

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE, PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

CONSÓRCIO DO ESTILOSANTES CAMPO GRANDE COM  
CULTIVARES DE *Brachiaria brizantha* EM DIFERENTES  
SISTEMAS FORRAGEIROS

Autora: Patricia Soares Epifanio  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia Aparecida de Pinho Costa  
Coorientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jaqueline Rosemeire Verzignassi  
Prof. Dr<sup>o</sup>. Eduardo da Costa Severiano

RIO VERDE-GO  
Fevereiro 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE, PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

CONSÓRCIO DO ESTILOSANTES CAMPO GRANDE COM  
CULTIVARES DE *Brachiaria brizantha* EM DIFERENTES  
SISTEMAS FORRAGEIROS

Autor: Patricia Soares Epifanio  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia Aparecida de Pinho Costa  
Coorientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jaqueline Rosemeire Verzignassi  
Prof. Dr<sup>o</sup>. Eduardo da Costa Severiano

Tese apresentada como parte das exigências  
para obtenção do título de DOUTORA EM  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA  
no Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Agrárias – Agronomia, do  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde.

RIO VERDE-GO  
Fevereiro 2017

EPIFANIO, Patricia Soares

E64c Consórcio do estilosantes Campo Grande com cultivares de *Brachiaria brizantha* em diferentes sistemas forrageiros / Patricia Soares Epifanio, Rio Verde – GO. 2017.  
89 f.: il.

Tese de Doutorado – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, 2017

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Kátia Aparecida de Pinho Costa. Co-orientador Dr<sup>o</sup>.Eduardo da Costa Severio

Bibliografia

1. *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás. 2. *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. 3. Consorciação. 4. Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, 2017

CDD: 633.2

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS-AGRONOMIA

CONSÓRCIO DO ESTILOSANTES CAMPO GRANDE COM  
CULTIVARES DE *Brachiaria brizantha* EM DIFERENTES  
SISTEMAS FORRAGEIROS

Autora: Patricia Soares Epifanio  
Orientadora: Prof. Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa

TITULAÇÃO: Doutorado em Ciências Agrárias-Agronomia – Área de  
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 03 de fevereiro de 2017.

Profª. Dra. Andréia Santos Cezario  
Avaliador externo  
IF Goiano – Câmpus Morrinhos

Prof. Dr. Eduardo da Costa Severiano  
Avaliador interno  
IF Goiano– Câmpus Rio Verde

Dr. Itamar Pereira de Oliveira  
Avaliador Externo  
IF Goiano– Câmpus Rio Verde

Dra. Darliane de Castro Santos  
Avaliador externo  
IF Goiano– Câmpus Rio Verde

Profª. Dra. Kátia Aparecida, de Pinho Costa  
Presidente da banca  
IF Goiano– Câmpus Rio Verde

## **DEDICO**

A Deus, digno de toda honra e glória!

Aos meus queridos e amados pais, Valdeni e Edmira, pela educação, amor, afeto e por tudo que fizeram para que eu chegasse até aqui, os quais sempre me incentivaram a todo momento. Razões de minha vida!

Dedico a meu enteado Pedro Henrique, que tenho como filho e me ensinou a ser mãe de coração e de alma e que, mesmo sendo uma criança, soube compreender minha ausência em muitos momentos importantes, por muitas vezes me acompanhou nas viagens ao Instituto para as aulas em sala ou para as atividades de campo, sendo meu companheiro durante todos estes anos. Você foi um presente de Deus!

## **OFEREÇO**

OFEREÇO, como forma de agradecimento, à minha orientadora Kátia Aparecida de Pinho Costa, pela orientação, amizade, ensinamento, confiança depositada em mim, paciência e compreensão dedicada durante este período. Você pode ter certeza de que levarei comigo por toda a minha vida o que me ensinou. Obrigada pela oportunidade que me foi dada, pois você fez me sentir especial e capaz de alcançar os sonhos! Só tenho boas lembranças de tudo o que me ensinou! Você é um exemplo para mim por toda a minha vida!

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, pela proteção durante a minha caminhada, sei que a graça se faz presente em todos os momentos da minha vida.

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais, que sempre me apoiaram e me deram forças para seguir durante toda essa etapa, além do carinho e das lindas palavras de força da minha avó Rosalina e meu avô Raimundo. À minha sobrinha Alice, a quem tanto amo. Ao meu irmão Rodrigo e à sua esposa Camila, por fazerem parte da alegria de nossa família. Agradeço a todos aqueles que não citei, mas pelos quais cultivo grande apreço.

À minha orientadora Kátia Aparecida de Pinho Costa, pela orientação, amizade, confiança e, acima de tudo, por ter acreditado na minha capacidade, me ajudando nos meus momentos mais difíceis.

Ao meu co-orientador, Dr<sup>o</sup>. Eduardo da Costa Severiano, pelos conhecimentos transmitidos e por ter me proporcionado a oportunidade de trabalharmos juntos. Além disto, agradeço à pesquisadora e co-orientadora Jaqueline Rosemeire Verzignassi, pelo apoio a pesquisa.

Agradeço a parceria com a Embrapa Gado de Corte, por ter cedido as sementes de *Brachiaria brizantha* BRS Paiaguás, antes mesmo do seu lançamento, através do acordo firmado para transferência de material biológico (20500.13/0013-1), servindo como base para o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, que me acolheu como aluna de mestrado e doutorado, a quem devo minha formação profissional, dando-me o devido apoio e suporte para condução das disciplinas e do experimento. Além disto, agradeço a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências

Agrárias – Agronomia do IFGoiano, pelos ensinamentos e orientações no decorrer do curso.

Agradeço à Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de Goiás – Fapeg, pela concessão da bolsa para a execução do projeto.

De forma especial, agradeço aos grandes amigos que tiveram participação importante na realização do doutorado, com os quais, ao longo dessa história, passei a adquirir um lar de pesquisa, conhecido como “Laboratório de Forragicultura”, e nos tornamos uma grande família. Agradeço pelo esforço de cada um e com grande satisfação que agradeço aos colegas Daniel, Charles, Matheus Ribeiro, Raoni, Wayron, Valdivino, Jessika Torres, Suelen, Analu Guarnieri, Eduardo, Bruna, Millena, Hemyla, Cecilia, Josiane, Wender, Victor, Darliane e Dr. Itamar, pela amizade, companheirismo e dedicação, os quais, sempre, nos momentos de serviços, se dispuseram a ajudar para a conclusão desse trabalho, pois, sem eles, não teria esse privilégio e conquista.

Aos meus amigos de graduação, Jossiane (Josy), Diogo (Mosquito), Fabricio (Gabas), Ana, Vaini, Thiago, Lilian, Nelson, Maria Fernanda, Erico, Franscine (Fran), Claudilene (Clau) e Denise, com os quais me reuni para comemorar nossos dez anos de profissão, que, embora distantes, sempre mantiveram laços de amizade. Sinto falta de vocês, turminha!

Com muito carinho quero agradecer à Professora Leandra do IFGoiano-Extensão Quirinópolis, pelas lindas palavras e companheirismo ao longo destes anos, a quem considero “irmã de coração”.

Enfim, a todos que contribuíram e torceram pela realização desse sonho...



## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**PATRICIA SOARES EPIFANIO** – nascida em Quirinópolis-GO em 18 de novembro de 1980, filha de Valdeni Epifanio e Edmira Soares Epifanio.

No dia 09 de setembro de 2001, iniciou no Curso de Zootecnia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Unidade Universitária de Aquidauana – MS, graduando-se em 18 de agosto de 2006. No período de 2008 a 2009, concluiu o curso de Especialização em Gestão e Produção no Setor Sucroalcooleiro e Biodiesel oferecido pela Universidade Católica de Uberlândia – MG, enfatizando o estudo dos subprodutos do setor sucroalcooleiro na alimentação animal.

No ano seguinte, 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação, nível Mestrado, em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, atuando na área de Forragicultura, defendendo a dissertação intitulada Qualidade de Silagem de capim-piatã ensilado com diferentes farelos da indústria de biodiesel, em fevereiro de 2012.

No primeiro semestre de 2013, ingressou no Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-Agronomia do Instituto Federal Goiano Câmpus Rio Verde, finalizando no ano de 2017.

## ÍNDICE

	Páginas
ÍNDICE DE TABELAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES .....	xv
RESUMO .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. OBJETIVOS .....	11
3. CAPÍTULO I: CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DE CULTIVARES DE <i>Brachiaria brizantha</i> CONSORCIADAS COM ESTILOSANTES CAMPO GRANDE EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS.....	12
Introdução .....	14
Material e Métodos .....	16
Resultados .....	19
Discussão .....	28
Conclusões .....	34
Referências Bibliográficas .....	34

4. CAPÍTULO II: NUTRIÇÃO NITROGENADA E ATRIBUTOS QUÍMICOS DE CULTIVARES DE <i>Brachiaria brizantha</i> CONSORCIADAS COM ESTILOSANTE EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS .....	40
Introdução .....	42
Material e Métodos .....	43
Resultados .....	47
Discussão .....	57
Conclusões .....	64
Referências Bibliográficas .....	64
CONCLUSÃO GERAL .....	70

## ÍNDICE DE TABELAS

		Páginas
CAPÍTULO I CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DE CULTIVARES DE <i>Brachiaria brizantha</i> CONSORCIADAS COM ESTILOSANTES CAMPO GRANDE EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS.....		12
Tabela 1	Atributos químicos do solo nos sistemas forrageiros nos anos de 2013 (antes da implantação) e 2014 .....	16
Tabela 2	Proporção (%) de plantas do estilosantes nos sistemas forrageiros, em diferentes estações do ano, por um período de dois anos .....	17
Tabela 3	Produção de massa seca, número de perfilhos e relação lâmina foliar:colmo dos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano ...	20
Tabela 4	Teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) e nutrientes digestíveis totais (NDT) dos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano .....	23
Tabela 5	Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina dos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano .....	27

CAPÍTULO II NUTRIÇÃO NITROGENADA E ATRIBUTOS QUÍMICOS DE CULTIVARES DE <i>Brachiaria brizantha</i> CONSORCIADAS COM ESTILOSANTE EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS....		40
Tabela 1	Atributos químicos do solo dos sistemas forrageiros nos anos de 2013 (antes da implantação) e 2014 .....	44
Tabela 2	Proporção (%) de plantas do estilosantes nos sistemas forrageiros, em diferentes estações do ano, por um período de dois anos .....	45
Tabela 3	pH (CaCl <sub>2</sub> ) e alumínio trocável (Al <sup>3+</sup> ) do solo nos sistemas forrageiros .....	48
Tabela 4	Nitrogênio total e matéria orgânica do solo nos sistemas forrageiros ....	50
Tabela 5	Amônio (N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) e nitrato (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) do solo nos sistemas forrageiros	52
Tabela 6	Concentração de nitrogênio e clorofila da planta nos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano .....	54
Tabela 7	Amônio (N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) e nitrato (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) da planta nos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Páginas
CAPÍTULO I	CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DE CULTIVARES DE <i>Brachiaria brizantha</i> CONSORCIADAS COM ESTILOSANTES CAMPO GRANDE EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS .....	12
Figura 1	Temperaturas médias (°C) e precipitações pluviárias (mm) observadas durante o período de março de 2013 a junho de 2015, em Rio Verde-GO .....	18
Figura 2	Produção de massa seca (a) e número de perfilhos (b) das plantas dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano .....	21
Figura 3	Relação lâmina foliar:colmo (a) e teores de PB (b) dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano .....	22
Figura 4	Teores de EE (a) e DIVMS (b) dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano .....	25
Figura 5	Teores de NDT (a) e FDN (b) dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano .....	26
Figura 6	Teores de FDA (a) e lignina (b) dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano .....	28

CAPÍTULO II NUTRIÇÃO NITROGENADA E ATRIBUTOS QUÍMICOS DE CULTIVARES DE <i>Brachiaria brizantha</i> CONSORCIADAS COM ESTILOSANTE EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS.....		40
Figura 1	Temperaturas médias (°C) e precipitações pluviárias (mm) observadas durante o período de março de 2013 a junho de 2015, em Rio Verde-GO .....	45
Figura 2	Valores de pH (a) e alumínio trocável (Al) (b) do solo dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano .....	49
Figura 3	Nitrogênio total (a) e matéria orgânica do solo (b) dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano .....	51
Figura 4	Amônio (N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) e nitrato (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) do solo dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano .....	53
Figura 5	Concentração de nitrogênio (a) e clorofila (b) da planta dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano .....	55
Figura 6	Amônio (N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (a) e nitrato (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (b) da planta dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano .....	57

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

<b>%</b>	Porcentagem	
<b>CTC</b>	Capacidade de troca de cátions	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$
<b>CV</b>	Coefficiente de Variação	%
<b>DIVMS</b>	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	$\text{g kg}^{-1} \text{ MS}$
<b>FDA</b>	Fibra em Detergente Ácido	$\text{g kg}^{-1} \text{ MS}$
<b>FDN</b>	Fibra em Detergente Neutro	$\text{g kg}^{-1} \text{ MS}$
<b>EE</b>	Extrato Etéreo	$\text{g kg}^{-1} \text{ MS}$
<b>MS</b>	Matéria Seca	$\text{g kg}^{-1} \text{ MS}$
<b>PB</b>	Proteína Bruta	$\text{g kg}^{-1} \text{ MS}$
<b>NDT</b>	Nutrientes Digestíveis Totais	$\text{g kg}^{-1} \text{ MS}$
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico	
<b>ha<sup>-1</sup></b>	Por hectare	
<b>Kg</b>	Quilograma	
<b>m<sup>-1</sup></b>	Por metro	
<b>N</b>	Nitrogênio	
<b>MO</b>	Matéria Orgânica	$\text{g kg}^{-1}$
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Amônio	$\text{Mg kg}^{-1}$
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Nitrato	$\text{Mg kg}^{-1}$
<b>FBN</b>	Fixação Biológica de Nitrogênio	
<b>Al<sup>3+</sup></b>	Alumínio trocável	
<b>V</b>	Saturação de Base	%
<b>FTE</b>	Fritted Trace Elements	$\text{kg ha}^{-1}$



## RESUMO

EPIFANIO, P.S. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Câmpus* Rio Verde – GO, fevereiro de 2017. Consórcio do estilosantes Campo Grande com cultivares de *Brachiaria brizantha* em diferentes sistemas forrageiros. Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Kátia Aparecida de Pinho Costa. Coorientadores: Dr<sup>a</sup>. Jaqueline Rosemeire Verzignassi e Dr. Eduardo da Costa Severiano

A produtividade e a sustentabilidade das pastagens tropicais são limitadas pela baixa fertilidade natural dos solos, e o baixo suprimento de nitrogênio (N) tem sido causa importante da perda de sua sustentabilidade e degradação. Estima-se que cerca de 80% dos 45 a 50 milhões de hectares da área de pastagens nos Cerrados do Brasil Central apresente algum estágio de degradação, pois o crescimento e a persistência dessas gramíneas nos trópicos são frequentemente limitados pela deficiência de N no solo. Existem duas formas práticas de aumentar o suprimento de N no solo visando a melhorar a produtividade das gramíneas: uma forma seria a aplicação de fertilizantes nitrogenados, com a utilização de insumos químicos, e a outra, a incorporação do N fixado simbioticamente pelas leguminosas. Nesse sentido, objetivou-se avaliar as características produtivas e nutricionais bem como as características químicas do solo e do estado nutricional de plantas de cultivares de *Brachiaria brizantha*, consorciadas com estilosantes em diferentes sistemas forrageiros, nas estações do ano, por um período de dois anos. O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano, *Câmpus* Rio Verde. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos dos seguintes sistemas forrageiros: capim piatã, capim paiaguás, estilosantes Campo Grande, capim piatã consorciado com estilosantes em linha; capim piatã consorciado

com estilosantes a lanço; capim paiaguás consorciado com estilosantes em linha; e capim paiaguás consorciado com estilosantes a lanço. As avaliações foram feitas nas quatro estações climáticas do ano (inverno, primavera, verão e outono) nas mesmas parcelas, durante o período de dois anos. Os resultados mostraram que o consórcio entre gramínea e leguminosa influenciou nas características produtivas, bromatológicas, químicas do solo e no estado nutricional das forrageiras. Houve melhoria na qualidade das gramíneas consorciadas, com incremento nos teores de proteína bruta, nutrientes digestíveis totais e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e diminuição as frações fibrosas, além disto, houve ainda melhoria na concentração dos nutrientes. Entre os sistemas de semeadura, o consórcio na linha foi mais eficiente em manter maior proporção da leguminosa no sistema, refletindo-se em melhores resultados. Apesar das vantagens dos sistemas consorciados, o segundo ano proporcionou menor produção e qualidade de forragem, principalmente no sistema a lanço. Para os atributos químicos do solo e estado nutricional das forrageiras, o segundo ano proporcionou maior absorção de nitrogênio, mas gerou maior acidificação para o solo.

**Palavras-chave:** *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás, *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, consorciação, fixação biológica de nitrogênio (FBN).

## ABSTRACT

EPIFANIO, P. S. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (Goiano Federal Institute of Education, Science, and Technology), Rio Verde Campus, State of Goiás (GO), Brazil, February 2017. Intercropping of *Stylosanthes* cv. Campo Grande with *Brachiaria brizantha* cultivars in different forage systems. Advisor: Dr. Costa, Kátia Aparecida de Pinho. Co-advisors: Dr. Verzignassi, Jaqueline Rosemeire; Dr. Severiano, Eduardo da Costa.

The productivity and sustainability of tropical pastures are limited by the low natural fertility of soils. The low nitrogen (N) supply has been significant cause for its sustainability loss and degradation, since the growth and persistence of these grasses in the tropics are often limited by soil N deficiency. There are two practical ways to increase N supply in the soil, aiming to improve grass productivity; one way would be the application of nitrogen fertilizers, using chemical inputs, and the other way, by incorporating symbiotically fixed N by leguminous. In this sense, the objective of this study was to evaluate the productive, nutritional, and the chemical characteristics of the soil, and the nutritional status of *Brachiaria brizantha* cultivar plants, intercropping with *Stylosanthes spp.* cv. under different types of forage systems in all year seasons for two years. The experiment was carried out in the experimental area of the Goiano Federal Institute, Rio Verde Campus, Goiás State, Brazil. The experimental design was a randomized complete block with three replicates. The treatments were composed by the following forage systems: Piata palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piata); Paiaguas palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguas); *Stylosanthes* cv. Campo Grande; Piata palisadegrass intercropping with *Stylosanthes* in-line; Piata palisadegrass intercropping with *Stylosanthes* by throw; Paiaguas palisadegrass

intercropping with *Stylosanthes* in-line; and Paiaguas palisadegrass intercropping with *Stylosanthes* by throw. The evaluations were carried out in the four climatic year seasons (winter, spring, summer, and fall) in the same plots for two years. Results showed that the intercropping between grass and leguminous influences the productive, bromatological, and chemical characteristics of the soil and affects the forage nutritional status. There was improvement in the intercropped grasses quality, with increasing in crude protein, total digestible nutrients, and *in vitro* dry matter digestibility, and decreasing in the fibrous fractions; in addition, there was improvement in the plant nutrient concentration. Among sowing systems, the in-line intercropping was more efficient for maintaining greater proportion of the leguminous in the system, showing better results. Despite the advantages of the intercropping systems, the second year provided less forage production and quality, especially in the throw system. For the soil chemical attributes and forage nutritional status, the second year provided higher nitrogen absorption, but generated a higher acidification to the soil.

**Keywords:** *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguas. *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piata. Intercropping. Biological nitrogen fixation (BNF).

## 1. INTRODUÇÃO

A pecuária bovina é um dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro. O Brasil tem atualmente o segundo maior rebanho do mundo, é o maior produtor e exportador de carne bovina e o sexto maior produtor de leite. A pecuária bovina tem por base quase que exclusivamente a pastagem (Santos et al., 2009).

As pastagens ocupam cerca de três quartos da área agrícola nacional, cerca de 172 milhões de hectares, assumindo posição de destaque no cenário agrícola brasileiro (Paulino et al., 2015). Segundo os mesmos autores, estima-se que o Brasil tenha mais de 120 milhões de hectares de pastagens cultivadas, e que 85% dessa área seja ocupada por gramíneas do gênero *Brachiaria*.

As espécies do gênero *Brachiaria* passaram a ter uma grande importância para a pecuária brasileira a partir da década de 1970. Segundo Fonseca et al. (2007), a *Brachiaria sp.* é a principal gramínea cultivada na região Centro-Oeste, pela sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas, sua grande produção de fitomassa, relativa facilidade de eliminação e por não ser hospedeira de patógenos das principais culturas. Em busca de alta produtividade dos componentes planta e animal, surgem, a cada dia, novas cultivares que possam atender às exigências dos diferentes sistemas de produção, com variados níveis de tecnologia (Embrapa, 2008).

Na busca de atender a diversas características de solo e clima, a Embrapa Gado de Corte lançou, em 2007, a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, como mais uma opção na diversificação de forragem (Embrapa, 2008). Adequada para solos de média fertilidade, tolera solos mal drenados, boa porcentagem de folhas e colmos finos quando comparada ao capim-marandu, apresenta resistência ao ataque de cigarrinhas das pastagens e se destaca pelo elevado valor nutritivo e alta taxa de rebrota (Valle et al., 2007; Chiari et al., 2008; Nantes et al., 2013).

Nantes et al. (2013) relataram que o capim-piatã apresenta florescimento precoce em janeiro e fevereiro, produzindo de 150 a 450 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras, grande flexibilidade de manejo sob lotação contínua, devendo ser manejado entre 15 e 30 cm de altura, sem prejuízo para a produção animal. Os ganhos de peso por animal e por área foram maiores do que aqueles obtidos a pasto pelo capim-marandu (Euclides et al., 2009).

Outro lançamento da Embrapa Gado de Corte, no ano de 2013, foi a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás, que tem mostrado resultados satisfatórios, com boa produtividade de matéria seca e produção de sementes, sendo indicada para solos de média fertilidade, com resposta semelhante ao capim-marandu para adubação. Apesar de excelente opção para a pecuária brasileira, seu problema está na maior suscetibilidade às cigarrinhas das pastagens e à cigarrinha da cana, quando comparada às outras cultivares de *Brachiaria brizantha*, bem como sua característica de hospedeira dessa praga (Valle et al., 2013).

Segundo Machado e Valle (2011), a BRS Paiaguás tem se destacado no acúmulo de massa em plena entressafra forrageira (julho até o final de setembro), com obtenção de produção média de forragem de 4.500 a 6.100 kg ha<sup>-1</sup>, teores de proteína bruta de 12,0 a 15,5%, respectivamente.

Euclides et al. (2016), comparando os resultados das *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás com a BRS Piatã, concluíram que a cv. BRS Paiaguás apresentou vantagens distintas em comparação com a cv. BRS Piatã, especialmente, com maior taxa de acúmulo de forragem e maior porcentagem de folha no período seco do ano, com valores de 17,2 e 6,0 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para taxa de acúmulo e de 26,7 e 21,7% para porcentagem de folhas, respectivamente, tendo sido responsáveis pelo maior ganho de peso vivo por área observada com capim-paiaguás (690 kg ha<sup>-1</sup>) do que com capim-piatã (640 kg ha<sup>-1</sup>).

Apesar de toda a representatividade das braquiárias, mesmo com o avanço em pesquisas na área da forragicultura, grande parte das pastagens cultivada em diferentes regiões do Brasil tem mostrado sinais de degradação, sendo que cerca de 70 milhões de hectares precisam ser recuperados (Paulino et al., 2015). Esse fato não se reflete numa excelência de produção, pois as pastagens apresentam baixos níveis de produtividade de forragem e baixas produções por animal, reflexo de algum estágio de degradação, resultante de manejo inadequado (Paulino et al., 2015).

Uma das principais causas da redução na produção vegetal de pastagens de gramínea em monocultura é a baixa disponibilidade do nitrogênio (N) para as plantas por causa da alta relação C/N dos resíduos (palha e raízes), que são constituídos por compostos orgânicos mais recalcitrantes e de mineralização lenta, que tendem à imobilização do N (Myers; Robbins, 1991; Schunke, 2001). Segundo Garcia et al. (2008), o N é considerado o elemento mais limitante em pastagens, sendo sua deficiência uma das principais causas da degradação.

Uma das técnicas que podem ser adotadas é a consorciação de pastagens com gramíneas e leguminosas (Schunke, 2001). Assim, o uso da consorciação pode ser uma alternativa mais apropriada para o suprimento de nitrogênio do sistema (Barcelos et al., 2008). Pesquisas comprovam que pastagens consorciadas podem reduzir os gastos diretos com fertilizantes, melhorar a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema através da sua reciclagem para a gramínea, além de aumentar o período de utilização das pastagens, resultando em melhoria da distribuição de forragem ao longo do ano, sendo mais persistente a estacionalidade (Barcelos et al., 2008).

Portanto, espécies forrageiras, como as leguminosas, são capazes de suprir esta demanda, formando associações simbióticas que ocorrem eficientemente entre planta e bactérias do gênero *Rhizobium*, fixando o N<sub>2</sub> (Aita et al., 2001; Perin et al., 2004). A fixação de nitrogênio pelos nódulos formados nas raízes acontece pelo envolvimento da planta hospedeira com a bactéria. O processo de simbiose utiliza a energia obtida pela planta através da fotossíntese e depende muito do nível de crescimento da planta hospedeira. Por outro lado, esse processo de simbiose fornece nitrogênio para a planta, estimulando diretamente seu crescimento, sendo afetado por todos os fatores que influenciam no desenvolvimento das leguminosas (Carvalho e Pires, 2008). Segundo Perin et al. (2004) e Neres et al. (2012), as leguminosas apresentam baixa relação carbono/nitrogênio (C/N), aliada à presença de compostos solúveis, favorecendo a rápida decomposição e mineralização, com expressivo aporte de N ao sistema solo-planta

A consorciação entre gramíneas e leguminosas é uma boa opção, com baixo custo, para atenuar o problema da degradação das pastagens (Neres et al., 2012). Barcellos et al. (2008) explicam que as transferências do nitrogênio ocorrem abaixo e acima da superfície do solo, diretamente ou indiretamente para a planta mais próxima, seja pela excreção de nitrogênio na rizosfera da leguminosa, pela decomposição de raízes e nódulos, pela conexão por fungos micorrízicos das raízes da gramínea com aquelas da leguminosa ou ainda pela ação da fauna do solo sobre as raízes e os nódulos da leguminosa.

Entretanto, aproximadamente 5% do N total do solo está sob formas inorgânicas, como os íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), que são as formas preferenciais de absorção de N pelas plantas (Jarvis et al., 1996). A maior parte do N encontra-se na matéria orgânica do solo (MOS), ou seja, na forma de N-orgânico. Assim, a disponibilidade no solo é controlada principalmente pela mineralização e imobilização do N, dois processos opostos e simultâneos que ocorrem durante a decomposição de materiais orgânicos e da MOS pela população microbiana heterotrófica (Aita e Giacomini, 2007). Vale destacar que as quantidades de nitrogênio transferidas para a gramínea dependem também da capacidade de fixação de nitrogênio pela leguminosa.

Apesar de todas as vantagens na consorciação, existem algumas dificuldades para implantação do sistema, limitando sua expansão, como a falta de entendimento sobre as características morfofisiológicas contrastantes sobre a introdução de leguminosas em pastagens, dificultado sua persistência do consórcio, em virtude da escolha das espécies (Rosa et al., 2004). Segundo os mesmos autores, outra característica seria a deficiência do estabelecimento ou ainda do manejo da pastagem formada, decorrente de uma taxa de lotação inadequada, tendo efeito decisivo sobre a persistência de leguminosas na pastagem, e carência de técnicas de manejo específicas ou eficientes.

Entretanto, com o surgimento de cultivares de leguminosas forrageiras com eficientes mecanismos de persistência, o uso do consórcio retornou às propriedades, motivado pelos resultados de pesquisa no consórcio de gramíneas com leguminosas, especialmente estilosantes Campo Grande, refletindo-se em melhor produção de massa seca e valores nutritivos (Moreira et al., 2005; Lopes et al., 2011; Moreira et al., 2015).

Estas características podem representar um grande salto na atividade pecuária, garantindo elevadas produções por unidade de área (Costa et al., 2012). Neste aspecto, a consorciação de gramíneas com leguminosas é economicamente interessante para o produtor, pois se acredita que em torno de 80% do nitrogênio fixado pela leguminosa possa ser transferido de maneira indireta para a gramínea, liberado de forma gradual, devido à melhor cobertura do solo e ao aumento da produção de forragem, havendo redução significativa nos custos da adubação nitrogenada, que, por sua vez, apresenta um custo elevado ao produtor (Barcelos et al., 2008; Costa et al., 2012).

Entre as leguminosas forrageiras tropicais, destaca-se o estilosantes Campo Grande, forrageira originada do cruzamento entre *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*. Esta cultivar vem se destacando por apresentar resistência à antracnose,



grande produção de sementes e boa capacidade de ressemeadura natural em campo (Garcia et al., 2008).

Diversos estudos comprovaram o benefício do consórcio quanto aos valores produtivos e nutricionais da pastagem. Neste mesmo sentido, Diehl et al. (2014) avaliaram vários sistemas de consórcios de gramíneas com gramíneas e entre leguminosas com gramíneas e puderam observar que os consórcios entre gramíneas apresentaram menores valores de proteína bruta (PB) no período de seca (17,03%), quando comparado ao consórcio entre gramíneas e leguminosas (18,71%). Estes mesmos autores verificaram que o consórcio com leguminosas apresentou melhor digestibilidade da MS no período seco que o consórcio entre gramíneas, que foi, respectivamente, de 718,2 g kg<sup>-1</sup>MS e 681,6 g kg<sup>-1</sup>MS.

Garcia et al. (2008) avaliaram o consórcio de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes* Campo Grande e observaram aumento da PB da *Brachiaria decumbens* em consórcio com *Stylosanthes* Campo Grande (8,15%), quando comparado com a produção em monocultivo (6,90%). Skonieski et al. (2011) afirmaram que a maior participação de leguminosa no consórcio aumenta o teor de PB na MS total. Da mesma maneira, Vitor et al. (2008) mostraram resultados positivos com a consorciação de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*, tendo o cultivo em monocultivo apresentado maiores valores na estação seca de FDN que no consórcio: 622 g kg<sup>-1</sup>MS em relação ao cultivo em monocultivo de 612 g kg<sup>-1</sup>MS. Já para a FDA, os autores encontraram valores para pasto consorciado de 370 g kg<sup>-1</sup>MS e, em cultivo monocultivo, de 340 g kg<sup>-1</sup>MS.

Nesse sentido, é necessário traçar estratégias para manter a persistência da leguminosa nos sistemas forrageiros. Diante disso, é importante ressaltar que um dos pontos chave no manejo das pastagens consorciadas é a escolha de um sistema de semeadura adequado para manter a composição botânica do consórcio com boa proporção da leguminosa. Para isso, é necessário estabelecer práticas de manejo para aumentar sua persistência ao longo do tempo (Moreira et al., 2013).

Moreira et al. (2015) avaliaram o sistema de semeadura em linha e a lanço no consórcio de *Brachiaria brizantha* cv marandu e xaraés com o *Stylosanthes* Campo Grande, que se refletiu em melhor produção de massa seca na primavera e no verão, com teores médios de 13.680 kg ha<sup>-1</sup> e de 14.295 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Diante disso, considerando a importância da consorciação de gramíneas com leguminosas para a sustentabilidade dos empreendimentos da pecuária no Cerrado e o lançamento de novas forrageiras para a diversificação das pastagens, tendo como

finalidade levar o conhecimento técnico-científico, é necessário a recomendação do melhor método de semadura para o consórcio do estilosantes Campo Grande com as novas cultivares de *Brachiaria brizantha* (BRS Piatã e BRS Paiaguás) para maior eficiência de utilização desse sistema.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 157-165, 2001.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Matéria orgânica do solo, nitrogênio e enxofre nos diversos sistemas de exploração agrícola. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Coord.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. 1. ed. Piracicaba: IPNI Brasil, 2007. p. 1-42.

BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira e Zootecnia**, v.37, p. 51-67, 2008, suplemento especial.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 1, p. 103-113, 2008.

CHIARI, L. ROCHA, M. VALLE, C.B. SALGADO, L. R. **Variabilidade genética em acessos e cultivares de quatro espécies de brachiaria estimadas por marcadores RAPD**. Campo Grande – MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 24).

COSTA, R. N. N.; LANGE, A.; CAIONE, G.; SCHONINGER, L. Produção de forragem para ovinos utilizando o consórcio de gramíneas com leguminosas sob pastejo rotacionado. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.10, n.1, p.99-109, 2012.

DIEHL, M. S.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; JUNIOR, R. L. de; BRATZ, V. F. SANTOS, J. C. dos. Massa de forragem e valor nutritivo de capim elefante, azevém e espécies de crescimento espontâneo consorciadas com amendoim forrageiro ou trevo vermelho. **Ciência Rural**, v.44, n.10, p.1845-1852, 2014.

EMBRAPA GADO DE CORTE- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **“Capim-piatã” homenageia povo indígena Tupi Guarani**. Campo Grande: Informativo Piatã, Ano I, edição II, 2008.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; VALLE, C. B. do; NANTES, N. N. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 45, n.3, p. 85-92, 2016.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R.A.; CACERE, E.R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p.98-106, 2009.

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

GARCIA, F. M.; BARBOSA, R. Z. GIATTI JR., N.O. O Uso de estilosantes Campo Grande em consórcio com Braquiariinha (*Brachiaria decumbens*). **Revista Científica Eletônica De Agronomia**, v. 01, n. 3, p. 1-7, 2008.

JARVIS, S. C.; STOCKDALE, E. A.; SHEPHERD, M. A.; POWLSON, D. S. Nitrogen mineralization in temperate agricultural soils: processes and measurement. **Advances in Agronomy**, v. 57, n.3, p. 187-235, 1996.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C.; QUEIROZ, D.S.; MUNIZ, J.A. Doses de fósforo no estabelecimento de capim-xaraés e estilosantes Mineirão em consórcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2658-2665, 2011.

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

MOREIRA, J.F.M.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; GUSTAVO, A.S.; EPIFÂNIO, P.S.; CRUVINEL, W. S.; BENTO, J.C. Production and chemical composition of cultivars *Brachiaria brizantha* and Campo Grande stylo in monocropping and intercropping systems under different planting methods. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 5, p. 317-327, 2015.

MOREIRA, J.F.M.; COSTA, K.A.P.; SEVERIANO, E.C.; EPIFÂNIO, P.S.; CRUNIVEL, W.S.; GUIMARÃES, K.C. Protein fraction and digestibility of marandu, xaraes and campo grande grasses in monocropping and intercropping systems under different sowing methods. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 63-71, 2013.

MOREIRA, L.M.; FONSECA, D.M.; VÍTOR, C.M.T.; ASSIS, A.J.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; OBEID, J.A. Renovação de pastagem degradada de capim gordura com a introdução de forrageiras tropicais adubadas com nitrogênio ou em consórcios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 442-453, 2005.

MYERS, R.J.K.; ROBBINS, G.B. Sustaining productive pastures in the tropics. 5. Maintaining productive sown grass pastures. **Tropical Grasslands**, v.25, n.1, p.104-110, 1991.

NANTES, N.N.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R.A.; GOIS, P.O. Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.1, p.114-121, 2013.

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

PAULINO, V. T.; CAMPOS, F. P.; LUCENA, M. A. C. ; PAULINO, T. S.. Manejo Sustentável de Pastagens. In: Andréa Krystina Vicente Guimarães, Amanda Frederico Mortati, Marcia Mourão Ramos Azevedo, Cléo Rodrigo Bressan. (Org.). Anais II Simpósio de Ciências Agrárias da Amazônia. 1ed.Santarém - PA: UFOPA, 2015, v. 1, p. 12-27.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. C.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

ROSA, S.R.A.; CASTRO, T.A.P.; OLIVEIRA, I.P. Análise de crescimento em braquiária nos sistemas de plantio monocultivo e consórcio com leguminosas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, n. 1, p. 9-17, 2004.

SANTOS, M. E. R.; MARTUSCELLO, J. A. ; FONSECA, D. M. . **Novas tendências para o manejo do pastejo de gramíneas utilizadas na alimentação do gado de leite**. In: José Carlos Peixoto Modesto da Silva; André Soares de Oliveira; Cristina Mattos Veloso. (Org.). Manejo e Administração na Bovinocultura Leiteira. 1ed.Viçosa: Suprema Gráfica Editora Ltda, 2009, p. 327-353.

SCHUNKE, R.M. **Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do nitrogênio do solo**. Documentos 111, Campo Grande, MS, p. 1- 26, 2001.

SHELTON, H.M.; FRANZEL, S.; PETERS, M. Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success. In: Mc Gilloway, D. A. (Org.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: IGC, 2005. p.149-166.

SKONIESKI, F.R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R.F.; NORBERG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O.A.D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.550-556, 2011.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; VALÉRIO, J.R.; FERNANDES, C.D.; MACEDO, M.C.M.; VERZIGNASSI, J.R.; MACHADO, L.A.Z. BRS Paiaguás: A new *Brachiaria (Urochloa)* cultivar for tropical pastures in Brazil. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v.1, n.1, p.121–122, 2013.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; VALÉRIO, J.R.; MACEDO, M.C.M.; FERNANDES, C.D.; DIAS FILHO, M.B. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. **Seed News**, v.11, n.2, p.28-30, 2007.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M. da; MOREIRA, L. de M.; FAGUNDES, J. L. JUNIOR, D. do N.; JUNIOR J. I. R.; PEREIRA, A. L. Rendimento e composição química do capim braquiária introduzido em pastagem degradada de capim gordura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2107-2114, 2008.

## 2. OBJETIVOS

Avaliar as características produtivas e nutricionais de cultivares de *Brachiaria brizantha* consorciadas com estilosantes Campo Grande em diferentes sistemas forrageiros, nas estações do ano, por um período de dois anos.

Avaliar a nutrição nitrogenada, através atributos químicos do solo e do estado nutricional das plantas forrageiras do consórcio do estilosantes Campo Grande em diferentes sistemas forrageiros, nas estações do ano, por um período de dois anos.

## CAPITULO I

### CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DE CULTIVARES DE *Brachiaria brizantha* CONSORCIADAS COM ESTILOSANTES CAMPO GRANDE EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS

**RESUMO:** As pastagens representam a forma mais prática e econômica de alimentação de bovinos e são a base de sustentação da pecuária no Brasil. Diante disto, objetivou-se avaliar as características produtivas e nutricionais de cultivares de *Brachiaria brizantha*, consorciadas com estilosantes Campo Grande em diferentes sistemas forrageiros, nas estações do ano, por um período de dois anos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos dos seguintes sistemas forrageiros: capim-piatã, capim-paiaguás, estilosantes Campo Grande, capim-piatã consorciado com estilosantes em linha alternadas; capim-piatã consorciado com estilosantes a lanço; capim-paiaguás consorciado com estilosantes em linha alternadas; e capim-paiaguás consorciado com estilosantes a lanço. As avaliações foram realizadas nas quatro estações climáticas do ano (inverno, primavera, verão e outono) nas mesmas parcelas, durante um período de dois anos. Os capins piatã e paiaguás mostraram comportamento semelhante entre os sistemas forrageiros, indicando que ambos podem ser consorciados com estilosantes. A consorciação entre gramínea e leguminosa influenciou de forma positiva nas características produtivas e nutricionais das forrageiras, por aumentar a produção de massa seca, teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e diminuir as frações fibrosas. O



método de semeadura em linha foi mais eficiente em manter maior proporção da leguminosa no sistema, refletindo-se em melhores resultados.

**Palavras-Chave:** Capim-paiaguás, Capim-piatã, Estação do ano, Leguminosas forrageiras, *Stylosanthes spp.*

## **PRODUCTIVE AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF *Brachiaria brizantha* CULTIVARS INTERCROPPED WITH *Stylosanthes cv.* CAMPO GRANDE IN DIFFERENT FORAGE SYSTEMS**

**ABSTRACT:** Pastures represent the most practical and economical way to feed cattle and are the basis for livestock support in Brazil. This study aimed to evaluate the productive and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* cultivars, intercropped with *Stylosanthes spp. cv.* Campo Grande in different forage systems, in all year seasons for two years. The experimental design was a randomized complete block with three replicates. The experimental design was a randomized complete block with three replicates. The treatments were composed by the following forage systems: Piata palisadegrass (*Brachiaria brizantha cv.* BRS Piata); Paiaguas palisadegrass (*Brachiaria brizantha cv.* BRS Paiaguas); *Stylosanthes cv.* Campo Grande; Piata palisadegrass intercropping with *Stylosanthes* in-line; Piata palisadegrass intercropping with *Stylosanthes* by throw; Paiaguas palisadegrass intercropping with *Stylosanthes* in-line; and Paiaguas palisadegrass intercropping with *Stylosanthes* by throw. The evaluations were carried out in the four climatic year seasons (winter, spring, summer, and fall) in the same plots for two years. The Piata palisadegrass and Paiaguas palisadegrass showed similar behavior among the forage systems, indicating that both can be intercropped with *Stylosanthes*. The intercropping between grass and leguminous affected positively the productive and nutritional characteristics of the forages, increasing the dry mass, crude protein (CP), and dry mass *in vitro* digestibility (DMI<sub>VD</sub>), and decreasing the fibrous fractions. The in-line sowing method was more efficient in maintaining a greater leguminous proportion in the system, showing better results.

**Keywords:** Paiaguas palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguas). Piata palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piata). Year season. Forage leguminous. *Stylosanthes* spp.

## INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira vem experimentando um forte processo de intensificação do uso de tecnologias e de aumento de produtividade. O uso de leguminosas forrageiras na formação de pastos consorciados é uma tecnologia que pode contribuir muito para a sustentabilidade desse processo de modernização da pecuária brasileira (Andrade e Assis, 2012). Vale ressaltar que a consorciação de gramíneas com leguminosas é uma prática agropecuária reconhecida há muitas décadas. Esta tecnologia evoluiu bastante, e sua adoção já vem sendo feita em várias regiões brasileiras.

Apesar do avanço em pesquisas na área da forragicultura, as pastagens cultivadas em diferentes regiões tropicais têm mostrado sinais de degradação em poucos anos de uso, principalmente as espécies forrageiras do gênero *Brachiaria*. Estas espécies têm maior representatividade em pastagens cultivadas, entrando em degradação em decorrência da falta de reposição de nutrientes, principalmente do nitrogênio (N) (Boddey et al., 2004).

Pastagens não adubadas, formadas apenas com gramíneas, apresentam déficit anual de nitrogênio, que varia de 60 a 100 kg ha<sup>-1</sup> em solos de Cerrado (Bonfim-Silva e Monteiro, 2006). Sem a correção desse déficit, seja por meio da adubação nitrogenada, ou pelo uso de leguminosas consorciadas com gramíneas, essas pastagens se tornam improdutivas e acabam entrando em processo de degradação, diminuindo o fluxo de biomassa, fato este devido ao excesso de pastejo e a condições de baixa fertilidade do solo, tornando-se ineficientes ao longo do tempo (Skonieski et al., 2011; Andrade e Assis, 2012; Lins et al., 2015).

Neste contexto, é importante destacar que o nitrogênio é o nutriente mais importante em termos de ganhos, dando à planta uma taxa mais rápida de crescimento e de produtividade (Roma et al., 2012). Apesar de sua eficácia comprovada, o uso de fertilizantes nitrogenados em pastagens é limitado, devido ao alto custo em virtude da extensão das áreas envolvidas e da necessidade de aplicações frequentes, podendo sua deficiência desencadear um processo de degradação das pastagens (Costa et al., 2010; Freire et al., 2012).

Em busca de fornecer uma fonte de nitrogênio para as pastagens, de forma sustentável, a adoção da tecnologia usando o consórcio de leguminosas com gramíneas oferece oportunidades importantes para a produção animal. O consórcio entre ambas promove incrementos na produção animal, pela qualidade e quantidade de forragem em oferta, resultante não só na melhoria da qualidade da dieta ofertada aos animais, mas minimizando, desta forma, os custos de produção de bovinos criados a pasto.

Segundo Souza et al. (2016), a capacidade de reciclagem das leguminosas em fixar biologicamente o nitrogênio (N<sub>2</sub>) da atmosfera se reflete na reposição de nutrientes (N) no solo, melhorando a qualidade nutricional da forragem consumida pelos animais e reduzindo o custo com fertilizantes. Processo desencadeado pela associação simbiótica de suas raízes com bactérias do gênero *Rhizobium* (Andrade et al., 2010).

Os autores ressaltam ainda os efeitos indiretos relacionados com a fixação simbiótica de N<sub>2</sub> e seu repasse ao sistema por meio de sua reciclagem e transferência para as gramíneas sem necessidade de fertilizantes químicos, além de aumentar o período de utilização das pastagens, conferindo aumento na produtividade e na lucratividade do sistema (Barcellos et al., 2008; Lopes et al., 2011; Lüscher et al., 2014). Segundo Cruz et al. (2010), o N promove diversas alterações fisiológicas em gramíneas forrageiras, sendo fatores importantes na produção de massa seca e no valor nutritivo das plantas forrageiras, resultando na elevação de índices zootécnicos.

Com o surgimento de cultivares de leguminosas forrageiras com eficientes mecanismos de persistência, o uso do consórcio retornou às propriedades, motivado pelos bons resultados de pesquisa no consórcio de gramíneas com leguminosa, especialmente *Stylosanthes* (Lopes et al., 2011; Moreira et al., 2013a; Moreira et al., 2013b).

Apesar das características positivas, é necessário traçar estratégias para manter a persistência da leguminosa nos sistemas forrageiros, sendo que um dos pontos chave nesse sistema é um método de semeadura adequado para manter a composição botânica do consórcio com boa proporção da leguminosa (Moreira et al., 2013a; Moreira et al., 2013b). Lernoud e Willer (2016) relataram que as leguminosas bem adaptadas e resistentes à seca poderão diminuir a estacionalidade da produção de forragem verificada em pastos exclusivos de gramíneas.

Diante disso, objetivou-se avaliar as características produtivas e nutricionais de cultivares de *Brachiaria brizantha* consorciadas com estilosantes Campo Grande em diferentes sistemas forrageiros, nas estações do ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área e tratamentos

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, de março de 2013 a junho de 2015. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, (Santos et al., 2013), com 530 g kg<sup>-1</sup> de argila, 140 g kg<sup>-1</sup> de silte, 330 g kg<sup>-1</sup> de areia, cujas características químicas, na camada de 0-20 cm de profundidade estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do Latossolo Vermelho Distroférico nos anos de 2013 (antes da implantação) e 2014.

<b>Características</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,13	4,62
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,15	0,19
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,83	6,25
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,28	2,78
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,11	0,82
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,49	1,00
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	10,71	10,85
P-Mehlich-1 (mg dm <sup>-3</sup> )	3,02	5,33
V (%)	45,56	42,39
Matéria orgânica (g dm <sup>-3</sup> )	22,21	28,16

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos dos seguintes sistemas forrageiros: capim-piatã, capim-paiaguás, estilosantes Campo Grande, capim-piatã consorciado com estilosantes em linha alternadas; capim-piatã consorciado com estilosantes a lanço; capim-paiaguás consorciado com estilosantes em linha alternadas; e capim-paiaguás consorciado com estilosantes a lanço. As avaliações foram feitas nas quatro estações climáticas do ano (inverno, primavera, verão e outono) nas mesmas parcelas, durante período de dois anos.

Para a semeadura das forrageiras, foram aplicados 3 e 5 kg de sementes puras viáveis por hectare do estilosantes Campo Grande e das gramíneas, respectivamente. As sementes da *Brachiaria brizantha* BRS Paiaguás foram fornecidas pela Embrapa Gado de

Corte, através do contrato assinado de transferência de material com o Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde (processo: 20500.13 / 0013-1).

A área de cada parcela foi de 3,0 m de comprimento e 4,0 m de largura, totalizando 12 m<sup>2</sup>. A semeadura do consórcio em linha foi constituída de oito linhas de 3,0 m cada, sendo quatro linhas alternadas da gramínea e quatro da leguminosa, com espaçamento entre linhas de 50 cm. E para a semeadura do consórcio a lanço, o estilosantes foi aplicado em cobertura, junto com as sementes das gramíneas.

Na semeadura das forrageiras, foram aplicados em todas as parcelas 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR 12, utilizando como fonte o superfosfato simples e fritas, respectivamente. No segundo ano, foi feita adubação de manutenção, com 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, provenientes das fontes de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Nas gramíneas em monocultivo, foram aplicados 90 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio por ano, na fonte de ureia, parcelado em três aplicações, sendo no primeiro ano em abril/2013, outubro/2013 e janeiro/2014 e no segundo ano, em abril/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.

Após a germinação, foi feito o desbaste das plantas nos sistemas consorciados, de forma a manter o mesmo número de plantas de gramínea e de leguminosa na proporção 1:1. (Tabela 2).

Tabela 2. Proporção (%) de plantas do estilosantes nos sistemas forrageiros, em diferentes estações do ano, por um período de dois anos.

Sistemas Forrageiros	Inverno	Primavera	Verão	Outono
	Primeiro Ano			
Piatã x CG em linha	46,0	47,5	49,3	47,7
Piatã x CG a lanço	41,5	42,6	43,6	40,0
Paiaguás x CG em linha	46,5	47,0	50,0	47,3
Paiaguás x CG a lanço	40,3	41,5	42,6	39,5
	Segundo Ano			
Piatã x CG em linha	38,3	39,0	40,3	36,0
Piatã x CG a lanço	30,6	31,6	32,6	24,6
Paiaguás x CG em linha	37,0	38,3	39,0	35,3
Paiaguás x CG a lanço	31,5	30,5	31,3	26,6

CG: Campo Grande

Durante a condução do experimento, foi avaliada a proporção de plantas dos sistemas consorciados, contando-se as plantas da leguminosa, em todas as estações do ano, por um período de dois anos (Tabela 2).

Os dados de temperatura média mensal e precipitação pluvial foram monitorados diariamente durante a condução do experimento (Figura 1).

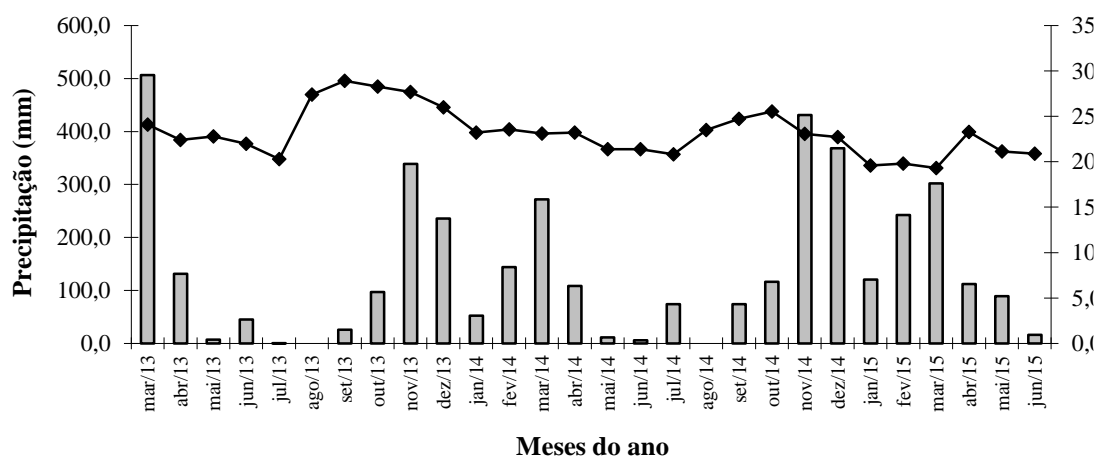


Figura 1. Temperaturas médias (°C) e precipitações pluviais (mm) observadas durante o período de março de 2013 a junho de 2015, em Rio Verde-GO.

### **Avaliação da produção e qualidade da forragem**

A avaliação da produção de massa seca e do valor nutritivo das forrageiras foi feita nas quatro estações do ano, coletando uma amostra de 1 m<sup>2</sup> por parcela, simulando pastejo, a uma altura de 20 cm da superfície do solo, direcionando o quadrado para cada linha das forrageiras na área útil, de forma que foram amostradas gramíneas e leguminosas. Para o método de semeadura a lanço, o quadrado foi lançado de modo aleatório dentro de cada parcela. Foram feitos 22 cortes de avaliação das forrageiras, constituindo de dois anos, sendo dois cortes no inverno e três no outono, primavera e verão, onde a primeira avaliação ocorreu no inverno.

Após cada corte de avaliação, foi feito o corte de uniformização de toda a área experimental, na mesma altura de corte das plantas avaliadas, sendo retirado da área o resíduo resultante dessa uniformização.

O material foi colocado em sacos de plástico e, posteriormente, retirada uma amostra representativa da forragem de aproximadamente 500g e colocada em sacos de papel. As amostras foram acondicionadas na estufa com circulação de 55°C, por 72 horas, para determinação da matéria seca parcial. Posteriormente, o material foi moído, em

moinho tipo Willey, e submetido às análises. A análise química da forragem foi feita da parte aérea inteira.

Após cada corte, foi feita a contagem do número de perfilhos por metro linear, além da avaliação da relação lâmina foliar, separados manualmente em lâminas foliares e colmos e acondicionados em sacos de papel, pesados e depois encaminhados para secagem em estufa de ventilação forçada (55°C) até atingirem peso constante, quando foram novamente pesados. A relação lâmina foliar foi calculada como o quociente entre a massa seca de lâminas foliares e a massa seca de colmos.

As análises químico-bromatológicas foram feitas para determinação de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), obtida pela determinação do N total, utilizando a técnica de micro-Kjeldahl e o fator de conversão fixa (6,25), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, segundo preconizado por Silva e Queiroz (2002).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos usando a equação [% NDT = 105,2 - 0,68 (% FDN)], proposta por Chandler (1990). Para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foi adotada a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), adaptada para o rúmen artificial, desenvolvida pela ANKON<sup>®</sup>, usando o "*Daisy incubadora*" de Ankom Technology (*in vitro true digestibility- IVTD*).

### **Análise Estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5% de probabilidade. As análises foram feitas pelo modelo de parcela subdividida no tempo, para as avaliações das estações e ano, conforme adequação de modelos lineares de Gauss Markov, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011).

## **RESULTADOS**

Avaliando a produção de massa seca, número de perfilhos e relação lâmina foliar, observa-se, nas Tabelas 3 e Figuras 2a e b, influência ( $p < 0,05$ ) das estações do ano e anos avaliados sobre as variáveis estudadas.

No inverno, a menor produção de massa seca (Tabela 3), foi obtida no estilosantes, diferindo ( $p < 0,05$ ) dos outros sistemas forrageiros. No entanto, na primavera, verão e outono, os capins piatã e paiaguás, consorciados na linha com estilosantes, obtiveram maior produção, seguidos pelo consórcio a lança e gramíneas em monocultivo.

Tabela 3. Produção de massa seca, número de perfilhos e relação lâmina foliar dos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano

Sistemas Forrageiros	Inverno	Primavera	Verão	Outono
	Produção de massa seca (kg ha <sup>-1</sup> )			
Estilosantes CG	1.590 Bc	2.706 Cbc	4.009 Ca	3.277 Cb
Piatã	2.344 Ac	4.207 Bab	5.180 Ba	4.042 Bb
Paiaguás	2.490 Ac	4.360 Bb	5.110 Ba	4.126 Bab
Piatã x CG em linha	2.467 Ac	4.964 Ab	6.008 Aa	5.075 Ab
Piatã x CG a lanço	2.181 Ac	4.178 Bb	4.435 Ba	3.915 Bb
Paiaguás x CG em linha	2.610 Ac	4.910 Ab	6.253 Aa	5.898 Ab
Paiaguás x CG a lanço	2.027 Ac	4.058 Bb	4.828 Ba	3.974 Bb
CV (%)	..... 16,63.....			
	Número de perfilhos/m <sup>2</sup>			
Estilosantes CG	172,83 Bb	220,25 Cab	304,16 Ba	254,00 Bab
Piatã	225,50 Ab	284,25 Bab	353,33 Ba	232,91 Bb
Paiaguás	214,33 Ab	305,66 Ba	329,00 Ba	282,50 Bab
Piatã x CG em linha	268,33 Ab	392,25 Aab	438,33 Aa	381,00 Aa
Piatã x CG a lanço	230,00 Ab	273,41 BCb	326,83 Ba	253,50 Ba
Paiaguás x CG em linha	266,50 Ab	410,33 Aa	443,33 Aa	368,50 Aab
Paiaguás x CG a lanço	218,50 Ab	262,41 BCa	305,83 Ba	252,33 Ba
CV (%)	..... 17,36 .....			
	Relação lâmina foliar:colmo			
Estilosantes CG	0,91 Cc	1,34 Cb	1,78 Ca	1,41 Cb
Piatã	1,52 Bb	2,22 ABab	2,97 ABa	2,19 ABab
Paiaguás	1,92 ABb	2,59 Aab	3,15 ABa	2,56 Aab
Piatã x CG em linha	2,36 Ab	2,74 Aab	3,39 Aa	2,71 Aab
Piatã x CG a lanço	1,95 ABb	2,19 ABab	2,61 Ba	2,23 ABab
Paiaguás x CG em linha	2,39 Ab	2,80 Aab	3,26 Aa	2,81 Aab
Paiaguás x CG a lanço	2,09 ABb	2,24 ABab	2,71 Ba	2,14 ABab
CV (%)	..... 22,74.....			

Médias de dois anos seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estações do ano), diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). CG: Campo Grande.



Comparando a produção de massa seca das estações do ano dentro de cada sistema forrageiro, Tabela 3, observa-se que, em todos os sistemas, a maior produção foi obtida no verão e a menor, no inverno.

Quando se avaliam os anos, Figura 2a, observa-se que no primeiro ano o estilosantes apresentou menor produção de massa seca, com aumento de 16,5% em relação ao segundo ano. Para o consórcio a lanço dos capins piatã e paiaguás, a produção de massa seca foi menor no segundo ano, com redução de 53,8 e 38,0% na produção, respectivamente. E para as gramíneas em monocultivo e consorciadas em linha, as produções foram semelhantes nos dois anos de avaliação.

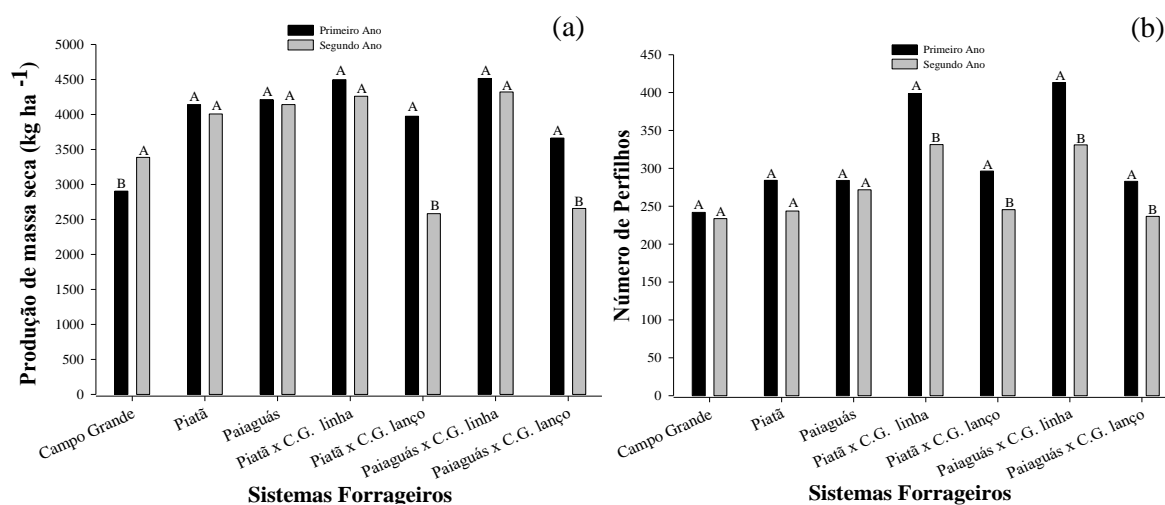


Figura 2. Produção de massa seca (a) e número de perfilhos (b) das plantas dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). CG: Campo Grande.

Avaliando o número de perfilho das plantas, no inverno o estilosantes apresentou os menores valores ( $p < 0,05$ ), quando comparado aos demais sistemas, que apresentaram resultados semelhantes. Na primavera, verão e outono, os maiores valores foram obtidos no consórcio em linha, sendo que no consórcio a lanço o número de perfilhos foi semelhante ao das gramíneas em monocultivo (Tabela 3).

Em relação às estações do ano dentro de cada sistema forrageiro, Tabela 3, verificou-se que para todos os sistemas o número de perfilhos diferiu ( $p < 0,05$ ) apenas entre o verão e o inverno, tendo no inverno apresentado os menores valores.

Entre os anos de avaliação, Figura 2b, o número de perfilhos foi semelhante ( $p > 0,05$ ) para o estilosante e gramíneas em monocultivo, mas foi observada diferença entre os sistemas consorciados em linha e a lanço. Em média, o número de perfilhos dos

sistemas consorciados no primeiro ano foi superior ao segundo ano, com aumento de 20,2 e 24,8% no sistema de semadura em linha, enquanto para o sistema a lanço o aumento foi de 20,7 e 19,6% no consórcio com capins piatã e paiaguás, respectivamente.

Para a relação lâmina foliar:colmo, observa-se, na Tabela 3, que em todas as estações a maior relação foi obtida no consórcio em linha, diferenciando-se do capim-paiaguás e estilosantes em monocultivo. Com relação às estações do ano dentro de cada sistema forrageiro, para o estilosantes, no verão, foi obtida maior relação lâmina foliar:colmo, seguido do outono e primavera, diferenciando-se do inverno. E para as gramíneas em monocultivo e consorciadas nas duas formas de semadura, apenas a estação do verão se diferenciou do inverno, que apresentou menor relação.

Analisando a relação lâmina foliar:colmo, Figura 3a, entre os anos de avaliação, observou-se que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os sistemas forrageiros em monocultivo. No entanto, para os sistemas consorciados, houve redução ( $p<0,05$ ) no segundo ano da relação de 9,3 e 17,8% para a semadura em linha e de 20,1 e 27,8% para a semadura a lanço, com os capins piatã e paiaguás, respectivamente.

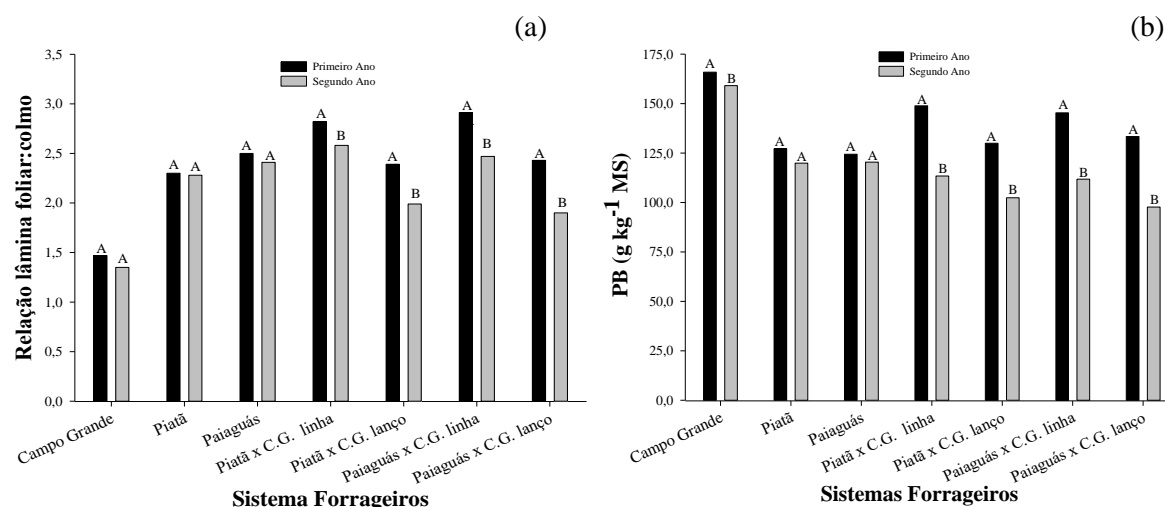


Figura 3. Relação lâmina foliar:colmo (a) e teores de PB (b) dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). CG: Campo Grande.

Para os teores de PB, Tabela 4, em todas as estações do ano o estilosantes obteve os maiores teores de PB. No verão e outono, as gramíneas em monocultivo e consorciadas a lanço apresentaram teores de PB semelhantes ( $p>0,05$ ). Os sistemas de

semeadura em linha foram mais eficientes em elevar o teor proteico das forrageiras quando comparados ao sistema a lanço.

Os teores de PB dos sistemas forrageiros variaram em relação às estações do ano (Tabela 4). O estilosantes, no inverno, diferiu das demais estações, com menores valores. Já para as gramíneas em monocultivo e consorciadas, os maiores teores de PB foram obtidos no verão, diferenciando-se da primavera e inverno.

Em relação aos anos de avaliação, os teores de PB, Figura 3b, foram semelhantes para os sistemas do estilosantes e gramíneas em monocultivo ( $p>0,05$ ). No entanto, para os sistemas consorciados, nas duas formas de semeadura, houve redução nos teores de PB no segundo ano, sendo de 31,3 e 29,9% para a semeadura em linha e de 26,8 e 36,4% para a semeadura a lanço, com os capins piatã e paiaguás, respectivamente.

Os teores de EE foram influenciados ( $p<0,05$ ) pelos sistemas forrageiros (Tabela 4). Para as estações do inverno e primavera, as gramíneas em monocultivo apresentaram os menores teores de EE, diferindo dos demais tratamentos. No verão e outono, apenas o estilosantes em monocultivo e consorciado em linha diferiu das gramíneas em monocultivo.

Quando são avaliadas as estações do ano dentro de cada sistema forrageiro, (Tabela 4, nota-se que os teores de EE foram semelhantes entre as estações da primavera, verão e outono, diferenciando ( $p<0,05$ ) do inverno, que apresentou o menor valor. Já para os sistemas consorciados, não houve diferença significativa em relação às estações do ano.

Tabela 4. Teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e nutrientes digestíveis totais (NDT) dos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano.

Sistemas Forrageiros	Inverno	Primavera	Verão	Outono
	PB (g kg <sup>-1</sup> MS)			
Estilosantes CG	128,4 Ab	157,3 Aa	178,8 Aa	161,5 Aa
Piatã	91,0 Bc	112,5 Bb	136,6 Ca	120,1 Cab
Paiaguás	90,2 Bc	111,4 Bb	135,5 Ca	122,4 Cab
Piatã x CG em linha	103,5 Bc	125,2 Bb	154,4 Ba	141,5 Bab
Piatã x CG a lanço	106,3 Bb	113,6 Bb	131,0 Ca	112,6 Cab
Paiaguás x CG em linha	103,6 Bb	122,3 Bb	148,6 Ba	139,7 Bab

Paiaguás x CG a lanço	103,2 Bb	114,9 Bb	131,4 Ca	112,6 Cab
CV (%)	..... 7,92 .....			
<b>EE (g kg<sup>-1</sup> MS)</b>				
Estilosantes CG	25,0 Ab	26,1 Aa	27,3 Aa	28,0 Aa
Piatã	16,9 Bb	19,0 Ba	18,5 Ba	18,6 Ba
Paiaguás	16,1 Bb	17,4 Ba	18,3 Ba	17,7 Ba
Piatã x CG em linha	21,8 Aa	23,2 Aa	24,2 Aa	24,5 Aa
Piatã x CG a lanço	22,9 Aa	22,1 Aa	21,4 ABa	21,8 ABa
Paiaguás x CG em linha	23,6 Aa	23,7 Aa	25,7 Aa	23,7 Aa
Paiaguás x CG a lanço	21,9 Aa	22,5 Aa	21,5 ABa	21,9 ABa
CV (%)	..... 9,28 .....			
<b>DIVMS (g kg<sup>-1</sup> MS)</b>				
Estilosantes CG	546,1 Ab	615,5 Aa	647,0 Aa	634,3 Aa
Piatã	414,6 Cb	517,6 Ba	557,3 Ba	527,8 Ca
Paiaguás	417,8 Cb	531,3 Ba	561,6 Ba	536,0 Ca
Piatã x CG em linha	494,6 ABb	600,2 Aa	614,6 Aa	567,1 Bab
Piatã x CG a lanço	450,8 BCb	541,0 ABa	559,4 Ba	539,8 BCa
Paiaguás x CG em linha	504,0 ABb	602,6 Aa	621,1 Aa	588,5 Bab
Paiaguás x CG a lanço	444,6 BCb	560,8 ABa	562,0 Ba	550,1 BCa
CV (%)	..... 5,86 .....			
<b>NDT (g kg<sup>-1</sup> MS)</b>				
Estilosantes CG	521,1 Aa	564,9 Aa	588,5 Aa	579,6 Aa
Piatã	451,9 Bb	478,4 Ba	486,7 Ba	473,7 Ba
Paiaguás	458,4 Bb	481,2 Ba	476,5 Ba	478,4 Ba
Piatã x CG em linha	510,5 Aa	556,9 Aa	554,8 Aa	561,4 Aa
Piatã x CG a lanço	511,7 Aa	538,0 Aa	551,3 Aa	554,2 Aa
Paiaguás x CG em linha	512,7 Aa	551,5 Aa	551,2 Aa	565,4 Aa
Paiaguás x CG a lanço	509,8 Aa	536,7 Aa	535,2 Aa	558,1 Aa
CV (%)	..... 4,09 .....			

Médias de dois anos seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estações do ano), diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). CG: Campo Grande.

Com relação aos anos, as maiores variações nos teores de EE, Figura 4a, foram observadas nos sistemas consorciados a lanço, que apresentaram redução no segundo ano de 10,2 e 17,7% para os capins piatã e paiaguás, respectivamente.

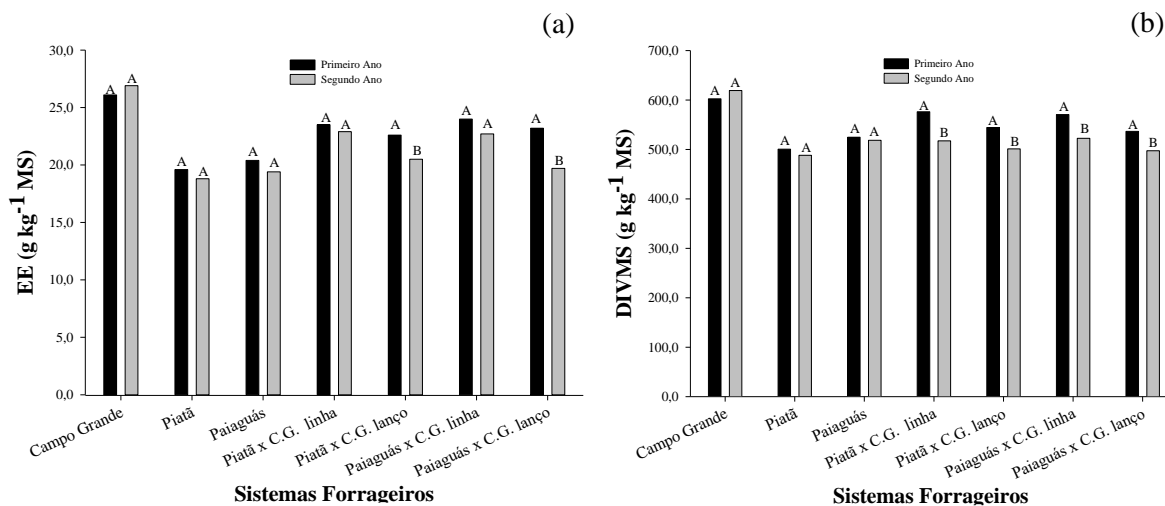


Figura 4. Teores de EE (a) e DIVMS (b) dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). CG: Campo Grande.

Os maiores teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) no inverno, primavera e verão foram obtidos pelo estilosantes em monocultivo e consorciado em linha. No outono, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os sistemas consorciados, sendo o incremento da digestibilidade, em média, de 5,5% quando comparado aos sistemas das gramíneas em monocultivo. Em relação às estações do ano dentro de cada sistema forrageiro, Tabela 4, os menores valores da DIVMS foram obtidos no inverno, diferenciando-se das outras estações.

O segundo ano de avaliação apresentou menor DIVMS, Figura 4b, nos sistemas consorciados. Já nos sistemas de monocultivo, a DIVMS foi semelhante no primeiro e segundo ano.

Analisando os teores de NDT, observa-se, na Tabela 4, que, em todas as estações, os menores teores foram obtidos nas gramíneas em monocultivo, diferenciando-se ( $p < 0,05$ ) do estilosantes em monocultivo e consorciado nas duas formas de semeadura. Entretanto, quando são avaliadas as estações do ano dentro de cada sistema forrageiro, os teores de NDT foram semelhantes ( $p > 0,05$ ) entre as estações da primavera, verão e outono, diferenciando-se apenas do inverno, que obteve menores valores de NDT.

Para avaliação dos anos, em todos os sistemas, os teores de NDT foram semelhantes entre os anos de avaliados (Figura 5a).

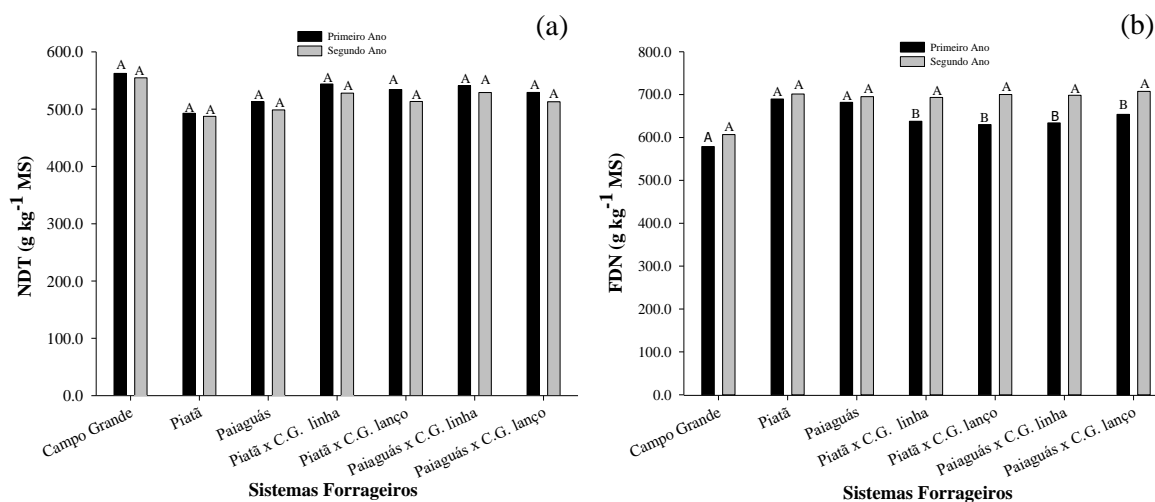


Figura 5. Teores de NDT (a) e FDN (b) dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). CG: Campo Grande.

Em todas as estações do ano, as gramíneas em monocultivo apresentaram maiores teores de FDN, Tabela 5, diferindo ( $p < 0,05$ ) dos outros sistemas forrageiros. Em contrapartida, no verão e outono, as gramíneas consorciadas em linha apresentaram teores semelhantes ao do estilosantes em monocultivo (Tabela 5).

Em relação aos teores de FDN das estações do ano dentro de cada sistema forrageiro, Tabela 5, o estilosantes e as gramíneas em monocultivo apresentaram teores semelhantes entre as estações de primavera, verão e outono, diferenciando-se apenas do inverno, com maior valor. Já para os sistemas consorciados, a semeadura em linha no verão obteve o menor teor de FDN.

Para os anos avaliados, Figura 5b no segundo ano houve aumento nos teores de FDN, com incremento de 8,7 e 10,1% para o consórcio em linha e de 11,1 e 8,2% para o consórcio a lanço com os capins piatã e paiaguás, respectivamente. No entanto, para os sistemas em monocultivo, os teores foram semelhantes em relação aos anos.

Tabela 5. Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina dos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano.

Sistemas Forrageiros	Inverno	Primavera	Verão	Outono
	FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)			
Estilosantes CG	650,0 Ba	593,5 Cb	577,9 Cb	609,9 Cb
Piatã	731,4 Aa	707,9 Ab	699,5 Ab	703,4 Ab
Paiaguás	727,2 Aa	680,0 Ab	682,1 Ab	695,3 Ab
Piatã x CG em linha	667,0 Ba	647,0 Bab	609,1 BCb	659,3 BCa
Piatã x CG a lança	671,2 Ba	648,5 Bb	634,6 Bab	676,2 Ba
Paiaguás x CG em linha	662,0 Ba	649,8 Bab	602,5 BCb	630,4 BCa
Paiaguás x CG a lança	688,5 Ba	654,7 Bb	636,4 Bab	673,0 Ba
CV (%)	..... 2,50 .....			
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)				
Estilosantes CG	403,9 Ba	358,9 Cb	345,3 Bb	353,8 Cb
Piatã	454,2 Aa	439,3 Ab	423,6 Ab	434,2 Ab
Paiaguás	457,4 Aa	428,8 Ab	415,1 Ab	421,2 Ab
Piatã x CG em linha	423,4 Ba	389,8 BCb	377,8 Bb	378,2 BCb
Piatã x CG a lança	428,0 Ba	404,0 Bb	401,9 Ab	404,3 Bb
Paiaguás x CG em linha	428,8 Ba	374,2 BCb	375,8 Bb	381,7 BCb
Paiaguás x CG a lança	420,7 Ba	402,9 Bb	406,0 Ab	401,7 Bb
CV (%)	..... 4,58 .....			
Lignina (g kg <sup>-1</sup> MS)				
Estilosantes CG	41,2 Ba	38,4 Bb	35,2 Bb	37,9 Bb
Piatã	59,8 Aa	51,0 Aab	47,9 Ab	48,8 Ab
Paiaguás	58,9 Aa	52,0 Aab	46,2 Ab	47,5 Ab
Piatã x CG em linha	46,4 ABa	43,1 ABab	41,3 ABb	41,4 ABb
Piatã x CG a lança	44,2 ABa	43,5 ABab	41,2 ABb	42,2 ABb
Paiaguás x CG em linha	46,6 ABa	43,4 ABab	41,5 ABb	42,8 ABb
Paiaguás x CG a lança	46,9 ABa	44,9 ABab	41,7 ABb	42,0 ABb
CV (%)	..... 5,93.....			

Médias de dois anos seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estações do ano), diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). CG: Campo Grande.

Em todas as estações do ano, as gramíneas em monocultivo apresentaram maiores teores de FDA, com exceção do verão, cujos teores foram semelhantes ao do consórcio a lanço (Tabela 5). No consórcio em linha, não houve efeito significativo nos teores de FDA em relação ao estilosantes nas estações da primavera, verão e outono. Para as estações do ano dentro de cada sistema forrageiro, Tabela 5, apenas os teores de FDA do inverno diferiram das outras estações com maior valor.

Avaliando os teores de lignina em todas as estações do ano, houve efeito significativo apenas entre o estilosantes e as gramíneas em monocultivo, que apresentaram maiores valores. Já em relação às estações do ano dentro de cada sistema forrageiro, Tabela 5, os teores de lignina nas estações de primavera, outono e inverno foram semelhantes, diferenciando ( $P < 0,05$ ) do estilosantes no inverno. Para as gramíneas em monocultivo e consorciadas, os teores foram semelhantes entre o verão e outono, diferindo no inverno.

Comparando os teores de FDA e lignina, Figuras 6a e b, entre os anos avaliados, observa-se que nos sistemas consorciados os menores teores foram obtidos no primeiro ano de avaliação. O aumento nos teores de FDA para o segundo ano, na média dos sistemas consorciados, foi de 7,3% e de lignina foi de 14,8%.

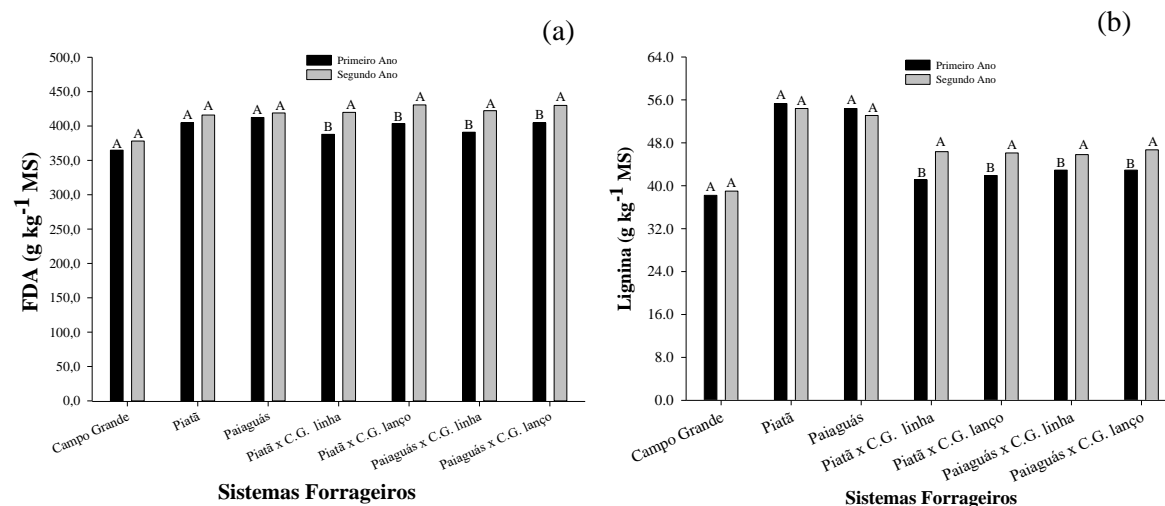


Figura 6. Teores de FDA (a) e lignina (b) dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). CG: Campo Grande.

## DISCUSSÃO



A menor produção de massa seca do estilosantes no inverno está associada à ressemeadura natural, pois suas plantas são predominantemente anuais e bianuais (Verzignassi e Fernandes, 2002) e, com isso, ocorrem baixa produção de forragem e grande produção de sementes nesse período.

Moreira et al. (2013b) relataram que há limitação do estilosantes Campo Grande em tolerar estresse hídrico. No entanto, a maior produção entre os consórcios na linha comprova a eficiência da fixação biológica de N do estilosantes, assim como sua reciclagem e transferência para as plantas de cultivares de *Brachiaria brizantha* (marandu e xaraés).

Avaliando a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, consorciada com estilosantes, Menezes et al. (2015) verificaram produção de massa de forragem de 1.900, 3.100, 4.900 até 6.400 kg ha<sup>-1</sup> para 24, 34, 45 e 52% de leguminosa no sistema, respectivamente.

A maior produção de massa seca no verão está relacionada à diferença das condições climáticas, Figura 1, entre as estações, com maior precipitação, temperatura e luminosidade favorecendo o desenvolvimento das forrageiras. Este resultado está em consonância com aqueles encontrados por Cecato et al. (2014), que, avaliando a produção de massa seca do consórcio do capim-tanzânia com estilosantes Campo Grande, verificaram que as maiores produções foram verificadas na primavera, verão e outono, com médias de produção de 3.890, 3.660 e 3.550 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

A maior produção do estilosantes no segundo ano é decorrente da ressemeadura natural da leguminosa no período de inverno, tendo no período das águas ocorrido aumento no número de plantas. No entanto, a redução na produção de massa seca no sistema a lanço, no segundo ano, evidencia a diminuição de plantas da leguminosa nos sistemas (Tabela 2). Esse decréscimo pode ser atribuído à competição por água, luz e nutrientes e também entre plantas de *Brachiaria brizantha*, por serem plantas de maior eficiência fotossintética, ciclo C4, em condições tropicais, competindo melhor do que a leguminosa, de ciclo C3 (Aroeira et al., 2005). Isto evidencia que o melhor método de semeadura nas condições do experimento para favorecer a persistência da leguminosa seria a semeadura em linha, por manter mais equilibrada a proporção das forrageiras. Resultados semelhantes foram obtidos por Moreira et al. (2015) em consorciação do estilosantes com os capins marandu e xaraés.

A maior presença da leguminosa, Tabela 2, no sistema aumentou o aporte de nitrogênio no solo e favoreceu maior crescimento das gramíneas nos sistemas

consorciados em linha, justificando maior produção de massa seca nessa forma de semeadura.

O menor número de perfilhos do estilosantes no inverno é devido ao período de escassez de chuva e à produção de sementes nesse período. Entre os consórcios, o sistema em linha foi mais eficiente em perfilhar, mostrando melhores resultados, com maior produção de lâminas foliares na primeira, verão e outono. Este fato já era esperado, em razão de as condições de temperatura e precipitação, Figura 1, terem sido mais favoráveis para o desenvolvimento das forrageiras, auxiliando na formação de novos perfilhos, também observado por Moreira et al. (2015).

A diminuição do perfilhamento no segundo ano para o sistema consorciado se deve à competição entre a leguminosa e as cultivares de *Brachiaria brizantha*, ocasionando menor proporção do estilosantes, Tabela 2, fazendo com que fosse reduzido o número de perfilhos entre o primeiro e o segundo ano (Figura 2b).

O consórcio em linha com os capins piatã e paiaguás resultou em maior relação lâmina foliar:colmo, o que pode estar relacionado ao maior aporte de nitrogênio, com maior participação do estilosantes no sistema, Tabela 2, favorecendo o desenvolvimento vegetativo das forrageiras e maior proporção de folhas.

Vale destacar que, nas estações do verão, seguidas do outono e primavera, o estilosantes mostrou maior relação lâmina foliar:colmo, indicativo de que a condição climática, Figura 1, proporcionou maior produção de folhas, juntamente com maior fixação de nitrogênio, sem acarretar elevado alongamento do colmo. Segundo Pinto et al. (1994), considera-se como limite crítico a relação folha:colmo igual a 1,0, com vistas na quantidade e na qualidade da forragem. Os dados apresentados neste estudo foram superiores aos preconizados pela literatura.

Em ambos os sistemas consorciados, a relação lâmina foliar:colmo foi maior no primeiro ano de avaliação, sendo superior aos dados apresentados por Paciullo et al. (2003), que obtiveram relação lâmina foliar:colmo de 0,71 a 0,95 para a *Brachiaria decumbens* em monocultivo e de 0,54 a 0,68 para a *Brachiaria decumbens*, consorciada com *Stylosanthes guianensis*. Essa diferença da relação é decorrente das espécies, pois os capins piatã e paiaguás (*Brachiaria brizantha*) apresentam alta relação lâmina foliar:colmo (Costa et al., 2016; Santos et al., 2016).

O maior teor de PB obtido no estilosantes, em todas as estações do ano, é devido ao aporte de nitrogênio, característica própria da leguminosa. A semelhança entre os resultados obtidos entre as gramíneas e o consórcio a lanço no verão e outono está

relacionada à baixa persistência da leguminosa no sistema a lanço, Tabela 2, em virtude do maior desenvolvimento produtivo das cultivares de *Brachiaria* em relação ao estilosantes, ocorrendo competição entre as forrageiras, sendo estes resultados semelhantes aos encontrados por Moreira et al. (2015).

O maior teor de PB no sistema consorciado foi obtido no verão, sendo superior ao resultado encontrado por Aroeira et al. (2005), com teor médio de 105,0 g kg<sup>-1</sup> MS no verão, quando a *Brachiaria decumbens* foi consorciada com *Stylosanthes guianensis*. Além disto, os dados obtidos na primavera foram superiores aos encontrados por Fabrice et al. (2015) na recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* com introdução de *Stylosanthes*, que obtiveram teor de PB de 108,1 g kg<sup>-1</sup> MS.

É importante ressaltar que os teores de PB obtidos no estilosantes em monocultivo e consorciado com as gramíneas, independentemente do período de avaliação, estão bem acima das necessidades dos bovinos (7%) para não restringir o consumo da pastagem. Esse fato é decorrente das vantagens que a consorciação entre gramínea e leguminosa determina na melhoria da qualidade nutricional das forrageiras (Moreira et al., 2015).

A diminuição nos teores de PB no segundo ano no sistema a lanço é decorrente da maior competição entre as plantas, pois nesse sistema a proporção da leguminosa foi menor (Tabela 2). Esse resultado é importante para o manejo de implantação do consórcio de estilosantes com cultivares de *Brachiaria brizantha*, pois na semeadura a lanço há menor persistência da leguminosa em sobreviver junto com as gramíneas, com o decorrer dos anos.

Um menor teor de EE das gramíneas em monocultivo já era esperado, visto que a grande maioria das gramíneas apresenta pequeno teor de EE em sua composição, podendo alcançar até 40 g kg<sup>-1</sup> MS (Church, 1988). Já o baixo teor de EE no inverno está relacionado à baixa deposição de lipídios, em virtude das condições climáticas, Figura 1, que influenciam a qualidade das forrageiras. Os resultados obtidos neste estudo para o estilosantes foram próximos aos de Vilela (2005), que afirma que o *Arachis pintoi*, os *Stylosanthes guianensis*, o *Calopogonium mucunoides* e a *Pueraria phaseoloides* apresentam na planta inteira, em média, teores de EE de 22, 21, 23 e 24 g kg<sup>-1</sup> MS, respectivamente.

A maior DIVMS do estilosantes em monocultivo e consorciado em linha nas estações da primavera, verão e outono pode ser explicada pelo fato de a leguminosa possuir menor quantidade de frações fibrosas, quando comparada com as gramíneas. O aumento de 5,5% da digestibilidade no consórcio em relação aos sistemas das gramíneas

em monocultivo se deve à leguminosa, que trouxe benefícios à qualidade da forragem, principalmente no sistema de semeadura em linha.

Todos os sistemas forrageiros apresentaram menor digestibilidade no inverno, pela influência de condições climáticas como temperatura e precipitação, Figura 1, terem sido limitantes para o desenvolvimento das forrageiras. Outro fato seria determinado pela maturação da pastagem, em decorrência do corte ter sido feito em um ciclo de crescimento mais prolongado (45 dias), em resposta à estacionalidade da produção da forragem, do que o das outras estações (30 dias), diminuindo, desta maneira, seu valor nutricional. Com a maturação da pastagem, são aumentados os constituintes da parede celular pela redução da porcentagem de lâminas e aumento da proporção de hastes, elevando os componentes fibrosos (Costa et al., 2007). Esses resultados mostram comportamento natural e cíclico no que diz respeito ao processo de maturidade fisiológica das plantas forrageiras (Pinheiro et al., 2014).

Nos sistemas consorciados, a maior DIVMS no primeiro ano é devida ao maior incremento da leguminosa no primeiro ano de implantação dos sistemas forrageiros (Tabela 2). Moreira et al. (2013a) verificaram teores de digestibilidade de 704,4 e 689,3 g kg<sup>-1</sup> quando o estilosantes foi consorciado em linha e a lanço, com os capins xaraés e marandu, respectivamente, sendo esses valores superiores aos obtidos nesse estudo.

Os maiores teores de NDT do estilosantes em monocultivo e consorciado, em relação às gramíneas em monocultivo, pode estar correlacionado às melhores características bromatológicas da leguminosa. Segundo Van Soest (1994), fatores como espécie de planta, temperatura, intensidade de luz, disponibilidade de água, latitude, maturidade, tipo de colheita e forragens consorciadas afetam a composição química e, conseqüentemente, a disponibilidade de energia dos alimentos.

As gramíneas em monocultivo apresentaram maiores teores de FDN, e isto se deve às maiores frações fibrosas presentes nas forrageiras. Já no consórcio em linha, os resultados foram semelhantes aos do estilosantes em monocultivo, visto que ocorreu uma diluição da fibra, pois o estilosantes apresenta menor teor de fibra do que os comumente encontrados nas folhas das gramíneas tropicais, sendo o consórcio uma forma de reduzir os teores de FDN, contribuindo para melhorar a qualidade da forragem.

Comprovando esta afirmação, Paciullo et al. (2001), estudando a composição química de lâminas foliares de gramíneas forrageiras, encontraram valores semelhantes de 676 g kg<sup>-1</sup> MS para *Brachiaria decumbens*; enquanto Teixeira et al. (2010), ao avaliarem algumas leguminosas forrageiras, verificaram teores de FDN de 354 g kg<sup>-1</sup> MS

para o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão. Diante disto, nota-se a importância do consórcio na diluição da fibra. Van Soest (1994) relata que o teor de FDN é o fator mais limitante do consumo de volumosos, e teores dos constituintes da parede celular superiores a 550 g kg<sup>-1</sup> MS se correlacionam de forma negativa com o consumo de forragem.

Conforme descrito anteriormente, o estilosantes e gramíneas em monocultivo apresentaram teores semelhantes de FDN entre as estações de primavera, verão e outono e inferiores quando comparados ao inverno. Esse fato é devido a condições climáticas como temperatura e precipitação, que são limitantes para o desenvolvimento das forrageiras.

O menor teor de FDN no consórcio em linha observado no verão é decorrente da grande porcentagem de planta jovem no sistema, oriunda da ressemeadura natural, na estação anterior. Vale ressaltar que, o teor de fibra mais elevado no inverno alterou a digestibilidade do estilosantes. Resultado inverso ao presente estudo foi verificado por Pinheiro et al. (2014), que, avaliando o valor nutritivo do capim-tanzânia consorciado com estilosantes Campo Grande, verificaram que os maiores valores foram observados na primavera e verão.

Os maiores teores de FDA nas gramíneas em monocultivo estão relacionados à maior proporção de lignina que apresentam. No entanto, o consórcio em linha resultou na diluição da fibra com resultados próximos ao estilosantes em monocultivo. Esses resultados mostram a importância da presença da leguminosa no consórcio, por trazer benefícios na qualidade das pastagens, melhorando, com isso, a digestibilidade da forragem (Moura et al., 2011).

Moura et al. (2011) verificaram que os teores de FDA do estilosantes Campo Grande decresceram com o avanço da idade de rebrota (50 dias), mas sem grandes prejuízos para a qualidade da forragem.

Avaliando a recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* com introdução de *Stylosanthes*, Fabrice et al. (2015) verificaram teor médio de FDA do consórcio de 375,7 g kg<sup>-1</sup> MS, semelhante aos teores obtidos no presente estudo para o consórcio dos capins piatã e paiaguás com o estilosantes em linha.

Os maiores teores de FDA e lignina no inverno são decorrentes da maior proporção de hastes e menor proporção de folhas. Estas características estão ligadas à redução da precipitação, temperatura e da radiação, que, geralmente, ocorre na oferta e qualidade da forragem, refletindo diretamente sobre o desempenho animal. Além disso,

esse aumento está relacionado ao maior período de corte das forrageiras no inverno, em resposta à estacionalidade da produção da forragem, do que nas outras estações, diminuindo, desta maneira, seu valor nutricional. Van Soest (1994) relata que o teor de lignina aumenta com a idade da planta.

Vale destacar que, nos sistemas consorciados, o segundo ano de avaliação apresentou aumento nos teores de FDN, Figura 5b, de FDA e de lignina, Figuras 6 a e b, estando este fato relacionado à menor proporção da leguminosa nessas duas formas de semeadura, Tabela 2, visto o estilosantes apresentar menor fração fibrosa.

### CONCLUSÃO

Os capins piatã e paiaguás se mostraram semelhantes entre os sistemas forrageiros, indicando que ambos podem ser consorciados com estilosantes.

A consorciação entre gramínea e leguminosa influencia de forma positiva nas características produtivas e nutricionais das forrageiras, por aumentar a produção de massa seca, teores de PB e DIVMS e diminuir as frações fibrosas.

O método de semeadura em linha foi mais eficiente em manter maior proporção da leguminosa no sistema, refletindo-se em melhores resultados das características produtivas e nutricionais das forrageiras.

Apesar das vantagens dos sistemas consorciados, o segundo ano proporcionou menor produção e qualidade de forragem, principalmente no sistema a lanço.

### REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.M.S.; ASSIS, G.M.L. de. Consorciação de pastagens: potencial da tecnologia e fatores de sucesso. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 266, p. 36-48, 2012.

ANDRADE, C.M.S. de; ASSIS, G.M.L. de; SALES, M.F.L. **Estilosantes Campo Grande, leguminosa forrageira recomendada para solos arenosos do Acre**. Embrapa Acre: Circular técnica, n. 55, 2010, p.12.

AROEIRA, L.J.M.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F. MORENZ, M.J.F.; SALIBA, E.S.; SILVA, J.J. da; DUCATTI, C. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.413-418, 2005.

BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; MARTHA JR, G.B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.51-67, 2008, suplemento.

BODDEY, R.M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R.M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O.C. de; REZENDE, C. de P.; CANTARUTTI, R.B.; PEREIRA, J.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.103, p.389-403, 2004.

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1289-1297, 2006.

CECATO, U.; BANKUTI, F.I.; HERLING, V.R.; SOARES FILHO, C.V.; JOBIM, C.C. Animal performance on Tanzania grass pasture intercropped with *Stylosanthes* Campo Grande or fertilized with nitrogen. **Revista Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v.2, p.29-30, 2014.

CHANDLER, P. Energy prediction of feeds by forage testing explorer. **Feedstuffs**, v.62, n. 36, p.12, 1990.

COSTA K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V.; NEVES, B.P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F.M.T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 3, n 4, 1197-1202, 2007.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.192-199, 2010.

COSTA, R.R.G. F.; COSTA, K.A.P.; SANTOS, C.B.; SEVERIANO, E.C.; EPIFANIO , P.S.; SILVA, J.T. TEIXEIRA, D.A.A.; SILVA, V.R. Production and nutritional

characteristics of pearl millet and Paiaguas palisadegrass under different forage systems and sowing periods in the offseason. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 1712-1723, 2016.

CHURCH, D.C. **El Ruminante: Fisiologia digestive y**. 3.ed. Oxford Press Inc., p.641, 1988.

CRUZ, R. S.; SANTOS, A. C. dos.; SILVA, J. E. C. da.; ALEXANDRINO, E.; SILVA, S. S.; RIBEIRO, R. E. P. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias Ambientais. Curitiba**, v. 8, n. 1, p. 61-69, jan./mar. 2010.

EMBRAPA SOLOS - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa CNPS, 3 ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

FABRICE, C. E. S.; SOARES FILHO, C. V.; PINTO, M, F; PERRI, S, H, V; CECATO, U.; MATEUS, G. P. Recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* degradada, com introdução de *Stylosanthes* e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.4, p.758-771, 2015.

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

FREIRE, F.M.; COELHO, A.M.; VIANA, M.C.M.; SILVA, E. A. Adubação nitrogenada e potássica em sistemas de produção intensiva de pastagens. **Informe Agropecuário**, v. 33, p. 60-68, 2012.

LINS, T.O.J.D.; CECATO, U.; PINHEIRO, A.A.; IWAMOTO, B. S.; KRUTZMANN, A.; BELONI, T. Características morfogênicas de capim-tanzânia consorciado com Estilosantes Campo Grande ou adubado com nitrogênio sob pastejo. **Semina. Ciências Agrárias (Online)**, v. 36, n.4, p. 2739-2752, 2015.



LERNOUD J E WILLER H. Current statistics on organic agriculture worldwide: area, 953 producers, markets and selected crops. **Internatinal Federation of Organic Agriculture**. 954 Movements. 34, 2016.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C.; QUEIROZ, D.S.; MUNIZ, J.A. Doses de fósforo no estabelecimento de capim-xaraés e estilosantes Mineirão em consórcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2658-2665, 2011.

LÜSCHER, A.; MUELLER-HARVEY, I.; SOUSSANA, J.F.; REES, R. M.; PEYRAUD, J. L. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. **Grass and Forage Science**, v. 69, n.2, p. 206–228, 2014.

MENEZES, R.C.; ALVES, E.B.; CASAGRANDE, D.R.; LARA, M.A.S.; EVANGELISTA, A.R.; BERNARDES, T.F. Xaraés palisadegrass remains productive after the disappearance of stylo in tropical legume-grass pasture. **Scientia Agricola**, v. 72, n.6, p. 484-488, 2015.

MOREIRA, J.F.M.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; GUSTAVO, A.S.; EPIFANIO, P.S.; CRUVINEL, W. S.; BENTO, J.C. Production and chemical composition of cultivars *Brachiaria brizantha* and Campo Grande stylo in monocropping and intercropping systems under different planting methods. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 5, p. 317-327, 2015.

MOREIRA, J.F.M.; COSTA, K.A.P.; SEVERIANO, E.C.; EPIFANIO, P.S.; CRUNIVEL, W.S.; GUIMARÃES, K.C. Protein fraction and digestibility of marandu, xaraes and campo grande grasses in monocropping and intercropping systems under different sowing methods. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 63-71, 2013a.

MOREIRA, J.F.M.; COSTA, K.A.P.; SEVERIANO, E.C.; SIMON, G.A.; CRUVINEL, W.S.; BENTO, J.C. Nutrientes em cultivares de *Brachiaria brizantha* e estilosantes em cultivo monocultivo e consorciado. **Archivos de Zootecnia**, n.62, v.240, p. 513-523. 2013b.

MOURA, R.L.; NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; RODRIGUES, M.M.; OLIVEIRA, M.E.; LOPES, J.B. Razão folha/haste e composição bromatológica da rebrota de Estilosantes Campo Grande em cinco idades de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** 33, n 3, 249-254, 2011.

PACIULLO, D.S.C., GOMIDE, J.A., QUEIROZ, D.S. E SILVA, E.A.M. 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, n.3, 964-974, 2001.

PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/colmo de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.313- 326, 1994.

PINHEIRO, A.A.; CECATO, U.; LINS, T.O.J.D.; BELONI, T.; PIOTTO, V.C.; RIBEIRO, O. L. Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim-tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2147-2158. 2014.

ROMA, C.F. da C.; CECATO, U.; SOARES FILHO, C.V.; SANTOS, G.T. dos; RIBEIRO, O.L.; IWAMOTO, B.S. Morphogenetic and tillering dynamics in Tanzania grass fertilized and non-fertilized with nitrogen according to season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n.3, p. 565-573, 2012.

SANTOS, C.B.; COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I. O.; SEVERIANO, E.C.; COSTA, R.R.G. F.; SILVA, A.G.; GUARNIERI, A.; SILVA, J.T. Production and nutritional characteristics of sunflowers and Paiaguas palisadegrass under different forage systems in the offseason. **Bioscience Journal**, v. 32, p. 460-470, 2016.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa CNPS, 3 ed. 2013. 353p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 235 p. 2002.

SOUZA F.M.; LEMOS B.J.M.; OLIVEIRA JUNIOR R.C.; MAGNABOSCO C.U.; CASTRO L.M.; LOPES, F.B.; BRUNES L.C.; Introdução de leguminosas forrageiras, calagem e fosfatagem em pastagem degradada de *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**. Salvador, 1124 jul/set. v.17, n3. 355-364. 2016.

SKONIESKI, F.R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R.F.; NORBERG, J.L.; ZIECH, M.F.; COSTA, O.A.D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.550-556, 2011.

TEIXEIRA, V.I.; DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA JR.; M. DE A.; LIRA, M.A.; SILVA, H.M.S. Aspectos agrônômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras no nordeste brasileiro. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.59, n.226, p. 245-254, 2010.

TILLEY J.; M; A.; TERRY R; A. A two-stage technique of the “in vitro” digestion of forage crop. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.  
VERZIGNASSI, J. R.; FERNANDES C. D. **Estilosantes Campo Grande: Situação Atual E Perspectivas**. Campo Grande, Embrapa Gado de Corte, 2002. (Comunicado Técnico 70).

VILELA, H. **Pastagem: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 283p.

## CAPÍTULO II

### **NUTRIÇÃO NITROGENADA E ALTERAÇÕES NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DE CULTIVARES DE *Brachiaria brizantha* CONSORCIADAS COM ESTILOSANTE EM DIFERENTES SISTEMAS FORRAGEIROS**

**RESUMO:** O nitrogênio no sistema solo-planta é bastante complexo, pois inúmeras são as formas de entrada e saída no sistema, e qualquer alteração no manejo do solo e das espécies cultivadas pode modificar significativamente sua dinâmica. Deste modo, buscando minimizar os problemas ambientais e otimizar a produção agrícola, faz-se necessário conhecer a dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta e utilizar alternativas que melhorem seu aproveitamento. Sendo assim, objetivou-se avaliar a nutrição nitrogenada da planta e alterações nos atributos químicos do solo de cultivares de *Brachiaria brizantha*, consorciadas com estilosante em diferentes sistemas forrageiros, nas estações do ano, por um período de dois anos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos dos seguintes sistemas forrageiros: capim-piatã, capim-paiaguás, estilosantes Campo Grande, capim-piatã consorciado com estilosantes em linha alternadas; capim-piatã consorciado com estilosantes a lanço; capim-paiaguás consorciado com estilosantes em linha alternadas; e capim-paiaguás consorciado com estilosantes a lanço. As avaliações foram realizadas nas quatro estações climáticas do ano (inverno, primavera, verão e outono) nas mesmas parcelas, durante o período de dois anos. Os resultados mostraram que a consorciação entre gramínea e leguminosa influencia de forma positiva

nas características químicas do solo e no estado nutricional das forrageiras, por trazer melhoria na concentração dos nutrientes. No geral, o método de semeadura em linha proporcionou melhores concentrações de nutrientes. O segundo ano proporcionou maior absorção de nitrogênio, mas gerou maior acidificação do solo.

**Palavras-Chave:** Capim paiaguás, capim piatã, estação do ano, *Stylosanthes spp.*

## **NITROGEN NUTRITION AND CHANGES IN SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES OF *Brachiaria brizantha* CULTIVARS INTERCROPPED WITH *Stylosanthes* IN DIFFERENT FORAGE SYSTEMS**

**ABSTRACT:** Nitrogen in the soil-plant system is quite complex with many entry and exit ways in the system, so that any management alteration of soil and cultivated species can significantly modify its dynamics. Thus, to minimize environmental problems and optimize agricultural production, it is necessary to know the nitrogen dynamics in the soil-plant system for using alternatives that improve its utilization. This study aimed to evaluate the plant nitrogen nutrition and changes in soil chemical attributes of *Brachiaria brizantha* cultivars, intercropped with *Stylosanthes spp.* under different types of forage systems in all year seasons for two years. The experimental design was a randomized complete block with three replicates. The experimental design was a randomized complete block with three replicates. The treatments were composed by the following forage systems: Piata palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piata); Paiaguas palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguas); *Stylosanthes* cv. Campo Grande; Piata palisadegrass intercropping with *Stylosanthes* in-line; Piata palisadegrass intercropping with *Stylosanthes* by throw; Paiaguas palisadegrass intercropping with *Stylosanthes spp.* cv. in-line; and Paiaguas palisadegrass intercropping with *Stylosanthes* by throw. The evaluations were carried out in the four climatic year seasons (winter, spring, summer, and fall) in the same plots for two years. Results showed that the intercropped between grass and leguminous influences positively the soil chemical characteristics and the forage nutritional status, because it brings improvement in the nutrient concentration. Overall, the in-line sowing method provided better nutrient

concentrations. The second year provided higher nitrogen absorption, but generated more acidification of the soil.

**Keywords:** Paiaguas palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás). Piata palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã). Year season. *Stylosanthes* spp.

## INTRODUÇÃO

Para produção de carne bovina, o Brasil utiliza sistemas de produção que usam recursos nutricionais de baixo custo, como gramíneas tropicais sob pastejo (Hoffmann et al., 2014). Vale destacar que, nos últimos 30 anos, as gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* alcançaram grande importância econômica no país, favorecendo a produção animal em pastos com solos fracos e ácidos dos Cerrados (Valle et al., 2009).

Tem crescido a preocupação com a melhoria da fertilidade do solo e o manejo adequado dessa forrageira, devido ao aumento da área de pastagens degradadas (Costa et al., 2008a). Segundo Zimmer et al. (2012), 70% das pastagens cultivadas no país encontram-se degradadas ou em estágios avançados de degradação, enquanto as pastagens em condições ótimas ou adequadas não devem ultrapassar os 20%.

O nitrogênio (N) é considerado o nutriente mais exigido pelas gramíneas, sendo assim, o mais importante em sistemas de pastejo, tendo como maiores fatores limitantes da fertilização nitrogenada o custo elevado e a contaminação do ambiente, desde que usado de forma descontrolada. Além disto, os fertilizantes nitrogenados são altamente susceptíveis a perdas, tanto por volatilização quanto por lixiviação (Vendramini et al., 2014; Santini et al., 2016). Estas perdas podem ser agravadas quando o N é manejado incorretamente, chegando a perdas de 40 a 78% (Lara Cabezas et al., 2000).

Além disso, a fertilização com ureia, por ser uma molécula de reação básica, inicialmente provoca aumento do pH, principalmente ao redor dos grânulos do adubo. Entretanto, após a nitrificação do amônio, originado da hidrólise da ureia, o pH decresce para valores inferiores aos originais. A acidificação provocada pelo uso de adubos nitrogenados pode alterar também outros atributos químicos do solo, como aumento do teor de Al trocável, redução da CTC efetiva e das bases trocáveis (Lange et al., 2006). Por outro lado, o uso de adubos nitrogenados em pastagens normalmente aumenta o teor de N total, nitrato e amônio no solo (Costa et al., 2008a).

Portanto, a introdução das leguminosas nesse sistema aumenta o aporte de N pela simbiose entre as leguminosas e as bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam o N

atmosférico, resultando em aumento na produção da biomassa da forrageira de forma sustentável, pela fixação biológica de nitrogênio FBN (Vendramini et al., 2014).

Entre as leguminosas forrageiras tropicais, destaca-se o estilosantes Campo Grande, por apresentar boa adaptação a solos arenosos e com baixa fertilidade, grande produção de sementes, com capacidade de ressemeadura natural em campo (Moreira et al., 2013), podendo fixar até 180 kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Moura et al., 2011).

Entretanto, existem poucas informações sobre o estado nutricional das plantas de gramíneas e leguminosas consorciadas, o que é avaliado, primordialmente, pela análise química do tecido vegetal, tendo como aplicações a identificação de deficiências nutricionais e a predição da necessidade do suprimento de nutrientes. As exigências nutricionais das plantas forrageiras são um fator primordial para seu manejo, porque interferem na produção e na qualidade da pastagem.

Diante desse contexto, objetivou-se avaliar a nutrição nitrogenada e alterações nos atributos químicos do solo de cultivares de *Brachiaria brizantha*, consorciadas com estilosante em diferentes métodos de semeadura, nas estações do ano, por um período de dois anos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área e tratamentos

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, de março 2013 a junho de 2015. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (Silva et al., 2013), com 530 g kg<sup>-1</sup> de argila, 140 g kg<sup>-1</sup> de silte, 330 g kg<sup>-1</sup> de areia, cujos atributos químicos, na camada de 0-20 cm de profundidade, estão apresentados na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos dos seguintes sistemas forrageiros: capim-piatã, capim-paiaguás, estilosantes Campo Grande, capim-piatã consorciado com estilosantes em linha alternadas; capim-piatã consorciado com estilosantes a lanço; capim-paiaguás consorciado com estilosantes em linha alternadas; e capim-paiaguás consorciado com estilosantes a lanço. As avaliações foram feitas nas quatro estações climáticas do ano (inverno, primavera, verão e outono) nas mesmas parcelas, durante período de dois anos.

Para a semeadura das forrageiras, foram aplicados 3 e 5 kg de sementes puras viáveis por hectare do estilosantes Campo Grande e das gramíneas, respectivamente. As

sementes da *Brachiaria brizantha* BRS Paiaguás foram fornecidas pela Embrapa Gado de Corte, através do contrato assinado de transferência de material com o Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde (processo: 20500.13 / 0013-1).

Tabela 1. Atributos químicos do Latossolo Vermelho Distroférico nos anos de 2013 (antes da implantação) e 2014.

<b>Características</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,13	4,62
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,15	0,19
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,83	6,25
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,28	2,78
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,11	0,82
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,49	1,00
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	10,71	10,85
P-Mehlich-1 (mg dm <sup>-3</sup> )	3,02	5,33
V (%)	45,56	42,39
Matéria orgânica (g dm <sup>-3</sup> )	22,21	28,16

A semeadura do consórcio em linha foi constituída de oito linhas de 3,0 m cada, sendo quatro linhas da gramínea e quatro da leguminosa, com espaçamento entre linhas de 50 cm. E para a semeadura do consórcio a lanço, o estilosantes foi aplicado em cobertura, junto com as sementes das gramíneas.

Na semeadura das forrageiras, foram aplicados, em todas as parcelas, 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR 12, utilizando como fonte o superfosfato simples e fritas, respectivamente. No segundo ano, foi feita adubação de manutenção, com 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, provenientes das fontes de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Nas gramíneas em monocultivo foram aplicados 90 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio por ano, na fonte de ureia, parcelado em três aplicações, sendo no primeiro ano em abril/2013, outubro/2013 e janeiro/2014, e no segundo ano, em abril/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.

Após a germinação, foi feito o desbaste das plantas nos sistemas consorciados, de forma a manter o mesmo número de plantas de gramínea e de leguminosa na proporção 1:1. Durante a condução do experimento, foi avaliada a proporção de plantas dos sistemas



consorciados, contando-se as plantas da leguminosa, em todas as estações do ano, por um período de dois anos (Tabela 2).

Tabela 2. Proporção (%) de plantas do estilosantes nos sistemas forrageiros, em diferentes estações do ano, por um período de dois anos.

Sistemas Forrageiros	Inverno	Primavera	Verão	Outono
	Primeiro Ano			
Piatã x CG em linha	46,0	47,5	49,3	47,7
Piatã x CG a lança	41,5	42,6	43,6	40,0
Paiaguás x CG em linha	46,5	47,0	50,0	47,3
Paiaguás x CG a lança	40,3	41,5	42,6	39,5
Segundo Ano				
Piatã x CG em linha	38,3	39,0	40,3	36,0
Piatã x CG a lança	30,6	31,6	32,6	24,6
Paiaguás x CG em linha	37,0	38,3	39,0	35,3
Paiaguás x CG a lança	31,5	30,5	31,3	26,6

CG: Campo Grande.

Durante a condução do experimento, foram monitorados diariamente dados de temperatura média mensal e precipitação pluvial (Figura 1).

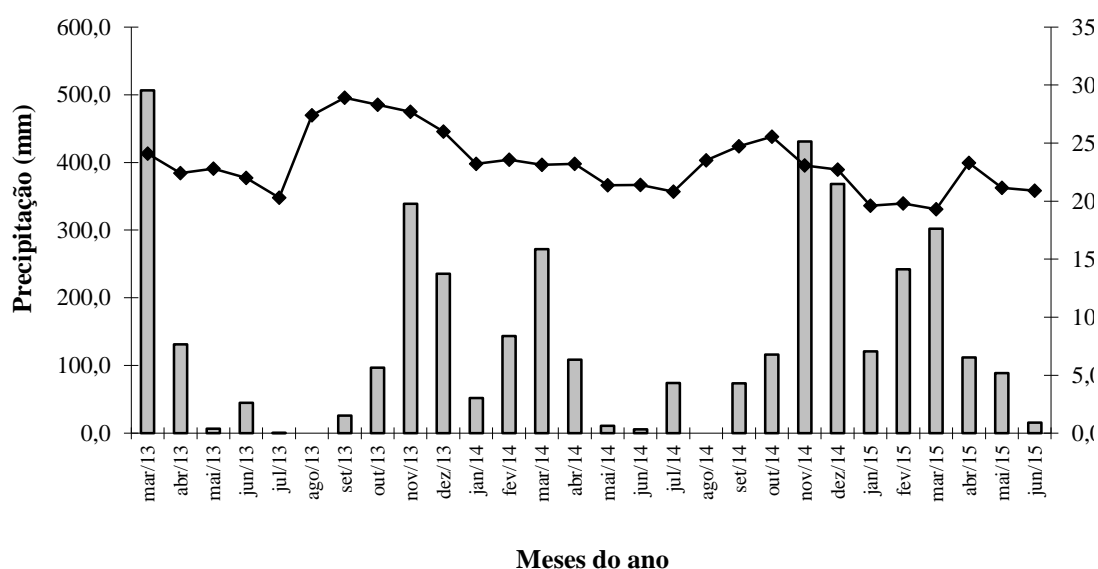


Figura 1. Temperaturas médias (°C) e precipitações pluviais (mm) observadas durante o período de março de 2013 a junho de 2015, em Rio Verde-GO.

### **Avaliação dos atributos químicos do solo**

Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-20 para acompanhar a dinâmica do nitrogênio e o efeito do consórcio nos atributos químicos do solo.

A determinação do pH foi feita em água; o Al trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ) foi extraído com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e depois titulado com NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup>; a matéria orgânica do solo (MOS) foi determinada por oxidação úmida com  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  2 mol L<sup>-1</sup> +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5 mol L<sup>-1</sup>; e o N total foi determinado pelo método de Kjeldahl. Todos analisados pela metodologia da Embrapa (1997).

O amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ) e o nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ) foram avaliados pelo método de destilação a vapor, descrito por Tedesco et al. (1985).

### **Avaliação nitrogenada da planta**

Para estimar o teor de clorofila nas folhas, utilizou-se clorofilômetro SPAD-502 (*Soil and Plant Analysis Development*). As leituras foram feitas no campo em seis lâminas de folhas recém-expandidas, no sentido do ápice para a base da planta, de cada parcela experimental, sendo consideradas cinco leituras por folha, totalizando 30 leituras em cada tratamento. As leituras foram feitas no dia da avaliação das plantas forrageiras.

Posteriormente, as mesmas folhas foram secas em estufa com circulação de 55°C, por 72 horas, para determinação da matéria seca parcial. Em seguida, o material foi moído, em moinho tipo Willey, e submetido às análises.

O nitrogênio total foi determinado por digestão sulfúrica, pelo método semimicro Kjeldahl (Malavolta et al., 1997). Para determinação do N-inorgânico com avaliação do amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ), utilizou-se o método da extração com cloreto de potássio (KCL), tendo sido pesadas amostras de 0,1 g de material vegetal seco, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1985).

### **Análise Estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5% de probabilidade. As análises foram feitas pelo modelo de parcela subdividida no tempo, para as avaliações das estações e ano, conforme adequação de modelos lineares de Gauss Markov, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS

### Atributos químicos do solo

Avaliando as características químicas do solo (pH, alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ), nitrogênio total, matéria orgânica, amônio ( $N-NH_4^+$ ) e nitrato ( $N-NO_3^-$ ) do solo), observa-se, nas Tabelas 3, 4 e 5 e Figuras 2, 3 e 4, que houve influência ( $p < 0,05$ ) dos sistemas forrageiros nas estações do ano e nos anos avaliados.

Nos sistemas forrageiros do estilotantes Campo Grande monocultivo e consorciado com as cultivares de *Brachiaria brizantha* nas duas formas de semeadura, foram observados maiores valores de pH e menores teores de  $Al^{3+}$ , Tabela 3, em todas as estações do ano, quando comparados aos sistemas com gramíneas em monocultivo.

Quando comparadas as estações dentro de cada sistema forrageiro, os valores de pH do solo do estilotantes e das cultivares de *Brachiaria brizantha* em monocultivo diferiram ( $p < 0,05$ ) apenas entre as estações de inverno e outono. Já para os sistemas consorciados, os valores de pH foram semelhantes entre o inverno e primavera, diferenciando do outono (Tabela 3). Para o  $Al^{3+}$ , o estilotantes em monocultivo no inverno diferiu ( $p < 0,05$ ) das outras estações com menor valor. E para os outros sistemas forrageiros, os valores de  $Al^{3+}$  foram semelhantes ( $p > 0,05$ ) entre as estações de inverno e primavera, diferindo ( $p < 0,05$ ) do outono (Tabela 3).

Tabela 3. pH (CaCl<sub>2</sub>) e alumínio trocável (Al<sup>3+</sup>) do solo nos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano.

Sistemas Forrageiros	Inverno	Primavera	Verão	Outono
	pH (CaCl <sub>2</sub> )			
Estilosantes CG	4,92 Aa	4,76 Aab	4,66 Aab	4,55 Ab
Piatã	4,58 Ba	4,49 Bab	4,34 Bab	4,24 Bb
Paiaguás	4,56 Ba	4,43 Bab	4,36 Bab	4,30 Bb
Piatã x CG em linha	4,84 Aa	4,72 Aa	4,64 Aab	4,52 Ab
Piatã x CG a lanço	4,97 Aa	4,82 Aa	4,77 Aab	4,48 Ab
Paiaguás x CG em linha	4,82 Aa	4,71 Aa	4,68 Aab	4,49 Ab
Paiaguás x CG a lanço	4,88 Aa	4,80 Aab	4,71 Aab	4,50 Ab
CV (%)	..... 4,30.....			
	Al Trocável (cmolc dm <sup>-3</sup> )			
Estilosantes CG	0,14 Bb	0,18 Ba	0,19 Ba	0,21 Ba
Piatã	0,18 Ab	0,21 Ab	0,23 Aab	0,26 Aa
Paiaguás	0,19 Ab	0,21 Ab	0,22 Aab	0,25 Aa
Piatã x CG em linha	0,15 Bb	0,18 Bb	0,19 Bab	0,22 Ba
Piatã x CG a lanço	0,15 Bb	0,17 Bb	0,18 Bab	0,21 Ba
Paiaguás x CG em linha	0,16 Bb	0,17 Bb	0,19 Bab	0,22 Ba
Paiaguás x CG a lanço	0,15 Bb	0,17 Bb	0,19 Bab	0,21 Ba
CV (%)	..... 12,00 .....			

Médias de dois anos seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estações do ano), diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). CG: Campo Grande.

Quando são avaliados os anos, observa-se, nas Figuras 2 a e b, que em todos os sistemas forrageiros houve redução do pH e aumento do Al<sup>3+</sup> no segundo ano de avaliação.

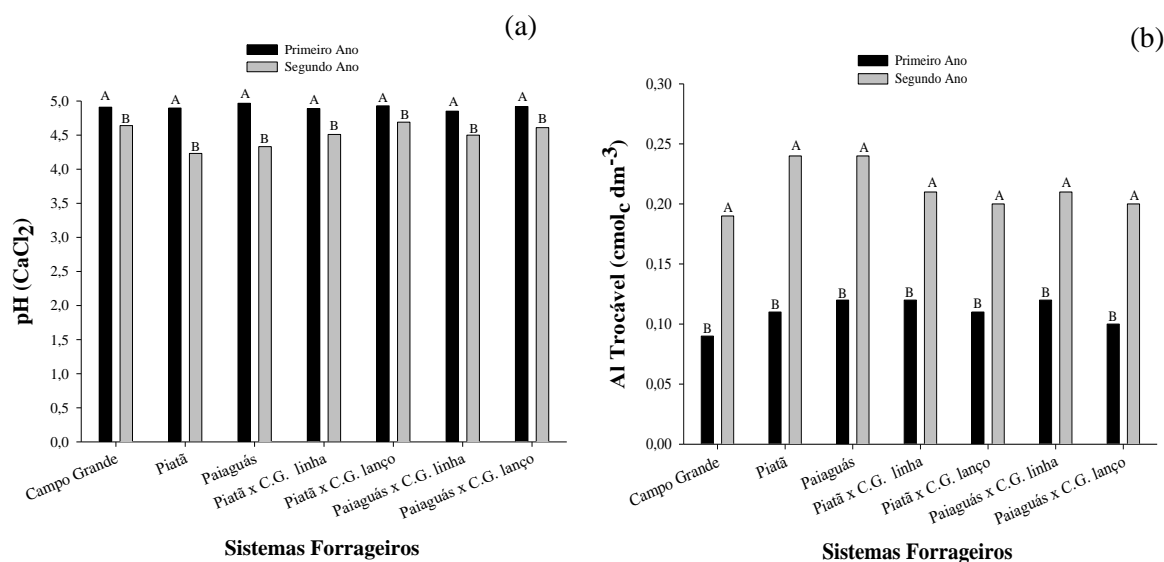


Figura 2. Valores de pH (a) e alumínio trocável (Al) (b) do solo dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). CG: Campo Grande.

Para nitrogênio total do solo (NT), observou-se que, no inverno, ocorreu diferença significativa ( $p < 0,05$ ) apenas para as gramíneas em monocultivo que apresentaram menores teores, quando comparadas aos demais sistemas forrageiros, com teores médios de  $0,23 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 4). Na primavera, verão e outono, o estilosantes em monocultivo e consorciado com os capins piatã e paiaguás em linha apresentou maior teor de nitrogênio total, diferindo ( $p < 0,05$ ) das gramíneas em monocultivo e consorciadas a lanço (Tabela 4).

Quando comparados os sistemas forrageiros dentro das estações, observa-se, na Tabela 4, que a estação de inverno apresentou menor teor de nitrogênio total, diferenciando ( $p < 0,05$ ) do verão e outono em todos os sistemas forrageiros.

Os sistemas forrageiros das gramíneas em monocultivo apresentaram teores de matéria orgânica do solo superior aos demais sistemas no inverno e outono. E na primavera e verão, apenas o estilosantes diferiu das gramíneas em monocultivo, com menor valor (Tabela 4). Nessas mesmas estações, os sistemas forrageiros consorciados apresentaram valores semelhantes de MOS, independentemente da forma de semeadura (linha e lanço) (Tabela 4).

Quando foram comparadas as estações dentro de cada sistema forrageiro para as gramíneas em monocultivo, os teores de MOS diferiram ( $p < 0,05$ ) entre inverno e verão e outono. Já para os sistemas consorciados nas duas formas de semeadura, os teores de MOS foram semelhantes entre as estações de primavera, verão e outono, diferindo do inverno, que apresentou menor valor (Tabela 4).

Tabela 4. Nitrogênio total e matéria orgânica do solo nos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano.

Sistemas Forrageiros	Inverno	Primavera	Verão	Outono
	Nitrogênio total (g kg <sup>-1</sup> )			
Estilosantes CG	0,30 Ab	0,33 Aab	0,35 Aa	0,36 Aa
Piatã	0,22 Bb	0,25 Bab	0,29 Ba	0,31 Ba
Paiaguás	0,23 Bb	0,26 Bab	0,28 Ba	0,30 Ba
Piatã x CG em linha	0,28 Ab	0,31 ABab	0,32 ABa	0,34 ABa
Piatã x CG a lanço	0,27 Ab	0,29 Bab	0,30 Ba	0,32 Ba
Paiaguás x CG em linha	0,29 Ab	0,31 ABab	0,32 ABa	0,34 ABa
Paiaguás x CG a lanço	0,28 Ab	0,27 Bab	0,30 Ba	0,31 Ba
CV (%)	..... 4,80 .....			
Matéria orgânica do solo (g dm <sup>-3</sup> )				
Estilosantes CG	25,60 Bc	27,38 Bb	29,23 Ba	31,70 Ba
Piatã	29,58 Ab	31,69 Aab	33,41 Aa	35,43 Aa
Paiaguás	29,82 Ab	31,03 Aab	32,89 Aa	34,53 Aa
Piatã x CG em linha	26,98 Bb	29,46 ABa	30,48 ABa	31,96 Ba
Piatã x CG a lanço	26,25 Bb	28,93 ABa	30,25 ABa	32,36 Ba
Paiaguás x CG em linha	26,06 Bb	29,46 ABa	29,90 ABa	31,63 Ba
Paiaguás x CG a lanço	26,29 Bb	29,43 ABa	30,29 ABa	32,60 Ba
CV (%)	..... 5,98 .....			

Médias de dois anos seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estações do ano), diferem entre si pelo teste de Tukey (P< 0,05). CG: Campo Grande.

Com relação aos anos de avaliação, Figuras 3a e b, para o nitrogênio total, apenas as gramíneas em monocultivo diferiram (p<0,05), com maior valor no segundo ano. E para a matéria orgânica do solo, o estilosante apresentou valores semelhantes entre os anos. Entretanto, para os outros sistemas, os valores de matéria orgânica do solo foram superiores no segundo ano de avaliação.

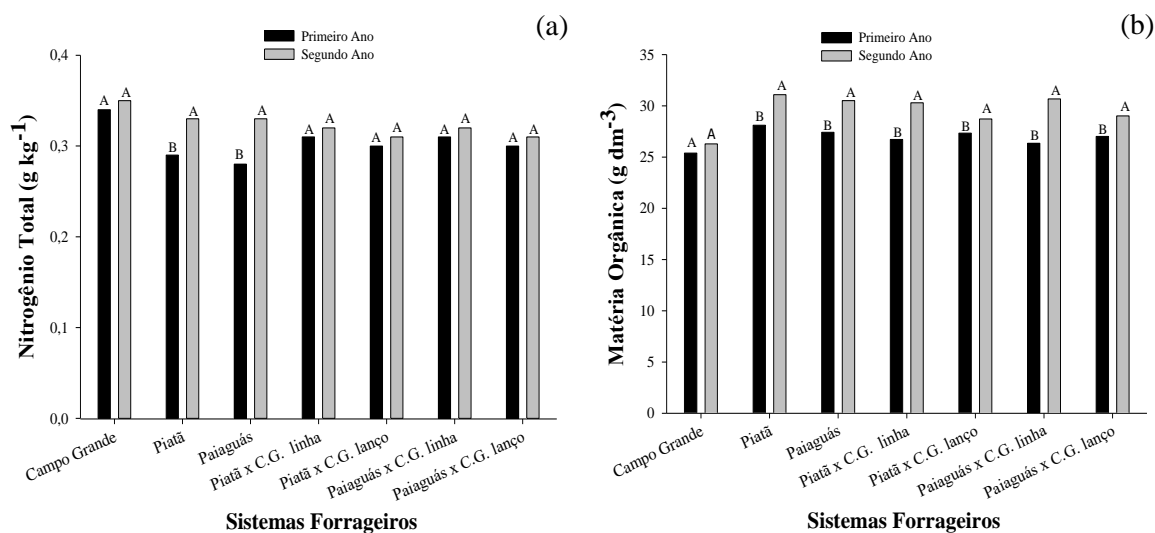


Figura 3. Nitrogênio total (a) e matéria orgânica do solo (b) dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). CG: Campo Grande.

Para a estimativa do comportamento do nitrogênio mineral no perfil do solo, foi avaliada a concentração de  $N-NH_4^+$  e  $N-NO_3^-$ . Em todas as estações do ano, os menores valores de  $N-NH_4^+$  foram obtidos nas gramíneas em monocultivo e consorciadas a lanço (Tabela 5).

Para o  $N-NO_3^-$ , verificou-se que as gramíneas em monocultivo apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos estilosantes em monocultivo nas estações de inverno e primavera (Tabela 5). No verão, as gramíneas em monocultivo e consorciadas a lanço apresentaram menores valores, diferindo dos estilosantes em monocultivo. E no outono, o estilosantes em monocultivo apresentou o maior teor de  $N-NO_3^-$ , quando comparado aos demais sistemas forrageiros ( $p < 0,05$ ).

Quando comparadas as estações dentro de cada sistema forrageiro, foram verificados maiores valores de  $N-NH_4^+$  e  $N-NO_3^-$  no verão e outono em todos os sistemas avaliados.

Tabela 5. Amônio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) do solo nos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano.

Sistemas Forrageiros	Inverno	Primavera	Verão	Outono
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )			
Estilosantes CG	47,63 Ab	50,73 Aa	51,50 Aa	53,57 Aa
Piatã	38,16 Bb	42,52 Bb	47,85 Ba	47,98 Ba
Paiaguás	38,90 Bb	42,74 Bb	46,40 Ba	48,07 Ba
Piatã x CG em linha	43,15 ABb	46,50 ABb	49,50 ABa	51,50 ABa
Piatã x CG a lanço	40,31 Bb	42,56 Bb	47,06 Ba	48,73 Ba
Paiaguás x CG em linha	43,57 ABb	46,64 ABb	49,14 ABa	51,64 ABa
Paiaguás x CG a lanço	40,74 Bb	43,47 Bb	47,80 Ba	48,97 Ba
CV (%)	..... 5,08 .....			
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )				
Estilosantes CG	25,96 Ac	28,76 Ab	31,26 Aab	33,76 Aa
Piatã	20,63 Bc	24,57 Bb	27,57 Bab	28,57 Ba
Paiaguás	20,29 Bc	25,27 Bb	27,60 Bab	28,10 Ba
Piatã x CG em linha	22,52 ABc	26,17 ABb	29,17 ABa	29,50 Ba
Piatã x CG a lanço	21,90 ABc	26,78 ABb	27,61 Bab	28,56 Ba
Paiaguás x CG em linha	23,05 ABc	26,56 ABb	29,73 ABa	30,06 Ba
Paiaguás x CG a lanço	21,09 ABc	26,21 ABb	28,08 Ba	29,71 Ba
CV (%)	..... 5,65.....			

Médias de dois anos seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estações do ano), diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). CG: Campo Grande.

Quando comparados os anos, no segundo ano, os valores de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> foram superiores em relação ao primeiro ano em todos os sistemas forrageiros (Figura 4a). Já o teor de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> apresentou comportamento inverso, com menores valores no segundo ano, também em todos os sistemas forrageiros (Figura 4b).



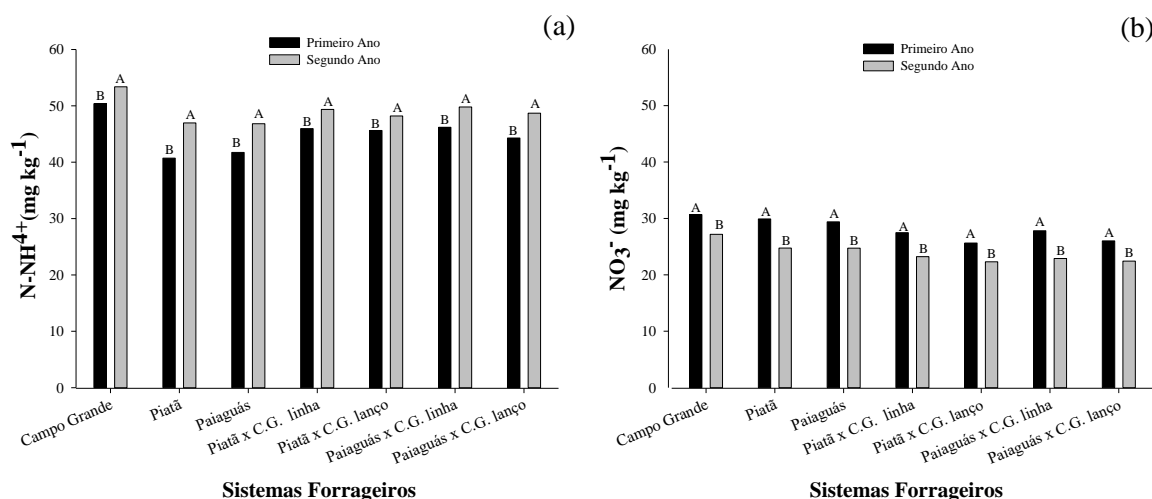


Figura 4. Amônio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) do solo dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). CG: Campo Grande.

### Nutrição nitrogenada das forrageiras

Avaliando a nutrição nitrogenada da planta (concentração de nitrogênio, clorofila, amônio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), observa-se, nas Tabelas 6 e 7 e Figuras 5 e 6, que houve influência (p < 0,05) das estações do ano e anos avaliados sobre as variáveis estudadas.

Para concentração de nitrogênio, Tabela 6, nas estações de inverno e primavera, as gramíneas em monocultivo apresentaram menores valores, seguidos dos sistemas consorciados. Entretanto, no verão e outono, as concentrações de nitrogênio foram semelhantes entre as gramíneas em monocultivo e consorciadas a lanço. Vale ressaltar que, em todas as estações, o estilosantes obteve maior concentração de nitrogênio.

Quando comparadas as estações dentro de cada sistema forrageiro, a primavera, verão e outono apresentaram valores semelhantes de concentração de nitrogênio, diferindo do inverno, que obteve menores valores em todos os sistemas forrageiros (Tabela 6).

Tabela 6. Concentração de nitrogênio e clorofila da planta nos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano.

Sistemas Forrageiros	Inverno	Primavera	Verão	Outono
	Concentração de nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )			
Estilosantes CG	2,40 Ab	2,57 Aab	2,61 Aa	2,67 Aa
Piatã	1,45 Cb	1,79 Ba	1,81 Ca	1,92 Ca
Paiaguás	1,44 Cb	1,78 Ba	1,79 Ca	1,82 Ca
Piatã x CG em linha	1,70 Bb	1,96 Bab	2,09 Ba	2,12 Ba
Piatã x CG a lanço	1,72 Bb	1,89 Ba	1,88 Ca	1,88 Ca
Paiaguás x CG em linha	1,69 Bb	2,08 Ba	2,10 Ba	2,13 Ba
Paiaguás x CG a lanço	1,66 Bb	1,83 Ba	1,86 Ca	1,95 Ca
CV (%)	..... 7,14.....			
<b>Clorofila (SPAD)</b>				
Estilosantes CG	41,38 Ab	45,49 Aab	46,36 Aa	48,01 Aa
Piatã	35,47 Bb	35,04 Cb	37,63 Ca	38,14 Ca
Paiaguás	35,33 Bb	35,17 Cb	38,08 Ca	38,46 Ca
Piatã x CG em linha	39,87 ABb	42,33 ABa	42,93 Ba	42,25 Ba
Piatã x CG a lanço	35,29 ABb	37,97 Ba	39,01 Ca	38,73 Ca
Paiaguás x CG em linha	39,23 ABb	41,64 ABa	42,21 Ba	41,38 Ba
Paiaguás x CG a lanço	36,44 ABb	38,05 Ba	38,15 Ca	38,63 Ca
CV (%)	..... 7,78.....			

Médias de dois anos seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estações do ano), diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). CG: Campo Grande.

Para avaliação da clorofila, as gramíneas em monocultivo apresentaram os menores valores no inverno e primavera. E no verão e outono, as gramíneas consorciadas em linha obtiveram valores superiores de clorofila em relação ao consórcio a lanço, que apresentou resultados semelhantes às gramíneas em monocultivo. Em comparação com as estações dentro de cada sistema forrageiro, para o estilosantes, apenas o inverno diferiu do verão e outono, com menor valor de clorofila. Para as gramíneas em monocultivo, os valores foram semelhantes entre as estações do inverno e primavera. E para os sistemas consorciados, primavera, verão e outono apresentaram maiores valores, diferindo do inverno (Tabela 6).

Com relação aos anos, para concentração de nitrogênio, houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) apenas nos sistemas consorciados, tendo os menores valores sido obtidos no segundo ano de avaliação, com diminuição média de 12,69% (Figura 5a). Já para a clorofila, verificou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) apenas para os sistemas em consórcio a lanço, com menores valores no segundo ano, com exceção do capim-paiaguás em monocultivo, que obteve redução nos teores de clorofila no segundo ano de avaliação (Figura 5b).

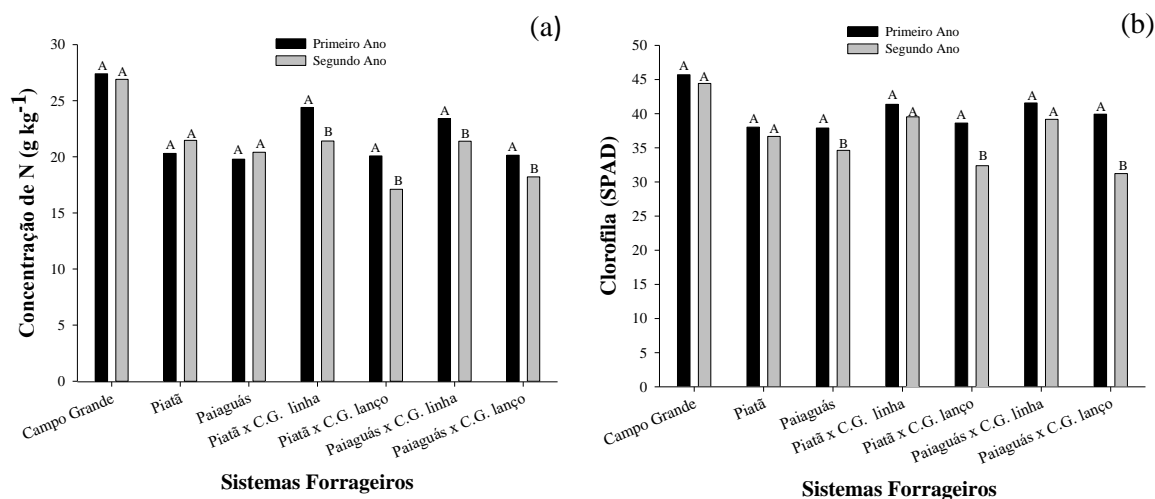


Figura 5. Concentração de nitrogênio (a) e clorofila (b) da planta dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). CG: Campo Grande.

Na avaliação do  $N-NH_4^+$  na planta, Tabela 7, os menores teores foram obtidos nas gramíneas em monocultivo, diferindo ( $p < 0,05$ ) apenas do estilosantes no inverno. E para as estações da primavera, verão e outono, não houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas consorciados a lanço e as gramíneas em monocultivo. Na média, o consórcio a lanço reduziu em 27,18% o teor de  $N-NH_4^+$  na planta em comparação ao sistema de consórcio em linha.

Quando comparadas as estações dentro de cada sistema forrageiro, Tabela 7, verificou-se que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nos valores de  $N-NH_4^+$  na planta para as gramíneas em monocultivo, que apresentaram valores semelhantes entre todas as estações. Entretanto, para o estilosantes em monocultivo e consorciado com as gramíneas, a estação de inverno obteve menores valores, em comparação com a primavera, verão e outono.

Tabela 7. Amônio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) da planta nos sistemas forrageiros em diferentes estações do ano.

Sistemas Forrageiros	Inverno	Primavera	Verão	Outono
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )			
Estilosantes CG	3,59 Ab	4,91Aa	5,01 Aa	4,97 Aa
Piatã	2,78 Ba	2,91 Ca	2,99 Ca	2,81 Ca
Paiaguás	2,71 Ba	2,95 Ca	2,89 Ca	2,92 Ca
Piatã x CG em linha	3,36 ABb	3,80 Ba	3,82 Ba	4,02 Ba
Piatã x CG a lanço	2,77 ABb	2,93 Ca	2,98 Ca	3,02 Ca
Paiaguás x CG em linha	3,45 ABb	3,71 Ba	3,90 Ba	4,08 Ba
Paiaguás x CG a lanço	2,80 ABb	3,03 Ca	3,04 Ca	3,10 Ca
CV (%)	..... 15,93 .....			
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )			
Estilosantes CG	2,46 Aa	2,53 Aa	2,76 Aa	2,62 Aa
Piatã	1,38 Ba	1,32 Ba	1,41 Ba	1,36 Ba
Paiaguás	1,41 Ba	1,40 Ba	1,39 Ba	1,44 Ba
Piatã x CG em linha	1,90 ABa	2,16 ABa	2,12 ABa	1,98 ABa
Piatã x CG a lanço	1,95 ABa	1,98 ABa	2,02 ABa	1,86 ABa
Paiaguás x CG em linha	1,91 ABa	2,08 ABa	2,05 ABa	2,03 ABa
Paiaguás x CG a lanço	1,98 ABa	1,93 ABa	1,86 ABa	1,82 ABa
CV (%)	..... 12,17.....			

Médias de dois anos seguidas por letras diferentes, maiúscula na coluna (sistemas forrageiros) e minúscula na linha (estações do ano), diferem entre si pelo teste de Tukey (P< 0,05). CG: Campo Grande.

Para os teores N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na planta, Tabela 7, verificou-se que as gramíneas em monocultivo apresentaram diferença significativa (p<0,05) em relação ao estilosantes em todas as estações avaliadas, com menores valores de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Quando comparadas as estações dentro de cada sistema forrageiro, verificou-se que não houve diferença significativa (p<0,05) nos teores de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na planta em relação às estações do ano, em todos os sistemas forrageiros (Tabela 7).

Avaliando os anos, em todos os sistemas forrageiros, o segundo ano apresentou maiores valores de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na planta, em média, 19,15% superior em relação ao primeiro ano (Figura 6a). Já o N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na planta apresentou comportamento inverso, com maiores teores no primeiro ano para todos os sistemas forrageiros (Figura 6b).

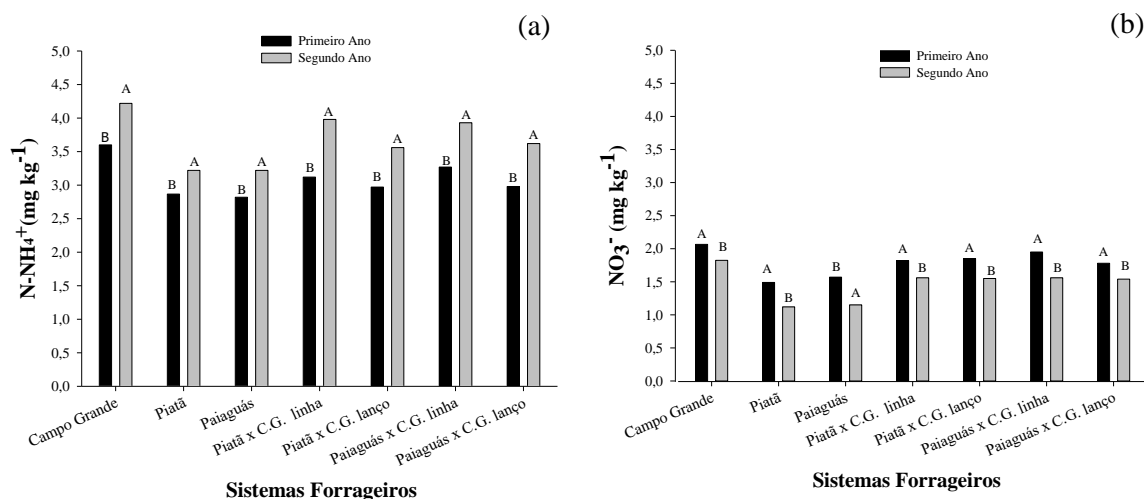


Figura 6. Amônio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (a) e nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (b) da planta dos sistemas forrageiros, avaliados no primeiro e segundo ano.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). CG: Campo Grande.

## DISCUSSÃO

### Atributos químicos do solo

Os menores valores de pH e maiores de Al<sup>3+</sup> nas gramíneas em monocultivo, em todas as estações do ano, Tabela 3, podem ser decorrentes da maior acidificação do solo, gerado pela adubação mineral (ureia), em relação à liberação de nitrogênio via leguminosa através da fixação biológica. A ureia gera amônio pela sua hidrólise, pois no processo de nitrificação, há formação de dois prótons (H<sup>+</sup>) para cada íon de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nitrificado (Moreira e Siqueira, 2006).

Vale ressaltar que a menor acidificação nos sistemas do estilosantes em monocultivo e consorciado em linha e a lanço foi proporcionada pela menor lixiviação do N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Tabela 5, representando maior mineralização e absorção do N oriundo dos restos vegetais da leguminosa, com aumento nos teores de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, reduzindo, assim, a acidificação do solo.

Várias pesquisas têm mostrado que os adubos nitrogenados acidificam o solo, como verificado por Primavesi et al. (2005) com aplicação de ureia e nitrato de amônio em capim coastcross e por Lange et al. (2006), com aplicação da ureia na cultura do milho.

Os maiores valores de pH e menores de Al<sup>3+</sup> para as estações de inverno em relação ao outono podem ser explicados pelo tempo de cultivo, que, no outono, gerou maior acidez do solo, em virtude da produção de forragem no decorrer das estações.

A redução do pH no segundo ano de avaliação, Figura 2a, em todos os sistemas forrageiros também pode ser decorrente do tempo de cultivo, em virtude da lixiviação e da extração de bases pelas plantas, da exsudação de ácidos orgânicos pelas raízes, da hidrólise do Al e, conseqüentemente, do aumento dos teores de H + Al, porque, nesse período de avaliação, não houve aplicação de calagem para correção do solo. Segundo Carvalho et al. (1992), essa acidificação apresenta reflexos negativos na produtividade da pastagem, mesmo com o uso de espécies tolerantes à acidez, como as cultivares de *Brachiaria brizantha* e o estilosantes Campo Grande.

Resultados semelhantes foram obtidos por Costa et al. (2008a), que, avaliando os valores de pH sob doses de nitrogênio em dois anos, verificaram redução dos valores de pH com os anos de cultivos do capim-marandu, mesmo na ausência da aplicação de nitrogênio.

Os menores teores de nitrogênio total para as gramíneas em monocultivo, Tabela 4, estão relacionados à baixa ciclagem de nitrogênio da matéria orgânica em relação aos sistemas que utilizaram a leguminosa, pois grande parte do nitrogênio total do solo está na forma orgânica (Malavolta, 2006). De acordo com trabalhos de Schunke et al. (2003), o aumento de nitrogênio total pode ser de até 50% na produção forrageira em tratamentos consorciados, em comparação com a *Brachiaria* em monocultivo, podendo ser atribuído ao maior aporte de nitrogênio proveniente desta leguminosa. Lenzi et al. (2009), avaliando a pastagem de coastcross consorciado com *Arachis pintoii* com ou sem nitrogênio, verificaram que o uso de leguminosa na pastagem pode contribuir para maior retenção e aproveitamento do N-mineral.

Os maiores teores de nitrogênio total do estilosantes em monocultivo e consorciado com as gramíneas em linha, nas estações de primavera, verão e outono Tabela 4, são decorrentes da maior persistência da leguminosa em relação à semeadura a lanço, Tabela 2, tendo ocorrido maior competição entre as gramíneas e a leguminosa. No entanto, fica nítido que os teores de nitrogênio do solo são controlados especialmente pelas condições climáticas, pela vegetação e pela qualidade da liteira depositada sobre o solo, fazendo com que, nestas épocas, as forrageiras fixem maior quantidade de nitrogênio, contribuindo mais na dieta animal, por estar mais presente na pastagem que em outras épocas do ano, podendo o inverso ser verificado no inverno, com menor teor de nitrogênio total.

As gramíneas em monocultivo apresentaram menor teor de nitrogênio total do solo, Figura 3a, no primeiro ano de avaliação, quando comparadas ao segundo ano, fato

que pode ser devido à menor quantidade e qualidade da liteira nesses sistemas, em decorrência da menor produção de massa e raízes das gramíneas, apresentando menor mineralização e liberação líquida de nitrogênio para o solo.

Os teores de MOS foram superiores nos sistemas com gramíneas em monocultivo, em comparação ao estilosantes, pressupondo que tenha ocorrido alta relação de C:N, visto esta relação ser um indicador importante da decomposição da MO do solo (Fornara e Tilman, 2008).

Geralmente as gramíneas contribuem com quantidades relativamente elevadas de fitomassa, caracterizada pela alta relação C:N, o que pode aumentar a persistência da cobertura do solo, porém com forte imobilização de nitrogênio no solo e lenta decomposição da MOS, refletindo em baixa produção de  $N-NO_3^-$ , Tabela 5, características que resultaram em boa estocagem de C no solo. Por outro lado, as leguminosas comumente apresentam altos teores de nitrogênio e produzem, em geral, palhadas de baixa relação C:N, cuja decomposição é relativamente rápida, com expressiva disponibilização de nitrogênio mineralizado (Perin et al., 2004; Fornara e Tilman, 2008).

O estilosantes, quando consorciado com as gramíneas nas duas formas de semeadura, melhorou os teores de MOS. Este resultado se deve às espécies diferentes (C3 e C4) que foram consorciadas, ocorrendo efeito de complementaridade, haja vista que a fixação de nitrogênio pelas leguminosas proporcionou maior crescimento radicular das gramíneas e maiores estoques de carbono e nitrogênio, em relação aos sistemas das gramíneas em monocultivo, tendo esta relação também sido observada por Lovato et al. (2004).

Os menores teores de MOS no inverno são devidos às características climáticas do período em estudo, com menor precipitação e temperatura (Figura 1). Para o estilosantes, nesse período ocorre a produção natural de sementes. É importante ressaltar a limitação dessa leguminosa em tolerar estresse hídrico, ao contrário de muitas leguminosas tropicais, que têm maior participação na alimentação dos animais durante a época seca do ano (Moreira et al., 2015). Para as gramíneas, mesmo para as cultivares de *Brachiaria brizantha* que apresentam resistência a déficit hídrico, houve menor produção de forragem no período do inverno, o que se refletiu diretamente em menor quantidade de liteira, contribuindo com menor MOS.

Os maiores valores de MOS no segundo ano de avaliação, para as gramíneas em monocultivo e consorciadas nas duas formas de semeadura, Figura 3b, são decorrente da

maior quantidade de fitomassa com boa disponibilidade das gramíneas e leguminosas em disponibilizar C e N, respectivamente, apresentando, desta forma, incremento benéfico nos teores de MOS. A MO é a principal fonte de N do solo e, portanto, grande parte do N total do solo está na forma orgânica (Malavolta, 2006), neste sentido, percebe-se que o presente trabalho obteve boa associação, refletindo-se em maiores incrementos de nitrogênio total e MOS.

O estilosantes em monocultivo e consorciado em linha apresentou maiores teores de  $N-NH_4^+$  do solo (Tabela 4). Esse resultado pode ser explicado pela menor relação C:N do estilosantes, pois, mesmo não avaliada neste estudo, segundo a literatura, por ser uma espécie leguminosa, a mineralização da MO é mais intensa, sendo o  $N-NH_4^+$  mais rapidamente liberado ao solo (Aita et al., 2007; Aranda et al. 2011), em relação às gramíneas.

Além disso, a presença do  $N-NH_4^+$  no solo é devida à fixação biológica de nitrogênio (FBN). O  $N_2$  é fixado produzindo amônia ( $NH_3$ ), logo após, ele é protonado e a bactéria rompe esta ligação formando  $N-NH_4^+$ , sendo esta uma das formas de absorção pela planta (Taiz e Zeiger, 2013; Martinelli, 2007; Urquiaga et al., 2005). Isso explica os maiores teores de  $N-NH_4^+$  do solo obtidos no estilosantes. Segundo Moro et al. (2013), a presença de leguminosas proporciona maiores teores de  $N-NH_4^+$  e  $N-NO_3^-$  no solo.

Vale ressaltar que, nos sistemas consorciados em linha, houve maior participação do estilosantes em comparação com os sistemas consorciados a lanço, Tabela 2, ocasionando maiores teores de  $N-NH_4^+$  no solo. Esse decréscimo na porcentagem de leguminosa na consorciação a lanço pode ser atribuído à maior competição por água, luz e nutrientes, e também entre plantas de *Brachiaria brizantha*, por serem plantas de maior eficiência fotossintética (ciclo C4) em condições tropicais, competindo melhor do que a leguminosa, que é de ciclo C3 (Aroeira et al., 2005). Isto evidencia que o melhor método de semeadura nas condições do experimento para favorecer a persistência da leguminosa seria a semeadura em linha, por manter mais equilibrada a proporção das forrageiras, mantendo uma maior nutrição nitrogenada do solo e das plantas.

Os teores de  $N-NH_4^+$  oscilaram no decorrer das estações, com maiores valores de  $N-NH_4^+$  no verão e outono em todos os sistemas avaliados. Esses resultados podem ser explicados em função das melhores condições climáticas nesse período, Figura 1, tendo ocorrido influência ambiental na mineralização do nitrogênio. Resultados semelhantes foram obtidos por Poletto et al. (2008), que verificaram que a oscilação do nitrogênio mineral ocorre devido ao processo biológico de mineralização do nitrogênio orgânico.



No segundo ano de avaliação, os valores de  $N-NH_4^+$  foram superiores em relação ao primeiro ano, em todos os sistemas forrageiros (Figura 4a). Esses resultados são decorrentes da maior acidificação do solo no segundo ano, Figuras 2a e b, sendo mais severa nas gramíneas em monocultivo que receberam adubação mineral ( $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ).

A fertilização com ureia, por ser uma molécula de reação básica, inicialmente provoca aumento do pH, principalmente ao redor dos grânulos do adubo. Entretanto, após a nitrificação do amônio, originado da hidrólise da ureia, o pH decresce para valores inferiores aos originais (Lange et al., 2006).

Quanto maior a acidez do solo, maior será a absorção de  $N-NH_4^+$  em relação ao  $N-NO_3^-$  do solo (Bissani et al., 2004). Segundo Moreira e Siqueira (2006), o processo de nitrificação é mediado pelas bactérias dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, muito sensíveis a valores de pH menores que 6,0 e nulas em pH menor que 4,5. Como a aplicação de nitrogênio nos sistemas forrageiros das gramíneas em monocultivo e a FBN do estilosantes em monocultivo e consorciado com as gramíneas reduziram o pH do solo no segundo ano de avaliação, Figura 2a, esse fato explica o maior teor de  $N-NH_4^+$  no segundo ano.

A variação dos teores de  $N-NO_3^-$ , Figura 4b, encontrados no solo também apresentaram o mesmo comportamento entre os sistemas forrageiros, quando comparado aos dados obtidos com  $N-NH_4^+$ , mostrando ter ocorrido aumento da mineralização do nitrogênio orgânico no solo. Isto se deve ao fato de a FBN do estilosantes reforçar a suposição de que o consórcio proporcionou incremento do nitrogênio no solo, principalmente nos sistemas de consórcio em linha, não inibindo o processo de nitrificação.

Os teores de  $N-NO_3^-$  do solo, Figura 4b, foram inversamente proporcionais quando comparados os anos de avaliação, apresentando maior absorção de  $N-NO_3^-$  e menor absorção de  $N-NH_4^+$  no primeiro ano de avaliação, sendo inversamente proporcionais no segundo ano. Ressalta-se que o  $N-NO_3^-$  é a forma preferencial de absorção como fonte de nitrogênio pelas plantas (Taiz e Zeiger, 2013), no entanto, quando o solo está ácido, ocorre maior absorção de  $N-NH_4^+$  (Bissani et al., 2004).

Embora não comparados estatisticamente, os menores teores de  $N-NO_3^-$  em relação aos teores  $N-NH_4^+$ , nos anos avaliados e em todos os sistemas forrageiros, Figuras 4a e b, podem estar associados a perdas de nitrogênio por lixiviação (Crusciol et al., 2011). No entanto, Costa et al. (2008a) relataram que, apesar de existirem perdas de

N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> com aplicação de altas doses de nitrogênio em pastagens, esse nutriente é aproveitado pelas plantas, resultando em pequena lixiviação no perfil do solo, em razão de as espécies de *Brachiaria* terem sistema radicular profundo, sendo excelentes extratoras de nitrogênio do solo (Cantarella et al., 2001).

### **Nutrição nitrogenada das forrageiras**

O estilosantes em monocultivo apresentou maior concentração de nitrogênio em todas as estações do ano, Tabela 6, por ser uma leguminosa que apresenta alto acúmulo de nitrogênio no tecido vegetal, devido à FBN.

As maiores concentrações de nitrogênio obtidas na primavera, verão e outono, em todos os sistemas forrageiros, podem ser explicadas pelas melhores condições climáticas nessas estações, Figura 1, que favoreceram o desenvolvimento das plantas forrageiras, que acumularam maior concentração de nitrogênio, quando comparadas à estação de inverno, que obteve menores valores.

Segundo Moreira et al. (2013), a concentração de nitrogênio em cultivares de *Brachiaria brizantha* e estilosantes Campo Grande foi diferente entre as estações do ano, sendo menor no inverno, e a consorciação em linha resultou em maior concentração de nitrogênio quando comparado à semeadura a lanço (Tabela 2).

Nos sistemas forrageiros, os maiores valores de clorofila no estilosantes em monocultivo são decorrentes da FBN, com incremento do nitrogênio na planta. Entretanto, os menores valores de clorofila nas gramíneas consorciadas a lanço, que apresentaram resultados semelhantes às gramíneas em monocultivo, são devidos à maior competição entre plantas nessa forma de semeadura, diminuindo, com isso, a proporção do estilosantes no sistema (Tabela 2). Segundo Bonfim-Silva et al. (2015), a redução da concentração de clorofila pode estar relacionada a níveis ou à diminuição da massa radicular, diminuindo, assim, a absorção de nitrogênio pelas plantas.

Em comparação com as estações do ano, foi possível verificar que períodos de maior déficit hídrico (inverno) resultaram em menor concentração de nitrogênio, mesmo nos sistemas consorciados, refletindo-se, desta forma, em menores teores de clorofila. Esses resultados são consistentes, pois quanto maior a FBN, maior a disponibilidade do N na planta, tendo uma relação positiva com os teores de clorofila.

No consórcio do estilosantes com as gramíneas a lanço, os teores de clorofila foram menores no segundo ano de avaliação, Figura 5b, em decorrência da menor proporção da leguminosa, Tabela 2, como relatado anteriormente para concentração de

nitrogênio. Isto evidencia que o melhor método de semeadura nas condições do experimento para favorecer maior absorção de nitrogênio pelas plantas seria a semeadura em linha, por manter mais equilibrada a proporção das forrageiras.

Estas interferências entre os sistemas consorciados também foram observadas por Moreira et al. (2015), que verificaram que as gramíneas consorciadas a lanço com estilósantes resultaram em menor percentual de proporção da leguminosa, sendo apenas 10% no segundo ano de implantação do sistema, no verão. Estes parâmetros se refletem diretamente nos teores de clorofila, conforme observado neste estudo.

Os menores teores de  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  da planta obtidos nas gramíneas em monocultivo são decorrentes da menor absorção de nitrogênio na forma inorgânica em comparação aos sistemas consorciados, que se mostraram mais eficientes em absorver o nitrogênio do solo para o tecido da planta. Adicionalmente, isto está correlacionado com os menores valores de pH do solo nos sistemas das gramíneas em monocultivo (Tabela 3).

Em avaliação dos íons inorgânicos em espécies de *Brachiaria*, Castoldi et al. (2013) verificaram que o menor pH na rizosfera da *Brachiaria humidicola* pode ter contribuído para seu mecanismo de inibição da nitrificação, resultando, desta forma, em diminuição dos teores de  $\text{N-NH}_4^+$  e de  $\text{N-NO}_3^-$ .

Os maiores valores de  $\text{N-NH}_4^+$ , Figura 6a, e os menores de  $\text{N-NO}_3^-$ , Figura 6b, na planta no segundo ano, em todos os sistemas forrageiros, são devidos à maior acidificação do solo, no segundo ano de avaliação (Figuras 2a e b).

Vale ressaltar que os teores de  $\text{N-NH}_4^+$  foram superiores aos de  $\text{N-NO}_3^-$  no tecido da planta em todos os sistemas forrageiros. Esses resultados evidenciam que houve redução no processo de nitrificação do  $\text{NH}_4^+$  no solo. Isto pode ser explicado pela diminuição do pH (Costa et al., 2008a) em razão das altas taxas de absorção de nitrogênio pelas plantas, inibindo, assim, o processo de nitrificação. Bissani et al. (2004) explicam que, em pH baixo, a nitrificação é afetada pela especialização das bactérias nitrificadoras, que exigem pH mais elevado. Em clima seco ou pH baixo, a nitrificação pode ficar paralisada bem antes da mineralização.

Avaliando a nutrição nitrogenada da planta, sob doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu, durante três anos, Costa et al. (2008b) verificaram que os teores de  $\text{N-NH}_4^+$  foram superiores aos de  $\text{N-NO}_3^-$  no tecido da planta em todas as doses aplicadas. Esses resultados confirmam aqueles obtidos nesse estudo.

## CONCLUSÃO

A consorciação entre gramínea e leguminosa influencia nos atributos químicos do solo e no estado nutricional das forrageiras, por trazer melhoria na concentração dos nutrientes.

No geral, o método de semeadura em linha proporcionou melhores concentrações de nutrientes.

O segundo ano proporcionou maior absorção de nitrogênio, no entanto, gerou maior acidificação para o solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P. N. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 1, p. 95-102, 2007.

ARANDA, V., AYORA-CAÑADA, M. J., DOMÍNGUEZ-VIDAL, A., MARTÍN-GARCÍA, J. M., CALERO, J., DELGADO, R., VERDEJOD, T.; GONZÁLEZ-VILA, F. J. Effect of soil type and management (organic vs. conventional) on soil organic matter quality in olive groves in a semi-arid environment in Sierra Mágina Natural Park (Spain). **Geoderma**, v. 164, n 1, 54-63. 2011.

AROEIRA, L.J.M.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F. MORENZ, M.J.F.; SALIBA, E.S.; SILVA, JJ, DUCATT, I.C. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n. 4, p.413-418, 2005.

BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. & CAMARGO, F.A.D.O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre, Gênese, 2004. 328p.

BONFIM-SILVA, E. M.; dos SANTOS, CARDOSO; C.; SILVA, T. J. A. da. Wood Ash Fertilization on Structural Characteristics and Chlorophyll Index of Tropical Forage Grasses. **American Journal of Plant Sciences**, v. 06, n. 9, p. 1341-1348, 2015.

CANTARELLA, H.; CORRÊA, L. de A.; PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R. de; SILVA, A. G. da. Ammonia losses by volatilization from coastcross pasture fertilized with two nitrogen sources. In: 19th International Grassland Congress, 2001, Águas de São Pedro. Proceedings of the 19th International Grassland Congress. Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 190-192.

CARVALHO, M.M.; MARTINS, C.E.; SIQUEIRA, C.; SARAIVA, O.F. Crescimento de uma espécie de braquiária na presença de calagem em cobertura e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16. n. 4, p. 69-74, 1992.

CASTOLDI, G.; REIS, J. G.; PIVETTA, L. A.; ROSOLEM, C. A. . Soil nitrogen dynamics after brachiaria desiccation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 6, p. 1620-1627, 2013.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, J.L. E RODRIGUES, R.B. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu: II Nutrição nitrogenada da planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1601-1607. 2008b.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E.C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. I - Alterações nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p.1591-1599, 2008a.

CRUSCIOL, C. A. C. GARCIA, R. A., CASTRO, G. S. A., ROSOLEM, C. A. Nitrate role in basic cation leaching under no-till. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 1975-1984, 2011.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212p.

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

FORNARA, D.A; TILMAN, D. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. **Journal of Ecology**, v. 96, n.2, p. 314-322, 2008.

HOFFMANN, A.; MORAES, E. H. B. K.; MOUSQUER, C. J.; SIMIONI, T. A.; JUNIOR GOMES, F.; FERREIRA, V. B.; SILVA, H. M. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. **Nativa**, v. 02, n. 2, 119-130, 2014.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho em sistema de plantio direto no triângulo mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 3, p. 363-376, 2000.

LANGE, A.; CARVALHO, J.L.N.; DAMIN, V.; CRUZ, J.C. MARQUES, J.J. Alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio e palha em sistema semeadura direta na cultura do milho. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p.460 - 467, 2006.

LENZI, A.; CEACATO, U.; MACHADO FILHO, L. C. P.; SILVA, M. A. G. da; GASPARINO, E.; ROMA, C.; BARBERO; L. Dinâmica do N-mineral em pastagem de coarctado consorciado com *Arachis pintoi* com ou sem nitrogênio em duas estações do ano. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.4, n. 1, p. 51-58. 2009.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, J.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e como o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 28, n.1, p.175-187, 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo, Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba, Associação Brasileira da Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.

MARTINELLI, L. A. Os caminhos do nitrogênio do fertilizante ao poluente. **Informações Agronômicas**. n.118, p.6-10, 2007.

MOREIRA, J.F.M.; COSTA, K.A.P.; SEVERIANO, E.C.; SIMON, G.A.; CRUVINEL, W.S.; BENTO, J.C. Nutrientes em cultivares de *Brachiaria brizantha* e estilosantes em cultivo monocultivo e consorciado. **Archivos de Zootecnia**, n.62, v.240, p. 513-523. 2013.

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

MOREIRA, J.F.M.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; GUSTAVO, A.S.; EPIFANIO, P.S.; CRUVINEL, W. S.; BENTO, J.C. Production and chemical composition of cultivars *Brachiaria brizantha* and Campo Grande stylo in monocropping and intercropping systems under different planting methods. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 5, p. 317-327, 2015.

MOREIRA, J.F.M.; COSTA, K.A.P.; SEVERIANO, E.C.; SIMON, G.A.; CRUVINEL, W.S.; BENTO, J.C. Nutrientes em cultivares de *Brachiaria brizantha* e estilosantes em cultivo monocultivo e consorciado. **Arquivo de Zootecnia**, v.62, n.240, p. 513-523. 2013.

MORO, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; CANTARELLA, H. Teor de nitrogênio inorgânico no solo em função de plantas de cobertura, fontes de nitrogênio e inibidor de nitrificação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 424-435, 2013.

MOURA, R.L.; NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; RODRIGUES, M.M.; OLIVEIRA, M.E. E LOPES, J.B. Razão folha/haste e composição bromatológica da rebrota de estilosantes Campo Grande em cinco idades de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 249-254. 2011.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J.G.M.; CECON, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por

adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.1, p.35-40, 2004.

POLETTO, N.; GROHS, D. S.; MUNDSTOCK, C. M. Ammonium and nitrate seasonal and daily fluctuation in a typical red dystrophic argisol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1619-1626, 2008.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H. & SILVA, A.G. Absorção de cátions e ânions pelo capim Coastcross adubado com ureia e nitrato de amônio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 247-253, 2005.

SANTINI, J. M. K.; PERIN, A.; COAGUILA, D. N.; VALDERRAMA, M., GALINDO, F. S.; SANTOS, C. G. dos; SILVA, V. M.; BUZETTI, S. Adubação nitrogenada na implantação de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés no cerrado: Características nutricionais-Parte 2. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 2, p. 140-153, 2016.

SCHUNKE, R. M.; SILVA, J. M. da. **Estilosantes Campo Grande consorciado com braquiária contribui para a sustentabilidade da pastagem**. Campo Grande. Embrapa, 2003. (Comunicado Técnico, n. 83).

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: EArtmed, 2013, 918p.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 95p. (Boletim Técnico, 5).

URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; RESENDE, A. S. de; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio na produtividade de sistemas agrícolas na América Latina. **In**: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Ed.). *Processos biológicos no sistema solo planta: ferramentas para uma agricultura sustentável*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. p. 181-200.



VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, p. 460-472, 2009.

VENDRAMINI, João Mauricio Bueno; JÚNIOR, José Carlos Batista Dubeux; SILVEIRA, Maria Lucia. Ciclagem de nutrientes em pastagens tropicais. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 9, n. 2, p. 308-315, 2014.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. de. **Degradação, recuperação e renovação de pastagens**. Embrapa Gado de Corte. Documentos, 189. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2012.

## CONCLUSÃO GERAL

Os capins piatã e paiaguás se mostraram semelhantes entre os sistemas forrageiros, indicando que ambos podem ser consorciados com estilosantes.

A consorciação entre gramínea e leguminosa influencia nas características produtivas e nutricionais das forrageiras, por aumentar a produção de massa seca, teores de PB e DIVMS e diminuir as frações fibrosas. No geral, o método de semeadura em linha foi mais eficiente em manter maior proporção da leguminosa no sistema, refletindo em melhores resultados.

Apesar das vantagens dos sistemas consorciados, o segundo ano proporcionou menor produção e qualidade de forragem, principalmente no sistema a lanço.

A consorciação entre gramínea e leguminosa influencia nas características químicas do solo e no estado nutricional das forrageiras, por trazer melhoria na concentração dos nutrientes. No geral, o método de semeadura em linha proporcionou melhores concentrações de nutrientes.

O segundo ano apresentou maior absorção de nitrogênio, no entanto, gerou maior acidificação para o solo.