturais da planta, que facilmente se decompõem, e possuem baixa relação C/N; e a segunda fase é a decomposição lenta de materiais mais resistentes, que possuem relação C/N maior. A velocidade da decomposição da palhada pode ser reduzida em razão do acúmulo de componentes recalcitrantes, tais como lignina, taninos e celulose (GIACOMINI et al., 2003; LUPWAYI et al., 2007).

Com relação às taxas de decomposição da palhada dos capins em monocultivo, pela ordem da maior para a menor foram os capins-mombaça, marandu, piatã, ruziziensis e xaraés. Para as forrageiras consorciadas com a cultura do milho com supressão, a ordem de decomposição foi: capim-mombaça, ruziziensis, piatã, marandu e xaraés (Tabela 6).

Para as forrageiras consorciadas com o milho sem supressão foram pela ordem os capins: mombaça, piatã, marandu, ruziziensis e xaraés. Entre as forrageiras testadas, o *Panicum maximum* cv. Mombaça foi a que apresentou as maiores taxas de decomposição de palhada em todos os tratamentos estudados. As forrageiras que apresentaram as menores taxas de decomposição da palhada foram *B. brizantha* cv. Xaraés em todos os sistemas de cultivo seguidos pela *B. ruziziensis* em monocultivo e consorciada com milho sem supressão.

As taxas de decomposição das plantas de cobertura dependem da natureza do material vegetal, do volume de massa, do tipo de solo, do manejo da cobertura e das condições climáticas, representadas principalmente pela pluviosidade e temperatura (VIOLA et al., 2013). Para a palhada, com relação carbono/nitrogênio (C/N) menor que 30, a decomposição é mais rápida, favorecendo a mineralização e aumentando a disponibilidade de nutrientes.

Salton et al. (2012), ao avaliarem a taxa de decomposição da palhada de diversas gramíneas tropicais forrageiras, observaram pouca variação, ficando entre 0,007 a 0,009 kg dia⁻¹, o que resultou em meia-vida entre 77 dias para a palhada do milho com Xaraés e 99 dias para o milho + Marandu, as gramíneas geralmente apresentam relação C/N da ordem de 40:1 o que as permite uma cobertura do solo por mais tempo após o manejo, com taxa de decomposição mais lenta.

10.1.7 Palha de forrageira decomposta (PFD)

A quantidade de palhada decomposta, em kg ha^{-1} , no período de 150 DAE da dessecação a colheita da soja (Tabela 6) diferiu entre os anos de cultivo, com aumento de 25% para no segundo ano, sendo os tratamentos que apresentaram maior quantidade de palhada decomposta foram as forrageiras cultivadas em monocultivo, com a mesma tendência nos dois anos de cultivo. No primeiro ano, as forrageiras que apresentaram maior quantidade de palha decomposta foram os capins-piatã e marandu, superiores aos capins ruziziensis e xaraés, e não deferiram do capim-mombaça. Para o segundo ano, o capim-mombaça foi superior aos capins-xaraés e ruziziensis não deferindo dos capins-piatã e marandu sendo que a quantidade média de palhada decomposta das forrageiras em monocultivo, durante o cultivo da soja, foi de $13.500 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS para os capins-mombaça, marandu e piatã, e $10.500 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS para os capins-xaraés e ruziziensis (Tabela 6).

As menores quantidades de palhada decompostas foram encontradas nos tratamentos onde as forrageiras cultivadas em consórcio com a cultura do milho, com e sem supressão, não ocorrendo diferença na grande maioria dos tratamentos, exceto para o consórcio milho com mombaça sem supressão no primeiro ano. Já para o segundo ano, o consórcio milho com mombaça sem supressão não diferiu dos consórcios milho com piatã sem supressão e milho com mombaça com supressão e sendo superiores aos demais tratamentos.

Estudos realizados por Torres et al. (2008) referentes a taxa de decomposição e quantidades de macronutrientes (N, P, Ca, Mg e S) contidos na palha de *B. brizantha* cv. Marandu, nas condições de Cerrado brasileiro, constataram que a maior taxa de decomposição e liberação dos nutrientes ocorreu aos 42 dias após a dessecação e as quantidades de nutrientes contidos em 6.000 kg ha^{-1} de massa seca de palha, foi: $130,80 \text{ kg de N}$; $13,30 \text{ kg de P}$; $18,66 \text{ kg de Ca}$; $20,06 \text{ kg de Mg}$ e 9 kg de S .

Salton e Lamas (2011), avaliando a quantidade de macronutrientes liberados com a decomposição da palhada de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã na entressafra, durante o ciclo da cultura do algodoeiro, observaram a liberação de 48 kg ha^{-1} de nitrogênio, 10 kg ha^{-1} de fósforo, 100 kg ha^{-1} de potássio, 17 kg ha^{-1} de cálcio e 9 kg ha^{-1} de magnésio. Magalhães (1997) afirma que, de um modo geral, a *B. brizantha* cv. Marandu, com 6.000 kg ha^{-1} de matéria seca da parte aérea pode reciclar aproximadamente 62 , 12 e 110 kg ha^{-1} de N, P e K, respectivamente. Valores estes

extrapolados para os resultados obtidos neste trabalho em relação quantidade de palha decomposta, media 13.500 kg ha⁻¹, obtidas nos cultivos de capim-mombaça, marandu e piatã em monocultivo, (Tabela 6).

Onde pode-se estimar a quantidade de nutrientes possíveis de serem liberados em 150 dias após a dessecação por ocasião da colheita da soja de aproximadamente 140, 27 e 247 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente. Entretanto, para o consórcio milho com Xaraés com supressão, onde a decomposição média de palhada foi de apenas 2.300 kg ha⁻¹, com liberação de nutrientes estimada em apenas 23,84 kg ha⁻¹ de N; 4,61 kg ha⁻¹ de P e 42,30 kg ha⁻¹ de K.

Cabe salientar a importância da sincronia na decomposição da palha e estágio de desenvolvimento da cultura, para o melhor aproveitamento dos nutrientes liberados. A velocidade de decomposição dos resíduos determina a persistência da palha na superfície do solo. Assim, quanto menor a relação C/N mais rápida será a decomposição da palha, maior velocidade de liberação e disponibilidade dos nutrientes, diminuindo a persistência e proteção do solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

10.2 Produtividade de grãos de soja sobre a palha de gramíneas tropicais perenes

A produtividade de grãos de soja foi a única variável influenciada pela interação ano x tipo de cultivo (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para variáveis da cultura da soja, cultivada sobre palhas de gramíneas tropicais perenes, safras 2014/2015 e 2015/2016.

Variável	Bloco	Ano	Tipo de cultivo	Ano x Tipo de cultivo
-----Valor-f-----				
NPL	4,933**	24,848**	1,358ns	0,834ns
ALPL	1,469ns	2,233ns	2,987**	1,115ns
AIPV	4,224**	155,085**	1,466ns	0,824ns
NHPL	0,662ns	7,030**	1,790*	1,025ns
NVPL	1,577ns	304,118**	2,839**	1,183ns
M1000	0,055ns	0,375ns	1,539ns	0,520ns
PG	5,230**	931,413**	6,148**	1,827*
MGPL	0,822ns	283,117**	4,085**	1,392ns
NGPL	0,774ns	242,402**	3,842**	1,203ns

* significativo a $P < 0,05$; **significativo a $P < 0,01$ de probabilidade pelo teste F ; ^{ns} = não significativo. GL = grau de liberdade. Variáveis: número de plantas de soja (NPL), altura de planta (ALPL), altura da inserção da primeira vagem (AIPV), número de hastes por planta (NHPL), número de vagem por planta (NVPL), massa de 1000 grãos (M1000), produtividade de grãos (PG), massa de grão por planta (MGPL) e número de grãos por planta (NGPL).

Com relação ao tipo de cultivo, anterior ao cultivo da soja, houve efeito sobre todas as variáveis, com exceção do número de plantas (NPL), altura da inserção da primeira vagem (AIPV) e massa de 100 grãos (M1000). Para as variáveis, altura de planta (ALPL) e massa de 1000 grãos (M1000) não houve efeito de ano de cultivo (Tabela 7).

Foram observadas diferenças significativas ($p > 0,01$) nas principais variáveis responsáveis pela produtividade de grãos de soja. Na safra 2014/2015, observou-se maior número de plantas (NPL), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) e número de haste por planta (NHPL); entretanto, para a safra 2015/2016 apresentou maior número de vagem por planta (NVPL), massa de grãos por planta (MGPL) e número de grão por planta (NGPL) (Tabela 8).

Tabela 8. Médias entre os anos de cultivo, para as características agronômicas da soja cultivada sobre palha de gramíneas forrageiras tropicais perenes, nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

Ano de cultivo	NPLH	AIPV	NHPL	NVPL	MGPL	NGPL
2014/2015	339.617a	15,03a	3,66a	28,52b	8,73b	54,58b
2015/2016	294.861b	7,69b	3,13b	63,20a	14,65a	92,16a
DMS	17.829,81	1,17	0,39	3,95	0,79	4,79

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Legenda: número de plantas de soja (NPL); altura da inserção da primeira vagem (AIPV), número de hastes por planta (NHPL), número de vagem por planta (NVPL), massa de grão por planta (MGPL) e número de grãos por planta (NGPL).

Estas diferenças podem ser atribuídas a maior produtividade e decomposição da palha em 2015, como também às condições climáticas ocorridas na safra da soja em 2014/2015, principalmente no período de 20 de dezembro a 20 de janeiro, onde ocorreu déficit hídrico com precipitações de apenas 65 mm contra 200 mm no mesmo período da safra 2015/2016 (Figura 1). Esse déficit hídrico possivelmente causou maior efeito sobre o número de vagem por planta, que por sua vez foi a variável responsável diretamente pela produtividade de grãos de soja apresentado forte correlação positiva (Tabela 9).

vagem do primeiro ano para o segundo ano de cultivo, tendo como causa principal a déficit hídrico ocorrido safra 2014/2015, no período de 20 de dezembro a 20 de janeiro (Figura 1), atingindo a cultura da soja nos estádios reprodutivos de florescimento (R1 e R2) e desenvolvimento da vagem (R3 e R4), podendo ter causado a redução do número de vagens por planta, devido aborto de flores e vagens, que apresenta forte correlação positiva com a redução da produtividade de grãos de soja, mesmo havendo o maior número de plantas de soja no primeiro ano de cultivo não foi suficiente para compensar a redução do número de vagens.

Quando a massa de 1000 grãos se observa que não houve diferenças significativas ($p < 0,01$) para ano de cultivo, tipo de cultivo e interações ano x tipo de cultivo, podendo ser atribuído as boas condições climáticas ocorridas no estágio de desenvolvimento do grão (R5 e R6) em 2014/2015 e 2015/2016 (Figura 1).

Quando comparamos os efeitos da palhada de diversos sistemas de cultivos, sobre as variáveis da cultura da soja (Figura 2), foi possível observar efeito significativo ($p < 0,01$) sobre altura média de plantas de soja, sendo as menores alturas obtidas nos tratamentos com maiores quantidades de palhada por ocasião do plantio da cultura da soja, que foram os tratamentos: capins-piatã (P), xaraés (X), ruziziensis (R), marandu (Ma) e Mombaça (Mo) em monocultivo e não deferiram entre si ($p < 0,01$).

Porém, as maiores alturas de planta de soja foram obtidas nos tratamentos com menor quantidade de palha, sendo MRCS e M superiores aos capins-piatã (P) e capim-xaraés (X) e não deferiram dos demais tratamentos (Figura 2A). O efeito da quantidade de palha sobre a altura de planta de soja pode ser atribuído à imobilização de nutrientes, ocorrida na fase inicial do desenvolvimento da soja.

Quanto ao número de ramificações ou hastes por planta de soja (NHPL), o tratamento capim-xaraés (X) em monocultivo foi superior ($P < 0,01$) ao milho em monocultivo (M) e não deferindo significativamente dos demais tratamentos. Estas diferenças podem ser atribuídas ao possível menor número de plantas de soja, com menor competição interespecífica associada a maior quantidade de nutrientes liberados na decomposição da palha, onde o maior número de ramificações ocorreu nos tratamentos com mais palha, sendo os resultados proporcionais altura de plantas, quanto menor altura de planta, maior o número de ramificações (Figura 2B).

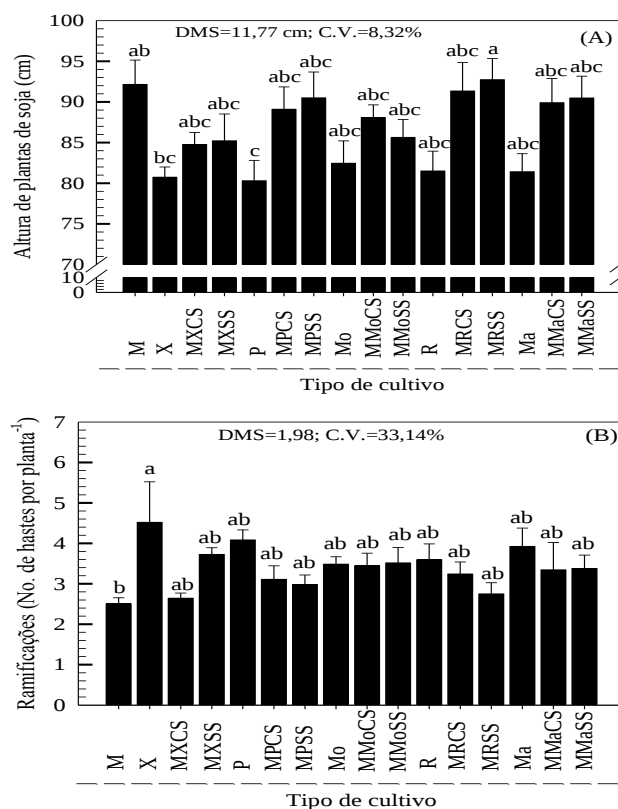
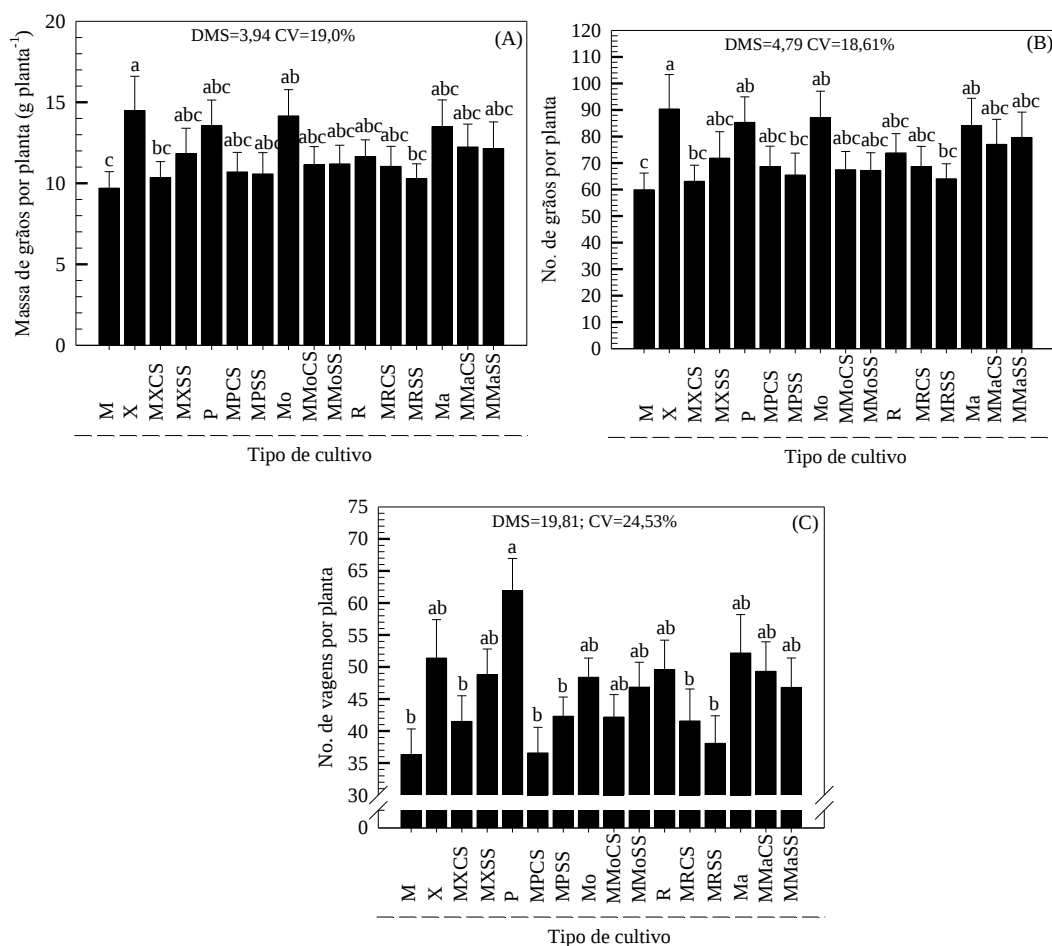


Figura 2. Altura de plantas em (cm) (A) e número de haste por planta (B) de soja, cultivado sobre palhas de milho (M) e forrageiras *B. brizantha* cv. Piatã (P), Marandu (Ma), Xaraés (X), *B. ruziziensis* (R) e *P. maximum* cv. Mombaça (Mo) em monocultivo e milho consórciado com as forrageiras com supressão (CS) e sem supressão (SS), média das safras 2014/2015 e 2015/2016. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste-t de médias a 5% de probabilidade. DMS=diferença mínima significativa, C.V.=coeficiente de variação.

Não houve diferença significativa na massa de 1000 grãos, entre ano e tipo de cultivo, portanto a massa de grão por planta (PGPL) foi exclusivamente definido pelo número de grãos por planta (NGPL) como pode ser visualizado na (Figura 3A e 3B). O maior peso e número de grãos por planta foi obtida de modo geral, nos tratamentos com maior quantidade de palhada das forrageiras sendo (X, Mo, P e Ma) correspondendo aos capins- (xaraés, mombaça, piatã e marandu) cultivados em monocultivo, exceto para o capim-ruziziensis.

Ao comparar os tipos de cultivos em relação a variável massa de grão de soja por planta (MGPL), pode-se observar (Figura 3 A) o maior peso foi obtido no cultivado da soja sobre palhada dos capins-xaraés (X) e Mombaça (Mo) em monocultivo, superior significativamente a ($P < 0,01$) ao efeito da palha de milho em

monocultivo (M), milho + capim-xaraés com supressão (MXCS) e milho+ capim-ruziziensis sem supressão (MRSS), os demais tratamentos não diferiram entre si.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste-t de médias a 5% de probabilidade. DMS=diferença mínima significativa, CV.=coeficiente de variação.

Figura 3. Massa de grãos por planta em gramas (A), número de grãos por planta (B) e número de vagens por planta (C) de soja, cultivado sobre palhas de milho (M) e forrageiras *B. brizantha* cv. Piatã (P), Marandu (Ma), Xaraés (X), *B. ruziziensis* (R) e *P. maximum* cv. Mombaça (Mo) em monocultivo, milho consorciado com as forrageiras com supressão (CS) e sem supressão (SS), média das safras 2014/2015 e 2015/2016. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste-t de médias a 5% de probabilidade. DMS=diferença mínima significativa, CV.=coeficiente de variação

A mesma tendência foi obtida para o número de grãos por planta (NGPL) (Figura 3 B), onde o maior número de grãos foi obtido no cultivado da soja sobre palhada dos capins-xaraés em monocultivo (X) superior significativamente a ($P<0,01$) a palhada de milho sem forrageira (M), milho + capim xaraés com supressão (MXCS),

milho+ capim ruziziensis sem supressão (MRSS) e milho + capim- piatã com supressão (MPCS), sendo que os demais tratamentos não deferiram entre si.

Para a variável produtividade de soja o correu interação entre o ano de cultivo e tipo de cultivo, realizado na safrinha, anterior ao cultivo da soja. Onde foi observado diferença significativa a 5% de probabilidade, referentes ao ano de cultivo (Tabela 10) sendo a menor produtividade obtida na safra 2014/2015, devido principalmente o déficit hídrico ocorrido no período de 20 de dezembro de 2014 a 20 de janeiro de 2015 (Figura 1), com precipitação de apenas 65 mm contra 200 mm na safra 2015/2016.

Tabela 10. Produtividade de grãos de soja obtida sobre palhas de milho (M) e forrageiras *B. brizantha* cv. Piatã (P), Marandu (Ma), Xaraés (X), *B. ruziziensis* (R) e *P. maximum* cv. Mombaça (Mo) em monocultivo, milho consorciado com as forrageiras com supressão (CS) e sem supressão (SS), média das safras 2014/2015 e 2015/2016.

Tratamentos	Safra 2014/2015	Safra 2015/2016
	-----kg ha ⁻¹ -----	
M	2.408 B b	3.867 A de
MXCS	2.722 B ab	3.814 A e
MPCS	2.825 B ab	3.955 A de
MMoCS	2.953 B ab	4.177 A bcde
MRCS	3.075 B a	4.094 A de
MMaCS	2.872 B ab	4.255 A abcde
MXSS	2.897 B ab	4.425 A abcde
MPSS	2.745 B ab	4.134 A cde
MMoSS	2.917 B ab	4.288 A abcde
MRSS	2.842 B ab	4.125 A cde
MMaSS	2.786 B ab	4.501 A abcd
X	3.006 B ab	4.807 A ab
P	2.656 B ab	4.440 A abcde
Mo	3.211 B a	4.884 A a
R	2.867 B ab	4.184 A bcde
Ma	3.047 B ab	4.784 A abc
Média	2.864 B	4.296 A
CV	7,41	
DMS	372	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. DMS diferença mínima significativa, CV=coeficiente de variação.

O déficit hídrico reduziu significativamente ($P < 0,05$) a produtividade de grãos da soja, principalmente pela redução: número de vagem, número de grão e peso de grão por planta, em todos os tratamentos, sendo mais acentuado nos tratamentos com menos palhada.

Para o número de vagens por planta (Figura 3 C), onde o cultivo da soja sob a palha do capim- piatã (P) apresentou o maior número de vagens por planta (NVPL), não diferindo dos tratamentos X, MXSS, Mo, MMoCS, MMoSS, R, Ma, MMaCS e MMaSS. Os menores números de vagens foram observados nos tratamentos M, MXCS, MPCS, MPSS, MRCS e MRSS. O número de vagens por planta apresentou forte correlação com a produtividade de grãos e peso de grãos por planta.

O efeito das diversas palhas de gramíneas tropicais perenes, produzidas em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho, com e sem supressão, cultivadas na safrinha sobre a produtividade de grãos de soja (Tabela 10), apresentaram diferença entre as safras, onde pode-se observar maiores valores na safra 2015/2016, para todos os tratamentos. Esses resultados estão associados a melhores condições de precipitação pluviométrica na safra 2015/2016.

No primeiro ano de cultivo, observou-se menor produtividade de grãos de soja sobre a palha do milho em monocultivo (M) em relação palha de *P. maximum* cv. Mombaça em monocultivo (Mo) e palhada de milho + *B. ruziziensis* com supressão (MRCS); os demais tipos de cultivo não diferiram destes e entre si. No segundo ano de cultivo, a produtividade de soja sob a palha do capim-mombaça (Mo) foi superior à maioria dos tratamentos, não deferindo dos tratamentos: X, Ma, P, MMaSS, MMoSS, MXSS e MMaCS.

A menor produtividade de grãos de soja foi obtida no cultivo da soja sobre a palhada do milho em monocultivo (M), sem palhada dos capins, seguidas pelos tratamentos com menores quantidades de palhada de capim, onde os mesmos foram suprimidos com herbicidas, principalmente em 2015/2016. Estes resultados podem ser atribuídos aos efeitos benéficos proporcionados pela palha das gramíneas tropicais perenes sobre a superfície do solo, ciclagem de nutrientes e redução de ervas daninhas (CECCON et al., 2013), como também maior conservação de água reduzindo os riscos climáticos e menor variação na temperatura do solo (ENSINAS et al., 2016; POTRICH et al., 2014).

A produtividade de grãos de soja, sob as diversas palhas das forrageiras em monocultivo, não apresentaram diferenças significativas na safra 2014/2015. Entretanto, para a safra 2015/2016 houve diferenças, com maior produtividade de grãos de soja quando cultivada sobre a palha de *P. maximum* cv. Mombaça em relação a *B. ruziziensis*, sendo que os demais capins em monocultivo não diferiram destes e entre si.

As palhas oriundas do consórcio de milho com as forrageiras, com ou sem supressão de herbicida, não apresentaram efeito sobre a produtividade de grãos de soja. Resultados semelhantes foram obtidos por Krutzmann et al. (2013), que não encontraram diferenças na produtividade de grãos de soja, quando cultivada sobre as palhas de diversas forrageiras tropicais perenes.

As maiores produtividades de grãos de soja foram obtidas na safra em 2016 quando cultivada sobre a palha das forrageiras Mombaça, Xaraés e Marandu em monocultivo, aumentando a produtividade média em 930, 810 e 750 kg ha⁻¹, respectivamente, em relação ao cultivo de soja sobre palha de milho em monocultivo (M) e não deferindo dos demais tratamentos.

As diversas palhadas das gramíneas tropicais perenes, produzidas em monocultivo e consorciada com a cultura do milho, com e sem supressão, cultivadas na safrinha, proporcionaram um aumento médio e na produção de grãos de soja de 500 kg ha⁻¹ em relação ao cultivo da soja sem palhada de capim. Segundo Kichel et al. (2014), não observaram diferença significativa na produtividade de grãos de soja, cultivada sobre a palhada de diversas forrageiras tropicais perenes, com produtividade média de 3.600 kg ha⁻¹ de grãos. Entretanto, quando a soja foi cultivada sobre palhada do milho em monocultivo, na ausência da palhada de capins, obteve produtividade de apenas 2.880 kg ha⁻¹ de grãos, com redução de 720 kg ha⁻¹, em relação média obtida sobre a palhada das forrageiras.

Resultados semelhantes foram obtidos por Vilela et al. (2008), que apresentaram dados que evidenciam o benefício da pastagem, depois de um ciclo de três anos de pasto de *B. brizantha* cv. Marandu, quando a produtividade da soja foi 17% superior à obtida no sistema de lavoura contínua. Os impactos positivos do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), no cultivo de pastagens na safrinha, para a produção de forragem e palhada para o plantio direto, aumentaram a produtividade de soja de 10% a 15%, quando em sucessão com da soja sobre pastagens recuperadas e adubadas (VILELA et al., 2015).

Nos tratamentos com maior cobertura do solo, pode ter ocorrido a imobilização dos nutrientes e estiolamento no crescimento inicial, provavelmente com menor estande de plantas e proporcionando menor crescimento vegetativo, entretanto, na fase reprodutiva, a maior quantidade de palha, apresentou os efeitos benéficos, principalmente na liberação de nutrientes e retenção de umidade do solo aumentando a produtividade de grãos de soja, exceto para o capim-ruziziensis. As maiores produtividades de soja foram obtidas sobre a palhada dos capins Mombaça, Marandu e Xaraés em monocultivo.

Os resultados obtidos por Franchini et al. (2014), onde a maior produtividade de grãos de soja foi obtida quando a soja foi cultivada sobre a palhada da *Brachiaria ruziziensis* com 35 cm de altura e 7.000 Kg ha⁻¹ de matéria seca. De maneira geral, quanto maior a quantidade de palhada ou cobertura do solo, menor a altura de planta e maior o número de ramificações, maior número de vagem, maior massa e número de grãos por planta e maior produtividade de grão de soja, exceto para a *B. ruziziensis*.

Foi observado, que quantidades de palhada superior a 10.000 kg ha⁻¹ de massa seca, com forrageiras de habito decumbente, exemplo: *Brachiaria ruziziensis*, podem dificultar a operação mecânica de semeadura, com araste de palha e embuchamento, mesmo utilizado o disco em detrimento da botinha, entretanto em forrageiras de porte ereto sem acamamento exemplo: *Panicum maximum* cv. Mombaça, com produtividade de massa seca superior a 15.000 kg ha⁻¹, não apresentaram problemas na semeadura.

Pelos resultados obtidos neste experimento e informações da literatura, pode-se estimar a quantidade de palha considerada ideal que seria de 6.000 a 9.000 kg ha⁻¹.

Quanto a dessecação das forrageiras para plantio direto da cultura da soja, a dose do herbicida glifosato, vai depender da quantidade de massa produzida; estágio das plantas e época de dessecação, interferindo na eficiência da dessecação; logo, torna-se essencial para o sucesso da operação de plantio e estabelecimento da cultura definir dose e momento de aplicação do herbicida dessecante em função da espécie utilizada e de seu volume de massa seca (CECCON; CONCENÇO, 2010).

Trabalho realizado por Machado e Assis (2010), na dessecação de forrageiras, utilizando a dose de 1,08 kg i.a. ha⁻¹ do herbicida de glyphosate e avaliação

feita aos 21 dias após a aplicação, verificaram a menor eficácia de controle foi para o *Panicum maximum* cv. Mombaça. Para plantas de crescimento livre e com grande quantidade de massa seca demanda maiores doses de herbicida (FERREIRA et al., 2010).

Com base no exposto acima, é importante a realização de maiores estudos, para diversificação e ampliação das informações relacionadas a este tema, visto a gama de fatores que podem interferir nos resultados de pesquisa, entre eles estão as diferentes condições de fertilidade e tipo de solo, época, forma de semeadura, espécies e cultivares de plantas de cobertura, sistemas de consórcio e cultivo, manejo das plantas e, principalmente, as diferentes condições climáticas. Por conseguinte, a resposta das plantas de cobertura, quanto à produtividade e decomposição da palhada e o efeito sobre a produtividade de culturas subsequente podem apresentar resultados divergentes.

11 CONCLUSÕES

Panicum maximum cv. Mombaça, *B. brizantha* cv. Marandu e *B. brizantha* cv. Piatã apresentam maiores produtividades e taxas de decomposição de palha, cultivadas em monocultivo e *B. brizantha* cv. Xaraés e *B. ruziziensis* foram as cultivares em monocultivo como menores produtividades e taxas de decomposição de palha.

As forrageiras consorciadas com milho com ou sem supressão de herbicida, não apresentam diferenças na produtividade de palha, exceto para *P. maximum* cv. Mombaça consorciado com milho sem supressão.

A soja cultivada sobre palha de milho em monocultivo apresenta a menor produtividade de grão em relação ao cultivo sobre palha de forrageiras.

A soja apresenta maior produtividade de grãos quando cultivada sobre a palha de *Panicum maximum* cv. Mombaça, *B. brizantha* cv. Xaraés, *B. brizantha* cv. Marandu em monocultivo nos dois anos e em *B. ruziziensis* em consórcio com milho com supressão em 2014.

A utilização de gramíneas tropicais perenes como plantas de cobertura do solo para o sistema de plantio direto, cultivadas na safrinha, proporciona maiores produtividade de grãos de soja.

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G., COSTA, J. A. A.; KICHEL, A. N. Palhada de capins influenciando a produtividade da soja em sistema de plantio direto. In: Congresso de Forragicultura e Pastagens, 3, Viçosa. **Anais...Viçosa**. CD ROM. 2009 b.

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI, E.; BUZETTI, S. Winter corn yield and chemical modifications in latosol as a function of covering species after lime application under no tillage system. **Acta Scientiarum**, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.

ARAI, F. K.; GONÇALVES, G. G. G.; PEREIRA, S. B.; COMUNELLO, E.; VITORINO, A. C. T.; DANIEL, O. Espacialização da precipitação e erosividade na bacia hidrográfica do Rio Dourados - MS. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 922-931, 2010.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 46, n. 10, p.1-12, 2011.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M.; AGUIAR, R. A.; MESQUITA, G. M. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins *Brachiaria* e *Mombaça*, em condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 370-377, 2010.

BOER, C.A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, p. 1269-1276, 2007.

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.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV CLAV, 2009. 395p.

CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; SANTOS, E. A. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 770 - 781 2012.

CECCON, G.; CONCENÇO, G. Produtividade de massa e dessecação de forrageiras perenes na integração lavoura pecuária. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 319-326, 2014.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in idwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 204-212, 2013.

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

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento safra brasileira-grãos, v. 4 Safra 2016/17 - **Décimo primeiro levantamento**, Brasília. DF, p. 1-171 agosto 2017. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_10_11_27_12_boletim_graos_agosto_2017.pdf> Acesso em: 30 ago. 2017.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M. ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. V. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 02, p. 481-489, 2008.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M. ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; CAVASANO, F. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Produtividade da soja sobre palhada de forrageiras semeadas em diferentes épocas e alterações químicas no solo. **Agrária**. Recife. v. 10, n. 1, p. 8-16, 2015.

COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; FERRARI NETO, J. Phytomass decomposition and nutrients release from pearl millet, guinea grass and palisade grass **Bioscience Journal** v. 32, n. 5, p. 1191-1203, 2016.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G; MIZOBUTSI, E. H. Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incógnita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum-Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 473-477, 2003.

ECHER, F. R.; CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; ROSOLEM, C. A. Crescimento inicial e absorção de nutrientes pelo algodoeiro cultivado sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 783-790, 2012.

ENSINAS, S. C.; SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; SILVA, E. F.; PRADO, E. A. F.; LOURENTE, E. R. P.; ALTOMAR, P. H.; POTRICH, D. C.; MARTINEZ, M. A.; CONRAD, V. A.; JESUS, M. V.; KADRI, T. C. E. Cover crops affects on soil organic matter fractions under no till system. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, p. 503-512, 2016.

FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 546-553, 2010b.

FERREIRA, A. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; SOUZA JUNIOR, J. G. A.; VIVALDI, L. J. Decomposição de resíduos vegetais em Latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p.

2831-2838. 2008.

FERREIRA, P. F. C.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E. D.; SULC, R. M.; LANG, C. R.; FLORES, J. P. C.; TERRA-LOPES, M. L.; SILVA, J. L. S.; CONTE, O.; WESP, C. L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Amsterdã, v. 88, p. 259–273, 2010a.

FLOSS, E. L.; PALHANO, A. L.; SOARES FILHO, C. V.; PREMAZZI, L. M. Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia Branca. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 1-7, 2007.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Ciência Agrônômica**. Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 999-1005. 2014.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LOPES, K. S. M.; BUZETTI, S. Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p. 143-152, 2014.

GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Agregados em um Latossolo sob sistema plantio direto e rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 45, n. 12, p. 1489, 2010.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HUBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. B. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, nº 9, p.1097-1104, 2003.

HINKLE, D. E., WIERSMA, W., JURIS, S. G. **Applied statistics for the behavioral sciences** (5th ed.). Boston: Houghton Mifflin, 2003.

INOMOTO, M. M.; MACHADO, A. C. Z.; ANTEDOMÊNICO S. R. Reação de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF, v. 32, n. 4, p. 341-344, 2007.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G.; PAULINO, V. T. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): experiências no Brasil. **Boletim de Indústria Animal** (Online), v. 71, p. 94-105, 2014.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 21-28, 2006.

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

LESSA, A. C. R.; MADARI, B. E.; PAREDES, D. S.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R. Bovine urine and dung deposited on Brazilian savannah pastures contribute differently to direct and indirect soil nitrous oxide emissions. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 104-111, 2014.

LOURENTE, E. R. P.; SILVA, E. F.; MERCANTE, F. M.; SERRA, A. P.; PEIXOTO, P. P. P.; SEREIA, R. C.; ENSINAS, S. C.; MARCHETTI, M. E.; NETO, A. L.; ALOVISIO, A. M. T.; CORTEZ, J. W. Agricultural management systems affect on physical, chemical and microbial soil properties. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, p. 683-692, 2016.

LUPWAYI, N. Z.; CLAYTON, G. W.; O'DONOVAN, J.T.; HARKER, K.N.; TURKINGTON, T. K.; SOON, Y. K. Phosphorus release during decomposition of crop residues under conventional and zero tillage. **Soil Tillage Research**, v. 95, p. 231-239, 2007.

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

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

MAGALHÃES, R. T. **Evolução das propriedades físicas e químicas de solos submetidos ao manejo pelo sistema barreirão**. (Dissertação Mestrado) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 86 f. 1997.

MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PARIZ, C. M.; YANO, E. H.; PEREIRA, F.C. B. L. Liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, v. 39, p. 183-193, 2015.

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

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2. ed. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2006. 729 p.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. de 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**, v. 41, p. 943-978, 2006.

NUNES, T.; OLIVEIRA, M. S.; FILHO, M. R. de A.; ALVARENGA, R. C. **Liberação de nutrientes de diferentes tipos de palhada em sistema integração lavoura- pecuária, na região central de Minas Gerais, 2016**. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62942/1/Liberacao-nutrientes.pdf>.

Acesso: em set. 2017.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; ALMEIDA-MACHADO, P. L. O. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasília**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

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 an integrated crop livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 2029-2037, 2011.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. Dynamics of residue decomposition and soil organic matter turnover. In: **Soil microbiology and biochemistry**. 2nd ed. San Diego: Academic, 1996. p. 158-179.

POTRICH, D. C. ; MARCHETTI, M. E. ; ENSINAS, S. C. ; SERRA, A. P. ; SILVA, E. F. ; SOUZA, N. H. . Decomposição de resíduos culturais de cana-de-açúcar submetidos a diferentes doses de nitrogênio. **Semina**. Ciências Agrárias, Londrina, PR, v. 35, p. 1751, 2014.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 31 p. (IAC. Boletim técnico, 81).

SAINJU, U. M.; SCHOMBERG, H. H.; SINGH, B. P.; WHITEHEAD, W. F.; TILLMAN, P. G.; LACHNICH-WEYERS, S. L. Cover crop effect on soil carbon fractions under conservation tillage cotton. **Soil & Tillage Research**, v.96, p.205-218, 2007.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; COSTA, A. R. Consórcio de milho com forrageiras na entressafra e atributos físicos e químicos do solo. In: CONGRESO LATINO AMERICANO DE LA CIENCIADEL SUELO, 19., CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 23. 2012, 2012, **Anais**, Mar del Plata, Argentina, 2012. v. 1. p. 1-6.

SALTON, J. C.; LAMAS, F. M. Integração lavoura pecuária e o cultivo do algodoeiro nos cerrados. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. 2. ed. Aparecida de Goiânia, GO: Mundial, 2011. p. 473-494.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEICAO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 11-21, 2008.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; TOMAZI, M, **Soybean production and recovery of degraded pastures in a brazilian savannah sandy soil"**. 17TH CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR SOIL / Medellín (Colômbia), 8 al 12 de julio de 2013 p 386.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.;

LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. (Eds.). (2013). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª edição revisada e ampliada. Brasília: Embrapa, 353 p.

SILVA, J. S. **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**. 2. ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil Editora, 2008. v. 1. 560 p.

SOUSA, D. M. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. Adubação fosfatada. In: MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Ed.). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2007. p.145-178.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Atributos físicos de um Hapludox em função de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP), sob plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 37-44, 2010.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A.; PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 647-653, 2009.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 867-876, 2011.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 43, p. 421-428, 2008.

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

VIOLA, R.; BENIN, G.; CASSOL, L. C.; PINNOW, C.; FLORES, M. F.; BORNHOFEN, E. Adubação verde e nitrogenada na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p. 90-10, fev. 2013.

VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; WRUCK, F. J.; OLIVEIRA, P.; PEDREIRA, B. C.; CORDEIRO, L. A. M. Práticas e manejo de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária na Safra e Safrinha para as Regiões Centro-Oeste e Sudeste. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária- Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 103- 119. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura- -pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1.127-1.138, 2011.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. O. Integração Lavoura-Pecuária. In:

FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 931-962.

WANG, J.; HESKETH, J. D.; WOOLLEY, J. T. Preexisting channels and soybean rooting patterns. **Soil Science**, v. 141, p. 432-437, 1986.

YAO, Q.; LI, X.; FENG, G.; CHRISTIE, P. Mobilization of sparingly soluble phosphates by the external mycelium of an arbuscular mycorrhizal fungus. **Plant and Soil**, v. 230, p. 279-285, 2001.