

DANIEL VALADÃO SILVA

**EFEITOS DA DENSIDADE POPULACIONAL DA BRAQUIÁRIA SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO MILHO E DA
FORRAGEIRA EM CONSÓRCIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S586e
2014
Silva, Daniel Valadão, 1985-
Efeitos da densidade populacional da braquiária sobre as
características fisiológicas e produtivas do milho e da forrageira
em consórcio / Daniel Valadão Silva. – Viçosa, MG, 2014.
ix, 50f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Tocio Sedyama.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Plantas forrageiras. 2. Urochloa. 3. Brachiaria. 4. Milho.
5. Densidade de semeadura. 6. Integração lavoura-pecuária.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.
Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.2

DANIEL VALADÃO SILVA

**EFEITOS DA DENSIDADE POPULACIONAL DA BRAQUIÁRIA SOBRE
AS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO MILHO E
DA FORRAGEIRA EM CONSÓRCIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 31 de janeiro de 2014.

Antonio Alberto da Silva
(Coorientador)

Lino Roberto Ferreira
(Coorientador)

José Barbosa dos Santos

Marcelo Rodrigues dos Reis

Tocio Sedyama
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar saúde e sabedoria para a conclusão de mais essa etapa da minha vida.

À meu pai e minha mãe, minha força e minha luz, que sempre torceram pela minha vitória sem medir esforços para que isso acontecesse.

Ao meu irmão Bruno e todos meus demais familiares pelo carinho e incentivo.

À minha namorada Ana Beatriz pelo amor, carinho e paciência.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização do doutorado e pela contribuição à minha formação acadêmica.

Ao professor Tocio Sedyama pela orientação, amizade e confiança.

Ao professor Antonio Alberto da Silva pela orientação, confiança e valiosos ensinamentos.

Ao professor Lino Roberto Ferreira pelas valiosas contribuições ao trabalho.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, pela amizade e esclarecimentos nos cálculos estatísticos.

Aos professores Marcelo Rodrigues Reis e José Barbosa dos Santos pelas valiosas sugestões.

Agradeço a todos integrantes do grupo em Manejo Integrado de Plantas Daninhas pelos maravilhosos anos de convivência e amizade. Sou muito grato pela ajuda de cada um de vocês e tenho muito orgulho de ter feito parte desse grupo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de Bolsa de Estudo.

Aos colegas do curso, pelo constante apoio e consideração.

A quem torceu pela minha vitória.

Obrigado a todos!

BIOGRAFIA

DANIEL VALADÃO SILVA, filho de Selzer Francisco Silva e Sonia Divina Valadão Silva, nasceu em 17 de dezembro de 1985, no município de Indianópolis, São Paulo.

Em dezembro de 2003, concluiu o Ensino Médio na Escola Estadual Nossa Senhora do Guadalupe, Lagoa da Prata - MG.

Em dezembro de 2009, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG.

Em março de 2010, iniciou o curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, concluindo-o em julho de 2011. No mesmo ano ingressou no Doutorado no programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 31 de janeiro de 2014.

ÍNDICE

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 LITERATURA CITADA	4
2. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DO MILHO E DA BRAQUIÁRIA EM SISTEMA CONSORCIADO	6
2.1 RESUMO	6
2.2 ABSTRACT	7
2.3 INTRODUÇÃO	8
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	9
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
2.6 CONCLUSÕES	18
2.7 LITERATURA CITADA	18
3. PRODUTIVIDADE E TEOR DE NUTRIENTES DO MILHO EM CONSÓRCIO COM A BRAQUIÁRIA	22
3.1 RESUMO	22
3.2 ABSTRACT	23
3.3 INTRODUÇÃO	24
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.6 CONCLUSÕES	32
3.6 LITERATURA CITADA	32
4. COMPONENTES PRODUTIVOS DO MILHO EM CONSÓRCIO COM A BRAQUIÁRIA	35
4.1 RESUMO	35
4.2 ABSTRACT	36
4.3 INTRODUÇÃO	37
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	38
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.6 CONCLUSÕES	46
4.6 LITERATURA CITADA	46

5. CONDIDERAÇÕES FINAIS	50
--------------------------------------	-----------

RESUMO

SILVA, Daniel Valadão, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2014.
Efeitos da densidade populacional da braquiária sobre as características fisiológicas e produtivas do milho e da forrageira em consórcio. Orientador: Tocio Sedyama. Coorientadores: Antonio Alberto da Silva e Lino Roberto Ferreira.

O cultivo consorciado do milho com a braquiária é uma das principais técnicas para a recuperação ou reforma de pastagens degradadas e na formação de palhada para o plantio direto. Um aspecto importante na implantação deste sistema é a competição pelos fatores de crescimento (água, luz e nutrientes) das espécies, que se não manejadas adequadamente, pode inviabilizar economicamente o cultivo. Deste modo, o conhecimento das características fisiológicas, nutricionais e produtivas das culturas em consórcio é essencial para a obtenção de técnicas adequadas para o sucesso desse sistema de cultivo. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de densidades populacionais da *Urochloa brizantha* sobre as características fisiológicas, nutricionais e produtivas do milho e da forrageira cultivados em consórcio. Para isso foram realizados dois experimentos de campo no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. No primeiro os tratamentos constituíram do cultivo do milho com oito densidades populacionais da braquiária (0, 8, 9, 12, 14, 15, 17 e 23 plantas m⁻²) semeadas manualmente na linha de plantio. Aos 60 dias após o plantio do consórcio (DAP) avaliou-se a eficiência nutricional do milho. No segundo, avaliou-se o consórcio do milho com oito densidades populacionais de braquiária (0, 5, 7, 8, 9, 10, 12 e 15 plantas m⁻²) semeadas a 2 cm de profundidade, sendo determinadas, aos 60 DAP, as características fisiológicas das culturas [condutância estomática (*G*s), taxa fotossintética (*A*), taxa transpiratória (*E*) e eficiência no uso da água (*EUA*)]. Nos dois anos, a produtividade de grãos do milho e de matéria seca da braquiária foram avaliadas aos 160 DAP. O aumento da densidade da *U. brizantha* resultou em redução linear dos teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio e ainda da *G*s, *A* e *E* das plantas de milho, no entanto, sem alterar os teores de potássio e enxofre e a *EUA*. As características fisiológicas da braquiária foram influenciadas negativamente pelo sombreamento do milho. Esses resultados refletiram diretamente na produtividade das espécies, sendo que em altas densidades de

plantas de braquiária (acima de 8 plantas m⁻²) a produtividade de grãos do milho foi reduzida em 25 %, enquanto que a forrageira tem sua biomassa diminuída em aproximadamente 85% em comparação ao seu monocultivo. O incremento da densidade de plantio da *U. brizantha* aumentou linearmente a matéria seca da forrageira com reflexos negativos sobre o peso de espigas, peso de grãos e número de grãos por espiga do milho nos dois anos de avaliação. A produtividade dos grãos foi afetada negativamente em densidades populacionais superiores a 14 e 8 plantas m⁻² no primeiro e segundo ano de experimento, respectivamente. Em maiores densidades, as plantas de braquiária reduzem a eficiência da colheita dos grãos de milho. Conclui-se que a magnitude dos efeitos sobre as características fisiológicas, nutricionais e produtivas do milho é dependente da densidade populacional da *U. brizantha*, enquanto que as características fisiológicas e produtivas da forrageira dependem do sistema de cultivo (consorciada ou solteira).

ABSTRACT

SILVA, Daniel Valadão, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January, 2014.
Effects of planting density brachiaria on physiological and productive characteristics of corn and forage intercropping. Adviser: Tocio Sediyaama.
Co-advisers: Antonio Alberto da Silva and Lino Roberto Ferreira.

The maize intercropping with brachiaria is one of the main techniques for refurbishment or renovation of degraded pastures and straw formation to direct seeding. An important aspect in the implementation of this system is the crops competition by growth factors (light, water and nutrients), which if not controlled properly can derail economic cultivation. Thus, knowledge of the physiological, nutritional and productive crop intercropping aspects is essential to obtain adequate techniques for these species management. In this sense, the objective of this research was to evaluate the effects of different densities of *Urochloa Brizantha* on the physiological, nutritional and productive characteristics of corn and forage cultivate in intercropping. For this, two field experiments were conducted in a randomized complete block design with four replications. In the first experiment, treatments have been the planting corn with eight densities of brachiaria (0, 8, 9, 12, 14, 15, 17 and 23 plants m⁻²) and at 60 days after planting the intercropping (DAP) evaluated the nutritional efficiency of corn. The second experiment evaluated the maize intercropped with eight brachiaria densities (0, 5, 7, 8, 9, 10, 12 and 15 plants m⁻²), being determined at 60 DAP, the physiological characteristics of crops [stomatal conductance (Gs), photosynthetic rate (A), transpiration rate (E) and water use efficiency (EUA)]. In the two years the grain yield and dry matter production of brachiarias were evaluated at 160 DAP. The increased density of the *U. Brizantha* resulted in a linear reduction of the levels of nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium and Gs, A and E of corn plants, however without changing the content of potassium and sulfur and the EUA. The physiological characteristics of brachiaria were negatively impacted by shading corn. These results reflected directly in the the species productivity, and the high plant densities brachiaria (above 8 plants m⁻²) maize productivity is reduced by 25%, while the forage has its biomass decreased by approximately 85% compared to its monoculture. Increased planting density of *U. Brizantha* linearly increased dry matter forage with negative effects on ear weight, grain weight and number of

grains per corn ear in the two years of evaluation. The grain yield was negatively affected in population densities above the 14 and 8 plants m⁻² when sown manually in the planting corn or planted to a depth of 2 cm, respectively. At higher densities, the brachiaria plants can reduce the efficiency of the corn harvest. The conclusion was that the magnitude of the effects on the physiological, nutritional and productive characteristics of maize is dependent on *U. Brizantha* population density, while the physiological and productive characteristics depend on the forage crop (intercropping or monoculture) system.

1 - INTRODUÇÃO GERAL

A crescente competitividade no ramo do agronegócio tem aumentado a busca por sistemas de produção mais rentáveis, aliada à preservação dos recursos naturais, como o solo e a água. Neste sentido, tem-se observado nos últimos anos aumento das pesquisas relacionadas a técnicas de manejo que visem utilizar intensamente os recursos disponíveis nos agrossistemas, concomitante à melhoria da qualidade do solo – base da produção vegetal e animal – reduzindo o consumo de insumos e gerando maior renda líquida por área.

O estímulo na implantação de sistemas de cultivos conservacionistas também está relacionado aos problemas observados pelo contínuo uso do monocultivo e de práticas culturais inadequadas na agricultura, como o preparo tradicional do solo, com consequente queda da produção das culturas. Para a reversão desse quadro tem sido proposto o uso de tecnologias importantes como o sistema de plantio direto, que contempla não só o preparo mínimo do solo, mas também a prática de rotação de culturas, e os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP). Esse último tem sido considerado uma das técnicas mais promissoras para a conservação dos recursos naturais e para aumento da rentabilidade do produtor, visto que pressupõe o uso contínuo das áreas agrícolas e a melhoria da qualidade do solo ao longo do tempo (Entz et al., 2002; Rao et al., 2003).

Uma das técnicas para a implantação da ILP é o consórcio simultâneo de uma cultura destinada à produção de grãos ou silagem com uma espécie forrageira (Leonel et al., 2009; Pariz et al., 2011, Petter et al., 2011, Freitas, 2013). Neste caso, o milho tem sido a cultura preferida pelos produtores, devido a sua tradição de cultivo, ao grande número de cultivares comerciais adaptados às diferentes regiões ecológicas do Brasil e à sua excelente adaptação quando plantado em consórcio (Silva et al., 2004). Dentre as forrageiras usadas em consórcio com o milho destacam-se as pertencentes ao gênero *Urochloa* por apresentarem tolerância ao sombreamento e rápida produção de biomassa contribuindo para a boa formação da pastagem após a colheita do milho (Macedo, 2009).

O sistema de plantio do milho consorciado com a braquiária, conhecido como Sistema Santa Fé, além de propiciar redução do custo de renovação da pastagem, também proporciona aumento da produção de carne e leite; controle de pragas, doenças e plantas daninhas; recuperação da fertilidade do solo; permite a formação de palhada

para o sistema plantio direto; diversificação de culturas favorecendo a rotação; diminuição da necessidade de novos desmatamentos; aumento da eficiência de utilização de fertilizantes e corretivos e maior estabilidade de renda ao produtor (Carvalho et al., 2005).

Com a introdução da braquiária no sistema de cultivo do milho houve mudança de paradigma no setor produtivo, pois antes considerada uma planta daninha a forrageira passa a ser reconhecida como cultura companheira com vários benefícios ao produtor. Todavia, até a colheita do milho a braquiária deve ser manejada no intuito de prevenir a interferência sobre a cultura, visto que em cultivo simultâneo a competição pelos recursos de crescimento como água, luz e nutrientes pode resultar em menor produtividade (Jakelaitis et al., 2005; Borghi e Crusciol, 2007; Cruz et al., 2009). Kluthcouski e Yokoyama (2003) relataram que a maior taxa de crescimento inicial do milho em relação a braquiária é o principal motivo do sucesso do consórcio. Esse tem sido relatado como um dos principais motivos de diversos estudos não constatarem alteração na produção de grãos do milho quando cultivada com a braquiária.

A capacidade de suportar a competição imposta por outra planta varia entre as espécies de plantas cultivadas (Carvalho et al. 2011). Espécies cultivadas como o milho, o girassol e a soja, possuem maior capacidade competitiva que culturas de baixo porte e reduzido poder de interceptação da luz solar, como é o caso do feijão, cebola, alho e da cenoura (Pitelli, 1987). Nas relações de competição existem duas características inerentes às culturas que contribuem para colocá-las à frente das plantas daninhas: tolerância, que consiste na habilidade delas em manter o rendimento em situação de competição, ou supressão, que se refere à capacidade da cultura em reduzir o crescimento de plantas daninhas por efeito de interferência (Jannink et al., 2000).

O aumento do número de plantas presentes em uma mesma área tende a intensificar a competição pelos recursos de crescimento (água, luz e nutrientes) do meio, de forma que ambos os grupos de plantas são prejudicadas (Vidal, 2010). Nos sistemas agrícolas a água tende a ser o primeiro recurso a ficar limitante no meio (Vidal, 2010). Como a água está diretamente relacionada ao movimento dos nutrientes no solo e com as trocas gasosas das plantas, via transpiração e assimilação de CO₂, espera-se que a competição seja mais pronunciada em situações onde mais de uma espécie é cultivada em uma mesma área.

Embora se disponha atualmente de grande volume de conhecimento e avanços tecnológicos a respeito da nutrição mineral e fisiologia das plantas cultivadas, são ainda

incipientes os estudos sobre esses aspectos em situações onde duas espécies são cultivadas simultaneamente. A obtenção de informações mais detalhadas sobre este sistema pode auxiliar na adoção de práticas que proporcionem, em momento oportuno, maior habilidade competitiva a uma espécie em detrimento da outra. Neste sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos de diferentes densidades de plantio da *Urochloa brizantha* sobre as características nutricionais, fisiológicas e produtivas do milho e da forrageira em sistema consorciado.

LITERATURA CITADA

- BORGHI, E. & CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 2, p.163-171, 2007.
- CARVALHO, F. P. et al. Alocação de matéria seca e capacidade competitiva de cultivares de milho com plantas daninhas. Planta Daninha, v. 29, n. 2, p. 373-382, 2011.
- CARVALHO, G. G. P. et al. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. Revista Electrónica de Veterinaria, v. 6, n. 8, p. 1-19, 2005.
- CRUZ, S.C.S. et al. Consórcio de milho e *Brachiaria decumbens* em diferentes preparos de solo. Acta Scientiarum Agronomy. v.31, n.4, p.633-639, 2009.
- ENTZ, M.H. et al. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. Agronomy Journal, v.94, n.1, p.204-213, 2002.
- FREITAS, M. A. M. Impacto do consórcio milho-braquiária no crescimento, características nutricionais e fisiológicas do milho e na atividade da microbiota do solo. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2013.
- JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. Planta Daninha, v. 2, n. 1, p. 59-67, 2005.
- JANNINK, J. L. et al. Index selection for weed suppressive ability in soybean. Crop Science, v. 40, n. 4, p. 1087-1094, 2000.
- KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. Integração lavoura-pecuária. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.131-141.
- LEONEL et al. Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.1, p.177-189, 2009.
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.1, p. 133-146, 2009.
- PARIZ, C.M. et al. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura pecuária. Ciência Rural, v. 41, n.5, p. 875-882, 2011.

PETTER, F. A. et al. Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim-braquiária cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 3, p.855-864, 2011.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série Técnica IPEF*, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.

RAO, S.C. et al. Potential grain and forage production of early maturing pigeonpea in the Southern Great Plains. *Crop Science*, v.43, n.6, p.2212-2217, 2003.

SILVA, A. A. et al. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E. L. (Eds.). *Manejo integrado: integração agricultura-pecuária*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 117-169.

VIDAL, R. A. *Interação negativa entre plantas: Inicialismo, alelopatia e competição*. 1. ed. Porto Alegre-RS: UFRGS, 2010. 132 p.

2 – CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DO MILHO E DA BRAQUIÁRIA EM SISTEMA CONSORCIADO

2.1 - RESUMO

O conhecimento das características fisiológicas das espécies em sistema consorciado pode viabilizar técnicas agronômicas que maximizarão a produção das culturas. Nesta pesquisa, avaliou-se os efeitos do cultivo consorciado do milho e da *Urochloa brizantha* sobre as características fisiológicas e produtivas das culturas. O experimento foi realizado em condições de campo no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos do cultivo da *U. brizantha* consorciada com o milho e solteira em seis densidades populacionais (5, 7, 9, 10, 12 e 15 plantas m⁻²), além de uma testemunha correspondente ao monocultivo do milho. O milho (DKB 390 RR) e a *U. brizantha* (BRS Piatã) foram semeados com o uso de uma semeadora múltipla adotando-se uma população de 60.000 de plantas de milho por hectare no espaçamento de 0,50. A forrageira foi acondicionada em compartimento próprio da semeadora e depositada na profundidade de 2 cm, respeitando-se a quantidade estipulada para cada tratamento. As características fisiológicas [condutância estomática (*G*_s), taxa fotossintética (*A*), taxa transpiratória (*E*) e eficiência no uso da água (*EUA*)] e a matéria seca da braquiária foram avaliadas aos 60 dias após o plantio (DAP) e a produtividade do milho determinada aos 160 DAP. O aumento da densidade da *U. brizantha* resultou em redução linear da *G*_s, *A*, *E*, mas não alterou a *EUA* do milho. As características fisiológicas da braquiária foram influenciadas negativamente pelo sombreamento do milho. Esses resultados refletiram diretamente nas produções das espécies, sendo que em altas densidades de plantas de braquiária (acima de 8 plantas m⁻²) a produção do milho foi reduzida em valores superiores a 25 %, enquanto que a braquiária tem sua biomassa diminuída em aproximadamente 85% em comparação ao seu monocultivo. Conclui-se que, quando o milho e a braquiária são cultivadas em consórcio, as características fisiológicas das culturas são afetadas negativamente com reflexos diretos sobre sua produtividade.

Palavras chave: *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), consórcio simultâneo, densidade de semeadura, consórcio milho-braquiária, fisiologia de plantas cultivadas

PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MAIZE AND SIGNALGRASS IN INTERCROPPING SYSTEM

2.2 – ABSTRACT

The physiological characteristics of the species in intercropping system can enable agronomic techniques to maximize crop production. In this study, we evaluated the effects of maize and *Urochloa brizantha* intercropping on physiological and productive characteristics of cultures. The experiment was conducted under field conditions in a randomized complete block design with four replications. The treatments consisted of the cultivation of *U. brizantha* intercropped with maize and a monoculture in six densities (5, 7, 9, 10, 12 and 15 plants m⁻²), and a control corresponding to monoculture corn. Corn (DKB 390 RR) and *U. Brizantha* (BRS Piatã) were seeded with the use of a multiple planter and embrace a population of 60,000 plants per acre in corn spacing of 0.50. The forage was stored in its own compartment proper and deposited at a depth of 2 cm, respecting the stipulated amount for each treatment. The physiological characteristics [stomatal conductance (Gs), photosynthetic rate (A), transpiration rate (E) and water use efficiency (EUA)] and dry weight signalgrass were evaluated 60 days after planting (DAP) and productivity corn determined at 160 DAP. The increased density of *U. Brizantha* resulted in a linear decrease in Gs, A, E, but did not alter EUA corn. The physiological characteristics of signalgrass were negatively impacted by shading corn. These results reflected directly in the species production, and the high plant densities signalgrass (above 8 plants m⁻²) production of maize was reduced by over 25%, while signalgrass has its biomass decreased by approximately 85 % compared to its monoculture. We conclude that, when corn and signalgrass are grown intercropped, the crops physiological characteristics are negatively affected with direct effects on productivity.

Key words: *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), simultaneous intercropping, seeding rate, corn brachiaria intercropping, crop plants physiology

2.3 – INTRODUÇÃO

O sucesso de uma lavoura depende da eficiência do produtor no gerenciamento dos fatores ligados ao manejo da espécie de interesse. A limitação de um ou mais fatores abióticos como água, nutrientes ou luz pode comprometer o desenvolvimento da cultura pela relação direta que estes têm como a biossíntese de produtos essenciais para o crescimento das plantas. No caso de cultivos consorciados, pode resultar na competição pelos recursos limitados do meio. Esta pode ser mais intensa quando as espécies consorciadas possuem características anatômicas, morfológicas ou fisiológicas semelhantes (Vidal, 2010).

O consórcio do milho com espécies forrageiras, como a braquiária, tem constituído uma das principais estratégias na formação ou reforma de pastagens e na formação de palhada para o plantio direto (Freitas, 2013). Esse consórcio tem sido possível devido ao diferencial de tempo favorável ao milho, no acúmulo de matéria seca foliar, quando comparado às forrageiras utilizadas neste sistema (Kluthcouski e Yokoyama, 2003). A maior taxa de acúmulo de matéria seca produzida nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho em relação a diversas forrageiras (Silva et al., 2004) resultará em maior interceptação da radiação solar (Freitas et al., 2008). Essa interceptação varia conforme as características morfológicas do cultivar, como altura de planta e arquitetura foliar, além da população de plantas e espaçamentos utilizados (Freitas et al., 2008). Todavia, reduções na produtividade do milho poderão ocorrer em decorrência da competição interespecífica pelos recursos de crescimento com a forrageira (Jakelaitis et al., 2005; Borghi e Crusciol, 2007; Cruz et al., 2009; Carvalho et al., 2011; Paris et al., 2011).

A competição entre as plantas reduz o fornecimento de recursos essenciais para as espécies, ocasionando deficiências que culminam em alterações fisiológicas relacionadas com a fotossíntese, como a deficiência hídrica (Floss, 2008), nutricional (Melo et al., 2006) e a baixa qualidade ou quantidade de luz (Merotto Jr. et al., 2002). Essas limitações podem levar a alterações na condutância estomática, na concentração interna de gases e, conseqüentemente, na atividade fotossintética e no uso eficiente da água. O uso eficiente da água está diretamente relacionado ao tempo de abertura estomática, pois enquanto o dióxido de carbono (CO_2) penetra na folha, a água é perdida pela transpiração, com intensidade variável, dependendo do gradiente de potencial entre a superfície foliar e a atmosfera (Concenço et al., 2007).

A hipótese desta pesquisa é que a interferência interespecífica altera as características fisiológicas do milho e da braquiária em sistema consorciado com consequências diretas sobre a produtividade das culturas. Neste sentido, objetivou-se avaliar os efeitos do consórcio do milho com a braquiária, em diferentes densidades populacionais da forrageira, sobre as características fisiológicas e produtivas do milho e da braquiária.

2.4 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante os meses de outubro de 2012 a março de 2013 no campus experimental do Aeroporto (20° 44' 37,8" S e 42° 50' 40" W, altitude de 650 m), pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. O clima da região é subtropical úmido com inverno seco e verão quente, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, com temperatura média anual de 21°C e precipitação pluvial média anual de 1.200 mm. Os dados climáticos coletados na área experimental durante a realização da pesquisa estão apresentados na Figura 1.

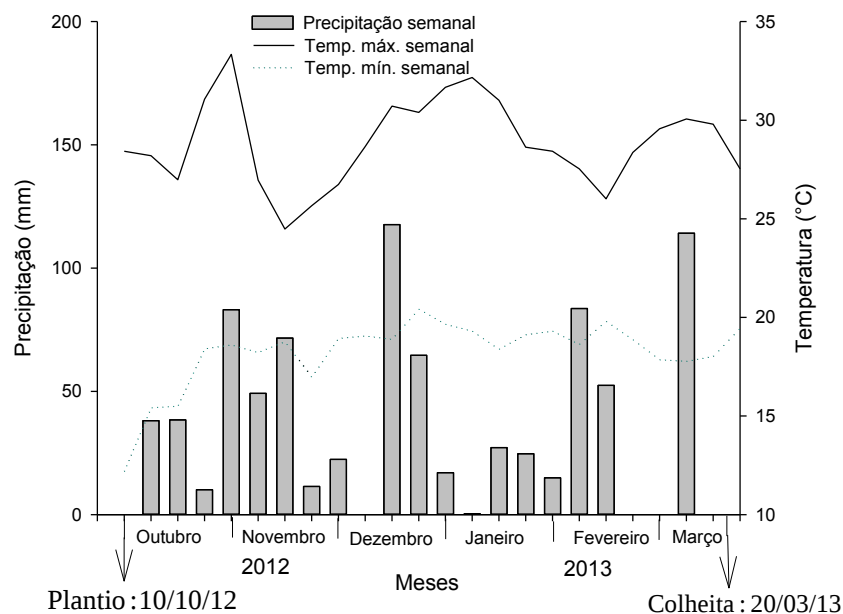


Figura 1: Precipitação pluvial e temperaturas médias semanais durante o período de condução do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos do cultivo da *U. brizantha* consorciada com o milho e solteiro em seis densidades populacionais (5, 7, 9, 10, 12 e 15 plantas m⁻²).

²), além de uma testemunha correspondente ao monocultivo do milho. Cada parcela experimental apresentou 10 linhas de milho ou de braquiária de 6 m de comprimento espaçadas de 0,50 m, sendo que a área útil constituiu-se das 6 linhas centrais excluindo 1 m de cada borda totalizando 12 m² (3 x 4 m).

Para o preparo da área experimental foi realizada a dessecação da vegetação quinze dias antes do plantio com aplicação da mistura em tanque dos herbicidas glyphosate (1.080 g ha⁻¹) + 2,4-D (540 g ha⁻¹). O milho (DKB 390 RR) e a *U. brizantha* (BRS Piatã) foram semeados com o uso de uma semeadora múltipla Semeato SHM 11/13 adotando-se uma população de 60.000 de plantas de milho por hectare. A forrageira foi acondicionada em compartimento próprio da semeadora e depositada na profundidade de 2 cm, respeitando-se a quantidade estipulada para cada tratamento.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa (Tabela 1). A adubação de plantio foi realizada aplicando-se 500 kg ha⁻¹ de 8-28-16 (NPK), distribuídos na linha de plantio do milho. A adubação de cobertura constou-se da aplicação de 300 kg de N na forma de uréia aplicada no estágio V6 do milho. A mesma adubação de plantio e cobertura foi adotada para o cultivo solteiro da braquiária.

Tabela 1 – Resultado da análise química e granulométrica do solo da área experimental

Solo	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO
	H ₂ O	mg dm ⁻³						cmol _c dm ⁻³					dag
Argissolo	5,4	61,0	36	1,9	0,4	0,1	1,0	2,4	1,36	2,40	60	3	1,6
Granulometria			Argila = 43				Silte = 14				Areia = 43%		

Análises realizadas segundo a metodologia da Embrapa (1997).

O controle das plantas daninhas dicotiledôneas em pós-emergência foi realizado com a aplicação do herbicida atrazine + óleo na dose de 1.500 g ha⁻¹ aos 30 dias após o plantio das espécies (DAP). Nas testemunhas em monocultivo o controle das demais plantas daninhas foi feita por capinas manuais, quando necessário.

Aos 60 DAP determinou-se a densidade populacional e matéria seca da braquiária em 4 linhas de 2 m da área útil (4 m²). Na mesma ocasião avaliou-se a taxa fotossintética (*A*), a taxa transpiratória (*E*), a condutância estomática de vapores de água (*G*_s) e posteriormente calculou-se o uso eficiente da água (*EUA*) do milho e da braquiária como a relação entre *A* e *E* (*EUA* = *A/E*). Para isso, utilizou-se um analisador de gás infravermelho (IRGA), portátil, modelo LI-6400 XT. As medições foram

realizadas entre 9 e 11 h da manhã, na superfície foliar da primeira folha totalmente expandida no terço superior da copa de cada planta de milho e na primeira folha totalmente expandida da braquiária. A irradiância para cada medição foi em média de 1000 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para o milho, 200 e 2000 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para a braquiária em cultivo consorciado e solteiro, respectivamente. Esse valor foi determinado como a irradiância que incide sobre a superfície da folha de cada espécie, sendo obtida através de 30 avaliações ao acaso no experimento.

Aos 160 DAP procedeu-se a colheita manual do milho sendo posteriormente determinada a produtividade de grãos corrigida para 13% de umidade.

Na análise dos dados referentes à cultura do milho considerou-se sete tratamentos compostos do seu monocultivo e do consórcio com as seis densidades de plantio da braquiária. Para os dados referentes à forrageira considerou-se um fatorial 2 x 6, sendo o primeiro fator o sistema de cultivo (monocultivo ou consorciado com o milho) e o segundo fator as densidades de plantas. Todos os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e análise de regressão sendo a escolha do modelo baseada na significância dos coeficientes ($p < 0,05$), no coeficiente de determinação e no comportamento biológico do fenômeno.

2.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características fisiológicas e crescimento da *Urochloa brizantha*

A braquiária apresentou maior G_s nos tratamentos em monocultivo do que quando consorciada com o milho (Figura 2a). No entanto, o aumento da densidade de plantas promoveu redução da G_s no cultivo solteiro da forrageira, enquanto que no consórcio não se constatou diferença entre os tratamentos. Mattos et al. (2005) verificaram que em condições de estresse hídrico as espécies do gênero *Urochloa* tem suas características fisiológicas afetadas, mas é observado a recuperação completa, em termos fisiológicos, quando o estresse é retirado das plantas.

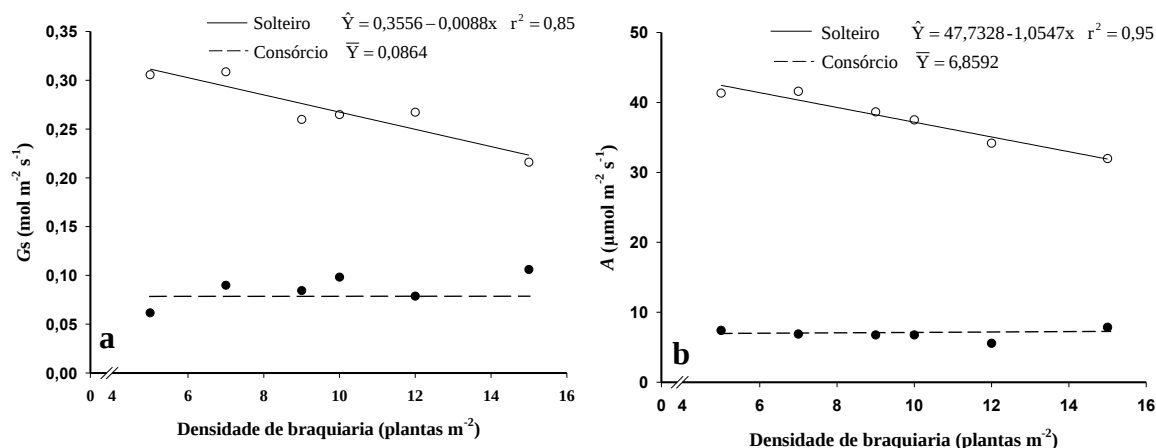


Figura 2. Condutância estomática (Gs) (a) e taxa fotossintética (A) (b) de plantas de *U. brizantha* sob diferentes densidades de plantio, em cultivo solteiro ou consorciado com o milho

Semelhante ao observado para a Gs constatou-se maior A nas plantas de braquiária em monocultivo em relação à espécie em consórcio, sendo que em maiores densidades de plantas no cultivo solteiro houve redução linear da variável (Figura 2b). Segundo Lopes et al. (2013), a A do dossel reflete na produção de biomassa das plantas, a qual poderá ser influenciada por fatores como: luz, temperatura, umidade, fertilidade do solo, e também pelo manejo adotado (intensidade e frequência de corte ou pastejo). A maior A observada no monocultivo está relacionada à maior irradiância que incide sobre as plantas de braquiária, sendo que no cultivo consorciado houve redução de 90% da irradiância incidente na forrageira pelo sombreamento do milho.

As plantas de braquiária cultivadas em consórcio com o milho apresentaram menor *E* e *EUA* em comparação com a forrageira em monocultivo (Figura 3). Todavia, não se observou alteração na *E* e *EUA* com o aumento da densidade populacional de braquiária.

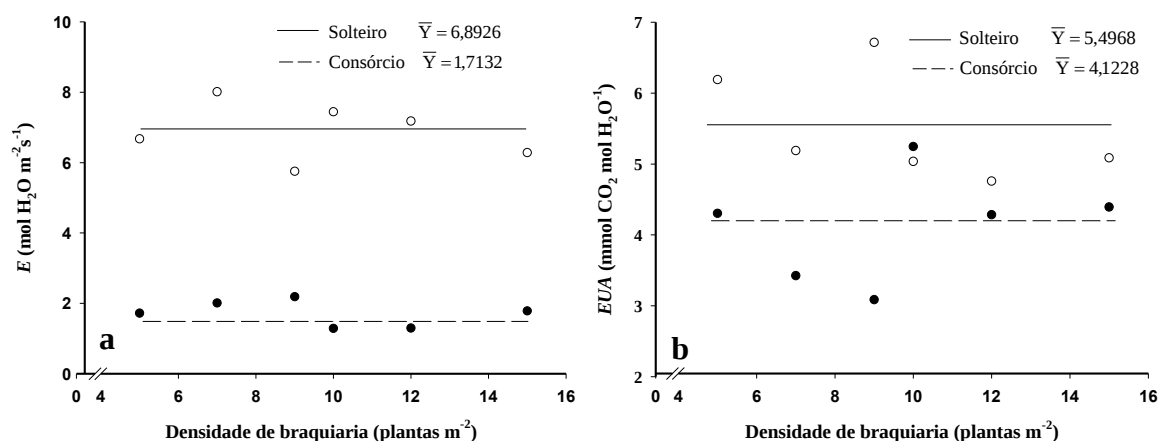


Figura 3. Taxa transpiratória (E) (a) e eficiência no uso da água (EUA) (b) de plantas de *U. brizantha* sob diferentes densidades de plantio, em cultivo solteiro ou consorciado com o milho

Silva e Guerra (2007) notaram que a braquiária em consórcio com eucalipto, nos espaçamentos 5x2 m e 6x2 m, exibiu valores superiores de E em relação a menores espaçamentos, provavelmente em razão da maior disponibilidade de água no solo em decorrência da maior distância entre a forrageira e a espécie florestal. Alguns trabalhos sugerem que em maiores espaçamentos, além do plantio na linha do milho, seja também incluída uma linha de braquiária nas entrelinhas da cultura, o que contribuiria para a formação da pastagem após a colheita do milho (Freitas et al. 2005; Jakelaitis et al. 2005; Freitas, 2013; Garcia et al., 2013). Desta maneira, nestas linhas se espera resultados diferentes nas características fisiológicas da braquiária, visto que nestas situações há uma maior incidência de raios solares na forrageira e menor competição com as plantas de milho (maior distância).

A matéria seca da parte aérea da braquiária (MS), aos 60 dias após o plantio, apresentou comportamento diferenciado de acordo com o sistema de plantio adotado (Figura 4). No cultivo solteiro constataram-se aumento da MS a partir de 7 plantas m⁻² sendo que houve tendência à estabilização dos valores acima de 9 plantas m⁻². Em consórcio notou-se aumento linear da MS da forrageira com o incremento na densidade de plantas. Esse aumento é explicado pelo maior número de plantas e não pelo crescimento superior das plantas de braquiária, visto que a A não foi alterada mesmo nas maiores densidades.

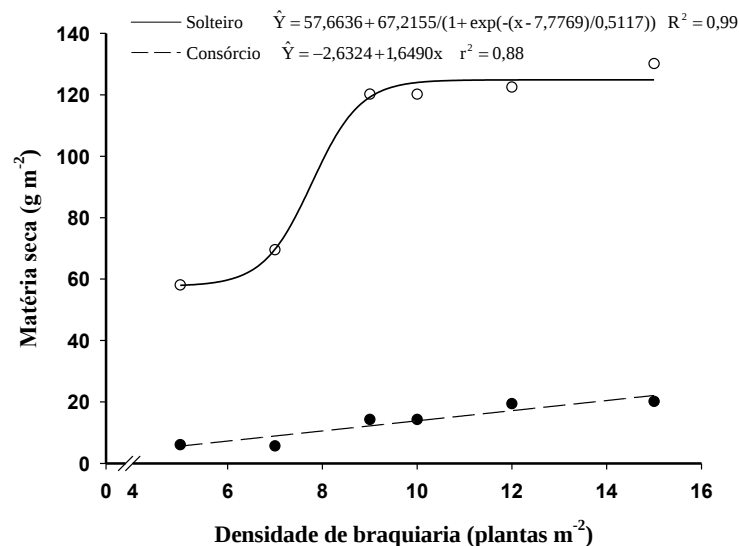


Figura 4. Massa da matéria seca da parte aérea de plantas de *U. brizantha* sob diferentes densidades de plantio, em cultivo solteiro ou consorciado com o milho

O efeito negativo do sombreamento sobre a produtividade forrageira também foi observado por Kallenbach et al. (2006), por Castro et al. (1999) e Carvalho et al. (2002). Segundo Leonel et al. (2009) quando o fator de competição é a luminosidade, geralmente plantas que crescem em ambiente com menor intensidade de luz produzem menor quantidade de biomassa, porém existem diferenças entre as forrageiras, tanto gramíneas quanto leguminosas, relacionadas à tolerância ao sombreamento. Pariz et al. (2010) verificaram que a *U. brizantha* mostrou-se mais sensível ao sombreamento promovido pelo milho do que a *U. decumbens*, a *U. ruziziensis* e o capim mulato 2 (*U. ruziziensis* X *U. brizantha*) com reduções na produção de matéria seca superior a 65% em relação ao monocultivo da forrageira. Todavia, Freitas et al. (2005) relataram que após a colheita do milho há um rápido crescimento da forrageira, principalmente pelo fato de não haver mais restrição à luz.

Características fisiológicas e produção do milho

O aumento da densidade de braquiária promoveu redução linear da condutância estomática (G_s) das plantas de milho (Figura 5a). Segundo Bianchi et al. (2007), a condutância foliar do milho tem relação direta com o nível de disponibilidade de água no solo, independentemente do sistema de manejo do mesmo. Desta maneira, uma das hipóteses a respeito da queda da G_s seria a redução da disponibilidade hídrica no solo com aumento da densidade de plantas de braquiária, pois nessa condição, a planta tende

a fechar seus estômatos, como forma de minimizar a perda de água para o ambiente. O fechamento dos estômatos reduz a entrada de CO₂ na câmara subestomática, diminuindo a quantidade de substrato disponível para o ciclo de Calvin.

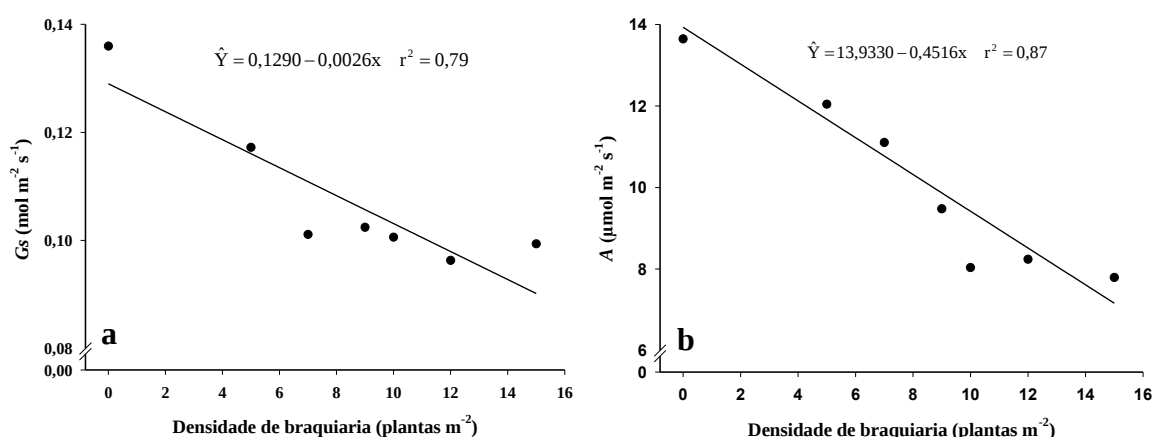


Figura 5. Condutância estomática (G_s) (a) e taxa fotossintética (A) (b) em plantas de milho, cultivadas no espaçamento de 0,50 m e população de 60000 plantas ha⁻¹, em consórcio com *Urochloa brizantha* em diferentes densidades

Para a taxa fotossintética (A) também foi verificado a redução linear da variável com o aumento da densidade de plantas de braquiária (Tabela 5). Ferreira et al. (2011) em pesquisa realizada para avaliar a competição entre plantas daninhas e cultura da soja concluíram que *Urochloa decumbens* apresenta maior eficiência nas características fotossintéticas e de uso da água. Estas características tornam esta espécie altamente competitiva em condição de alta temperatura e luminosidade. Como no consórcio a braquiária é sombreada pelo milho, espera-se que a cultura apresente a A mais elevada do que a forrageira até o momento da senescência do milho. Esses resultados corroboram os observados por Galon et al., (2011), que relataram o efeito negativo da competição de *U. brizantha* em plantas de cana-de-açúcar para as variáveis fisiológicas avaliadas e para a matéria seca das cultivares estudadas devido ao aumento da densidade das plantas de *U. brizantha*.

As plantas de milho apresentaram decréscimo linear da taxa transpiratória (E) quando se encontravam em competição com densidade crescente de plantas de braquiária (Figura 6a). O declínio de E está associado ao fechamento dos estômatos devido às alterações no potencial hídrico no solo (Brodribb e Hill, 2000). A planta tende a fechar os estômatos quando os níveis de luz estão abaixo da radiação fotossinteticamente ativa ou para evitar o estresse hídrico (Cochard et al., 2002). Todos esses parâmetros estão ligados numa relação de custo/benefício, pois a E também é um

mecanismo de diminuição da temperatura da folha. Os processos de transpiração e captura de CO₂ ocorrem quando os estômatos estão abertos, bem como a condutância estomática (Gs). Devido ao calor latente de evaporação (calor efetivamente usado para "aquecer" a água e possibilitar a evaporação), a transpiração tem um poderoso efeito resfriador – importante na regulação da temperatura da folha (Concenço et al., 2007).

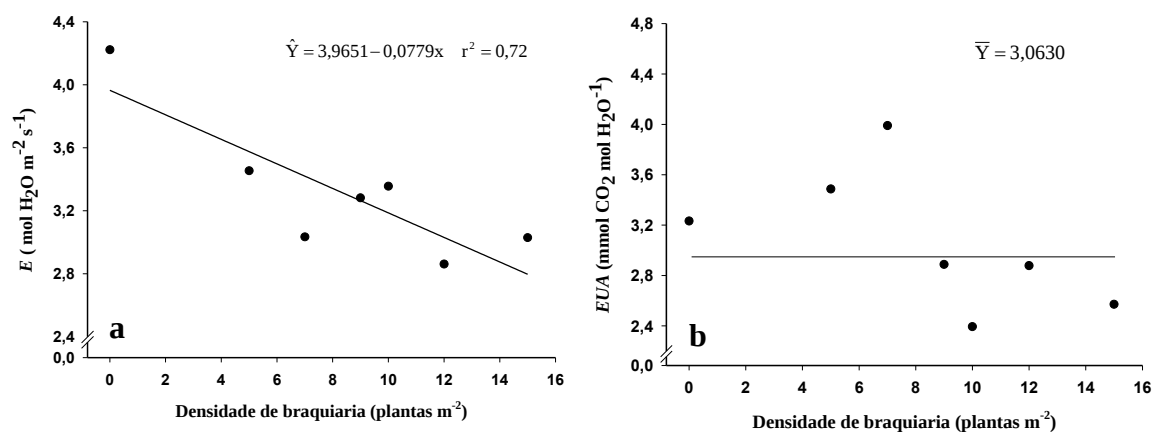


Figura 6. Taxa transpiratória (E) (a) e eficiência no uso da água (EUA) (b) em plantas de milho, cultivadas no espaçamento de 0,50 m e população de 60000 plantas ha⁻¹, em consórcio com *Urochloa brizantha* em diferentes densidades

Ao avaliar a eficiência do uso da água (EUA) de plantas de milho em competição com braquiária, verificou-se que esta variável não foi alterada pelas plantas competidoras (Figura 6b). Com a redução da A esperava-se que o EUA também fosse reduzido, no entanto, a regulação estomática mostrou-se eficiente para diminuir também a E , reduzindo a perda de água e mantendo a variável constante.

A produtividade do milho (PROD) foi afetada negativamente pela presença das maiores densidades de braquiária (Figura 7). Admitindo-se uma perda de 5% da PROD como o máximo tolerável de perdas (Hall et al., 1992), é possível observar pelo modelo ajustado, que densidades acima de 8 plantas m⁻² promovem reduções significativas da variável. Em densidades acima de 12 plantas m⁻² a redução na PROD é próxima a 30 %.

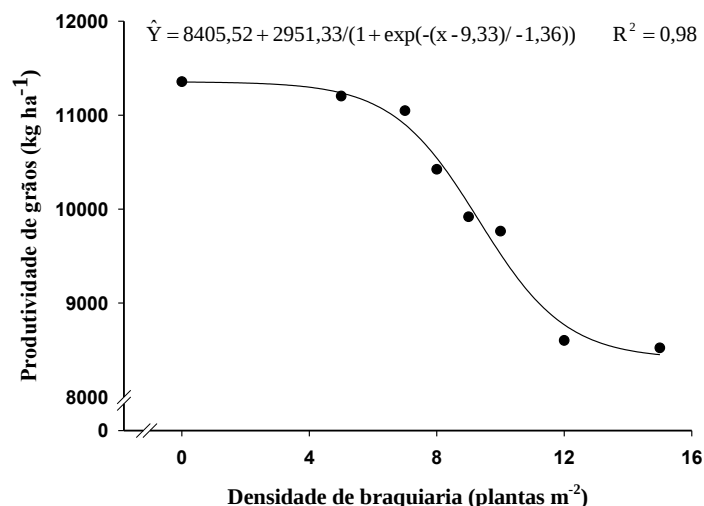


Figura 7. Produtividade do milho cultivado no espaçamento de 0,50 m e população de 60000 plantas ha⁻¹, em consórcio com *Urochloa brizantha* em diferentes densidades

O plantio do milho em consórcio com a braquiária, nas condições deste experimento, mostra que a competição da forrageira altera negativamente os aspectos fisiológicos e em maiores densidades, acima de 8 plantas m⁻², causando redução da produção da cultura. Esses resultados corroboram os observados por Jakelaitis et al. (2005) e Petter et al. (2011) que recomendam a aplicação de sub-dose do herbicida nicosulfuron como alternativa para reduzir o crescimento e consequentemente a capacidade competitiva da forrageira. Outros autores como Freitas et al. (2008) e Dan et al. (2011) afirmam que os herbicidas mesotrione e a mistura iodosulfuron + foramsulfuron também podem ser utilizados com sucesso neste sistema de consórcio.

Além da aplicação de herbicidas outras práticas podem ser adotadas para a redução do potencial competitivo da braquiária sobre o milho em consórcio. Pequeno et al. (2006) indicaram que o plantio da forrageira em época tardia em relação a cultura apresenta potencial para o uso no sistema de consórcio. Outra alternativa é a semeadura da braquiária em maiores profundidades (Ceccon et al., 2013), pois atrasaria a emergência e a ocupação da área pela forrageira.

De maneira geral, enquanto as alterações nas características fisiológicas do milho estão ligadas à densidade populacional da braquiária, as da forrageira estão mais relacionadas ao sombreamento do milho. Isso refletiu diretamente nas produções das espécies, sendo que em altas densidades de plantas de braquiária a produção do milho é reduzida em valores superiores a 25 %, enquanto que a braquiária tem sua biomassa diminuída em aproximadamente 85% quando sombreada.

2.6 – CONCLUSÕES

A interferência promovida pela braquiária altera negativamente as características fisiológicas do milho.

A produtividade do milho em consórcio é reduzida em densidade de braquiária superior a 8 plantas m⁻².

O sombreamento do milho interfere negativamente nas características fisiológicas da braquiária, independente do número de plantas.

2.7 – LITERATURA CITADA

BIANCHI, C. A. M. et al. Condutância da folha em milho cultivado em plantio direto e convencional em diferentes disponibilidades hídricas. *Ciência Rural*, v.37, n.2, p.315-322, 2007.

BRODRIBB, T. J. & HILL, R. S. Increases in water potential gradient reduce xylem conductivity in whole plants. Evidence from a low-pressure conductivity method. *Plant Physiology*, v. 123, n. 3, p. 1021-1028, 2000.

BORGHI, E. & CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 2, p.163-171, 2007.

CARVALHO, F. P. et al. Alocação de matéria seca e capacidade competitiva de cultivares de milho com plantas daninhas. *Planta Daninha*, v. 29, n. 2, p. 373-382, 2011.

CARVALHO, M.M. et al.. Início do florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.5, p.717-722, 2002.

CASTRO, C.R.T. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CECCON, G et al.. Germinação de *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com milho em função da profundidade de semeadura e tipos de sementes. Disponível em: < http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7BD4979453-CB24-4CF6-9693-625973663E62%7D_11_4.pdf >. Acesso em 11 de dez 2013.

COCHARD, H. et al. Unraveling the effects of plant hydraulics on stomatal closure during water stress in walnut. *Plant Physiology*, v. 128, n. 1, p. 282-290, 2002.

CONCENCO, G. et al. Uso da água em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) em condição de competição. Planta Daninha, v. 25, n. 3, p. 449-455, 2007.

CONCENCO, G. et al. Uso da água por plantas de arroz em competição com biótipos de *Echinochloa crusgalli* resistente e suscetível ao herbicida quinclorac. Planta Daninha, v. 27, n. 2, p. 249-256, 2009.

CORNIANI, N. et al. Determinação das trocas gasosas e de potencial hídrico através do uso de sistemas portáteis na avaliação do estresse. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 14., 2006, Piracicaba. Anais... São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. CD-ROM.

CRUZ, S.C.S. et al. Consórcio de milho e *Brachiaria decumbens* em diferentes preparos de solo. Acta Scientiarum Agronomy, v.31, n.4, p.633-639, 2009.

DAN, H.A. et al. Supressão imposta pelo mesotrione a *Brachiaria brizantha* em sistema de integração lavoura-pecuária. Planta Daninha, v. 29, n. 4, p. 861-867, 2011.

FERREIRA, A. F. et al. fisiológicas da soja em relação a espécies de plantas daninhas. Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas, v. 5, n. 1, p. 39, 2011.

FLOSS, E. L. Fisiologia das plantas cultivadas. 4. ed. Passo Fundo-RS: UPF, 2008. 749 p.

FREITAS, F.C.L. et al. Cultivo consorciado de milho para silagem com *Brachiaria brizantha* no sistema de plantio convencional. Planta daninha, v.23, n.4, p. 635-644, 2005.

FREITAS, F.C.L. et al. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron + iodosulfuron-methyl para o manejo da forrageira. Planta daninha, v.26, n. 2, p.215-221, 2008.

FREITAS, M. A. M. Impacto do consórcio milho-braquiária no crescimento, características nutricionais e fisiológicas do milho e na atividade da microbiota do solo. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2013.

GALON, L et al. Influência de *Brachiaria brizantha* nas características fisiológicas relacionadas a fotossíntese e uso eficiente da água em cana-de-açúcar. Planta daninha, v.29, n.spe, p.1037-1043, 2011.

GARCIA et al. Desempenho agrônômico da cultura do milho e espécies forrageiras em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado. Ciência Rural, v.43, n.4, p.589-595, 2013.

HALL, M. R. et al. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). Weed Science, v. 40, n. 4, p. 441-447, 1992.

JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. *Planta Daninha*, v. 2, n. 1, p. 59-67, 2005.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. *Integração lavoura-pecuária*. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.131-141.

KALLENBACH, R.L. et al. Cumulative forage production, forage quality and livestock performance from an annual ryegrass and cereal rye mixture in a Pine–Walnut. *Silvopasture Agroforestry System*, v.66, n.1, p.43-53, 2006.

LEMOS, J.P. Morfofisiologia de plantas de milho em competição com picão-preto e trapoeraba submetidas a roçada. *Planta Daninha*, v. 30, n. 3, p. 487-496, 2012.

LEONEL et al. Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.1, p.177-189, 2009.

LOPES, M. N. et al. Trocas gasosas e índices de crescimento em capim-braquiária manejado sob lâminas de irrigação e idades de crescimento. *Revista Agro@mbiente*, v. 7, n. 1, p.10-17, 2013.

MATTOS, J. L. S. et al. Crescimento de Espécies do Gênero *Brachiaria*, sob Déficit Hídrico, em Casa de Vegetação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.746-754, 2005.

MELO, P. T. B. S. et al. Comportamento de populações de arroz irrigado em função das proporções de plantas originadas de sementes de alta e baixa qualidade fisiológica. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 12, n. 1, p. 37-43, 2006.

MEROTTO JR., A. et al. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. *Planta daninha*, v.20, n.1, p. 9-16, 2002 .

PARIZ, C.M. et al. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* , v. 32, n. 2, p. 147-154, 2010.

PARIZ, C.M. et al. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura pecuária. *Ciência Rural*, v. 41, n.5, p. 875-882, 2011.

PEQUENO, D. N. L. et al. Efeito da época de semeadura da *Urochloa brizantha* em consórcio com o milho, sobre características agrônômicas da cultura anual e da forrageira em Gurupi, estado do Tocantins. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, v. 2, n. 3, p. 127-134, 2006.

PETTER, F. A. et al. Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim-braquiária cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 3, p.855-864, 2011.

SILVA, A. A. et al. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E. L. (Eds.). *Manejo integrado: integração agricultura-pecuária*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 117-169.

SILVA, J. M. S.; GUERRA, S. P. S. Relações hídricas de braquiária um consórcio com eucalipto aos 45 meses de idade em diferentes espaçamentos. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*. v.11, n.2, p. 1-6, 2007.

VIDAL, R. A. *Interação negativa entre plantas: Inicialismo, alelopatia e competição*. 1. ed. Porto Alegre-RS: UFRGS, 2010. 132 p.

3 – PRODUTIVIDADE E TEOR DE NUTRIENTES DO MILHO EM CONSÓRCIO COM A BRAQUIÁRIA

3.1 - RESUMO

Nos cultivos consorciados a competição entre as espécies pelos recursos do meio pode inviabilizar o sistema. A intensidade da interferência de uma espécie sobre a outra, resultante dessa competição, depende da densidade populacional das espécies componentes do sistema. Na busca de melhor entendimento desses efeitos avaliaram-se os efeitos de densidades de *U. brizantha* sobre o crescimento da forrageira e a eficiência nutricional e produtividade do milho em sistema consorciado. Foram avaliadas oito densidades de *U. brizantha* (0, 8, 9, 12, 14, 15, 17 e 23 plantas m⁻²) resultantes da semeadura de 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 10 kg ha⁻¹ de sementes. Os tratamentos foram casualizados em blocos com quatro repetições. O milho DHB 390 RR foi semeado no espaçamento de 0,50 m e na população de 60000 plantas ha⁻¹, sendo o plantio da braquiária realizado manualmente na linha de plantio. As avaliações nutricionais foram realizadas aos 60 após o plantio das espécies (DAP) e a produtividade de grãos do milho e a matéria seca da braquiária foi mensurada aos 160 DAP. A matéria seca da braquiária apresentou comportamento quadrático com o aumento da densidade de plantio. O aumento da densidade da *U. brizantha* resultou em redução linear dos teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio em plantas de milho, no entanto, sem alterar os teores de potássio e enxofre. A produtividade de grãos foi afetada negativamente em densidade de braquiária superior a 15 plantas m⁻². Conclui-se que a interferência da *U. brizantha* sobre o milho, em plantio simultâneo, reduz os teores de fósforo, cálcio e magnésio independente da densidade de plantas. A produtividade de grãos e o teor de nitrogênio foram reduzidos em densidades de braquiária superiores a 15 plantas m⁻².

Palavras chave: *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), consórcio simultâneo, densidade de semeadura, consórcio milho-braquiária, nutrição mineral de plantas cultivadas

PRODUCTIVITY AND NUTRIENT CONTENT OF CORN INTERCROPPING WITH SIGNALGRASS

3.2 – ABSTRACT

In intercropping competition among species for environmental resources can cripple the system. The interference intensity of one species over another as a result of this competition depends on the species population density of the system components. In the search for better understanding of these effects evaluated the *Urochloa brizantha* densities effects on forage growth and nutritional maize efficiency and productivity in intercropping system. Eight densities of *U. Brizantha* (0, 8, 9, 12, 14, 15, 17 and : 23 plants m⁻²) was evaluated the resulting the seeding of 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 and 10 kg ha⁻¹ seeds. The treatments were randomized in blocks with four replications. The DHB 390 RR corn was sown at a spacing of 0.50 m in the population of 60 000 plants ha⁻¹, with the planting of signalgrass performed manually in rows. Nutritional evaluations were performed at 60 after planting the species (DAP) and maize grain yield and signalgrass dry weight was measured 160 DAP. The signalgrass dry matter shows quadractrically performance with increasing planting density. The increased density of *U. Brizantha* resulted in a linear reduction of the nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium levels in maize plants, however, without changing the potassium and sulfur levels. Grain yield was negatively affected in signalgrass density more than 15 plants m⁻². It is concluded that the interference of *U. Brizantha* on corn of simultaneously planting, reduces the levels of phosphorus, calcium and magnesium, independent of density. Grain yield and total nitrogen were reduced by densities signalgrass higher to 15 plants m⁻².

Key words: *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), simultaneously intercropping, seeding rate, signalgrass-corn intercropping, mineral nutrition of cultivated plants.

3.3 – INTRODUÇÃO

A introdução da braquiária nos sistemas de produção de grãos tem sido uma das principais ferramentas utilizadas para a intensificação da exploração de áreas destinadas à agropecuária no Brasil (Resende et al., 2008). Uma das técnicas de cultivo consiste no consórcio do milho com a braquiária em semeadura simultânea ou posterior ao plantio da cultura destinada a produção de grãos. Esse consórcio apresenta como vantagens, além da produção de grãos do milho, a formação de palhada para o plantio direto ou a recuperação/reforma de pastagens degradadas (Carvalho et al., 2005).

Na implantação do consórcio milho-braquiária, vários arranjos de semeadura podem ser adotados, os quais influenciam diretamente o sucesso deste sistema (Freitas, 2013). Quando a semeadura da braquiária é realizada simultaneamente a do milho a interferência da forrageira sobre a cultura pode reduzir a produção de grãos e, conseqüentemente, comprometer a receita utilizada pelo produtor para amortizar o custo da implantação da pastagem (Garcia et al., 2012).

A interferência é o conjunto de ações resultantes da competição pelos recursos naturais do meio e outras interações entre plantas da comunidade infestante e a cultura, que ocorre em sistemas de cultivos (Silva et al., 2007). No caso dos cultivos consorciados a interferência interespecífica pode provocar menor crescimento e desenvolvimento das espécies, inviabilizando o sistema. Espera-se que essa interferência seja mais forte quando se estabelece a competição entre espécies que apresentam semelhanças quanto ao nicho ocupado pelas espécies, ou seja, a competição pelos recursos de crescimento seja mais pronunciada (Vidal, 2010).

Um dos principais fatores que afeta a resposta de uma cultura a interferência é a densidade populacional da espécie competidora. Esta característica influencia diretamente a magnitude dos efeitos promovidos pela competição sobre a produtividade final da espécie de interesse. Segundo Vidal (2010) sob baixas densidades de planta daninha, o impacto de cada infestante no rendimento da cultura é muito acentuado. Mas, à medida que aumenta a densidade, a influência das plantas daninhas se sobrepõe e o impacto relativo de cada indivíduo já não é tão evidenciado.

Jakelaitis et al. (2005a) verificaram que no consórcio do milho com a *U. decumbens* ocorreu interferência da forrageira no estado nutricional da cultura, e conseqüentemente, na produtividade final de grãos. Segundo Silva et al. (2004), a intensidade dessa interferência depende das condições do solo e clima, dos cultivares

utilizados e do manejo empregado. Todavia, alguns autores (Portes et al., 2000; Jakelaitis et al., 2005) indicam que a viabilidade do consórcio milho-braquiária é devido ao diferencial na taxa de crescimento inicial e pelos distintos picos de demandas nutricionais, tornando, dessa forma, possível atender às exigências das diferentes espécies sem exceder a taxa máxima pela qual os nutrientes podem ser supridos pelo ambiente.

Nesta pesquisa testa-se a hipótese de que é possível o consórcio de milho com braquiária, sem que esta espécie altere o teor de nutrientes foliares e a produção do milho. Neste sentido, objetivou-se avaliar os teores de macronutrientes e a produtividade do milho cultivado em consórcio com diferentes densidades de braquiária (*Urochloa brizantha* Stapf).

3.4 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante os meses de outubro de 2011 a março de 2012 no campo experimental do Aeroporto (20° 44' 37,8" S e 42° 50' 40" W, altitude de 650 m), pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. O clima da região é subtropical úmido com inverno seco e verão quente, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, com temperatura média anual de 21°C e precipitação pluvial média anual de 1.200 mm. Os dados climáticos coletados na área experimental durante a realização da pesquisa estão apresentados na Figura 1.

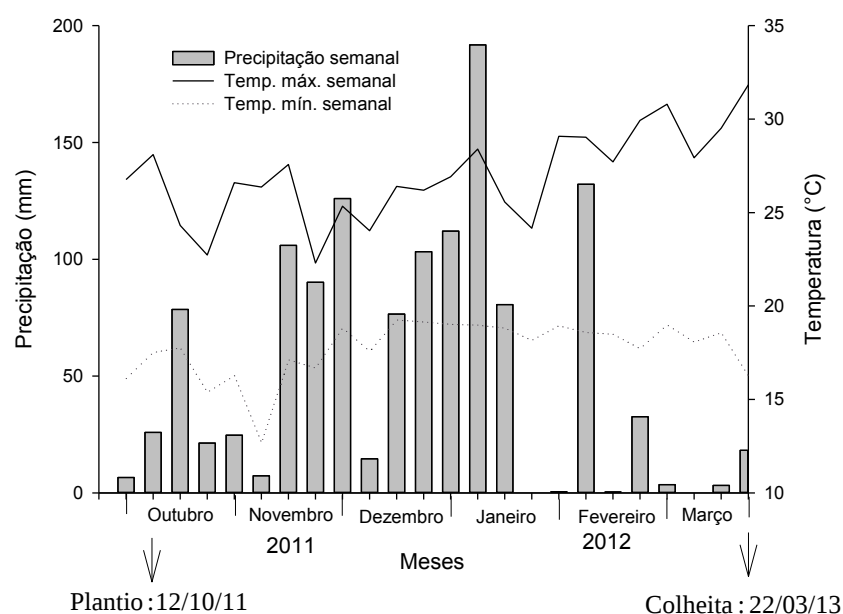


Figura 1: Precipitação pluvial e temperaturas médias semanais durante o período de condução do experimento

Os tratamentos foram constituídos do milho cultivado em consórcio com a *Urochloa brizantha* cv. Piatã em sete densidades populacionais (0, 8, 9, 12, 14, 15, 17 e 23 plantas m⁻²) equivalente ao plantio de 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 10 kg ha⁻¹ (Valor Cultural=76%), dispostos em delineamento em blocos, com quatro repetições. Cada parcela experimental apresentou 10 linhas de milho de 6 m de comprimento espaçadas de 0,50 m sendo que a área útil constituiu-se das seis linhas centrais excluindo 1 m de cada borda totalizando 12 m² (3 x 4 m).

Para o preparo da área experimental foi realizada a dessecação da vegetação aos quinze dias antes do plantio através da aplicação da mistura em tanque dos herbicidas glyphosate (1.080 g ha⁻¹) + 2,4-D (540 g ha⁻¹). O milho (DKB 390 RR) foi semeado com o uso de uma semeadora múltipla Semeato SHM 11/13 adotando-se uma população de 60.000 plantas por hectare. No mesmo dia semeou-se a *Urochloa brizantha* manualmente na linha de plantio do milho respeitando a quantidade estipulada para cada tratamento.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa. A adubação de plantio foi realizada com a aplicação de 500 kg ha⁻¹ 8-28-16 (NPK), distribuídos na linha de plantio do milho. A adubação de cobertura constou-se da aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia aplicada quando o milho apresentava seis folhas completamente expandidas.

Tabela 1 – Resultados da análise química e física do solo da área experimental

Solo	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO
	H ₂ O	mg dm ⁻³						cmol _c dm ⁻³					dag
Argissolo	5,6	5,9	64	2,0	0,8	0,3	3,3	2,96	2,96	6,26	47	0	2,6
Granulometria			Argila = 43					Silte = 14			Areia = 43%		

Análises realizadas no Laboratório de Análises de Solo Viçosa, segundo a metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1997).

O controle das plantas daninhas dicotiledôneas em pós-emergência foi realizado com a aplicação do herbicida atrazine + óleo na dose de 1.500 g ha⁻¹ aos 30 dias após o plantio (DAP) do milho. Na testemunha em monocultivo, o controle da braquiária e demais plantas daninhas foi feita por meio de capinas manuais, quando necessário.

Aos 60 DAP determinou-se a densidade de braquiária através da avaliação do número de plantas presente em 4 linhas da área útil, cada uma com 2 metros lineares (4

m⁻²). No mesmo dia coletou-se a folha oposta e abaixo da espiga superior de dez plantas de milho (Malavolta et al., 1997) por parcela, para a avaliação do teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S).

As folhas coletadas foram secas em estufa de circulação forçada de ar (70 ± 2 °C) até atingir massa constante e posteriormente moído (< 1,00 mm) e submetidos a análise do material vegetal. O N foi determinado por destilação Kjeldahl, após digestão sulfúrica do material vegetal (Tedesco et al., 1995). Foi realizada a digestão nitroperclórica do material vegetal para determinação dos teores de P por colorimetria (Braga e De Felipo, 1974), de K por fotômetro de chama e de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (Tedesco et al., 1995).

Aos 160 DAP procedeu-se a colheita manual do milho na área útil das parcelas experimentais sendo posteriormente determinada a produtividade de grãos corrigida para 13% de umidade. Na mesma ocasião foi avaliada a matéria seca da parte aérea das plantas de braquiária.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e análise de regressão sendo a escolha do modelo baseada na significância dos coeficientes ($p < 0,05$), no coeficiente de determinação e no comportamento biológico do fenômeno.

3.5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de nitrogênio (N) das folhas de milho apresentou comportamento quadrático em relação à densidade de plantas de braquiária (Figura 2a). O maior teor de N (3,01) foi observado para a densidade de 9,5 pl m⁻² de braquiária com incremento de 6%. Apesar dos valores diferenciados, o teor foliar de N em todos os tratamentos ficou dentro da faixa adequada de 2,75 a 3,25 dag kg⁻¹ para a cultura no milho (Malavolta et al., 1997; Coelho et al., 2006), exceto para densidade da forrageira acima de 22 plantas m⁻². Vidal et al. (2004) observaram que populações de 1,5 a 13 plantas m⁻² *U. plantaginea*, determinados no final do período crítico de prevenção da interferência no milho (50 dias após a emergência), foram suficientes para atingirem o nível de dano econômico da cultura, justificando o controle desta planta daninha.

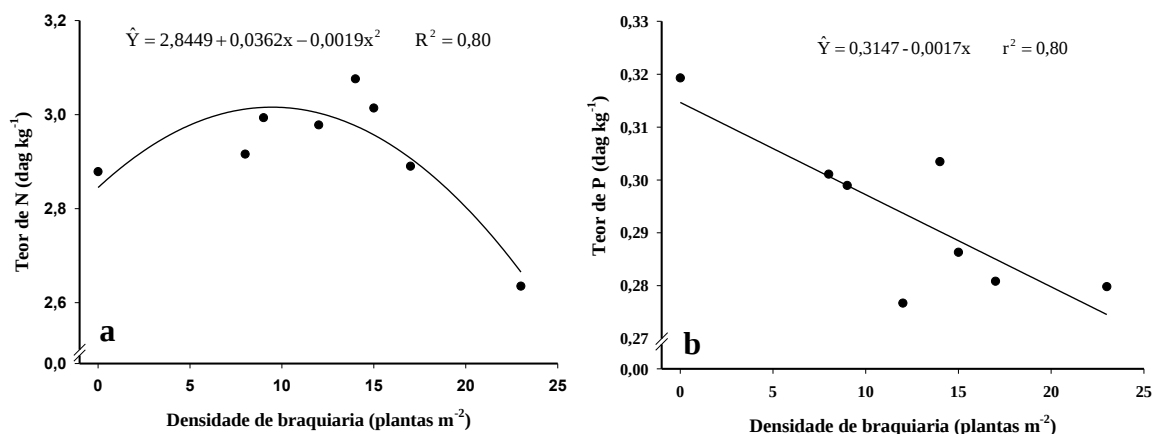


Figura 2. Teores de nitrogênio (N) (a) e de fósforo (P) (b) em plantas de milho, cultivadas no espaçamento de 0,50 m e população de 60000 plantas ha⁻¹, em consórcio com *Urochloa brizantha* em diferentes densidades

De acordo com Nascimento et al. (2010), o aumento da disponibilidade de nitrogênio, principalmente através da adubação mineral, é acompanhada de resposta positivas dos teores de N na folha. Os resultados observados nesta pesquisa indicam que em virtude da grande exigência de N por ambas as espécies quando consorciadas simultaneamente, pode haver competição pelo nutriente (Borghi e Crusciol, 2007) e que este fato pode ser agravado pelo maior número de plantas da forrageira. Jakelaitis et al. (2005) indicam a aplicação do herbicida nicosulfuron em subdosagem como forma de minimizar os efeitos competitivos da braquiária com a cultura durante o período crítico de prevenção da interferência do milho.

O aumento da densidade de braquiária reduziu linearmente o teor de fósforo (P) nas folhas de milho sendo que o incremento de cada planta forrageira promove redução de 0,0017 dag kg⁻¹ da variável (Figura 2b). Cury et al. (2012) observaram que a *U. brizantha* demonstrou alta capacidade competitiva com o milho, pois afetou negativamente o conteúdo relativo de nutrientes em todos os componentes vegetativos da cultura (raiz, caule e folhas).

O teor de potássio (K) não foi afetado pelo aumento da densidade da braquiária, enquanto, o teor de cálcio (Ca) foi reduzido linearmente (Figura 3). O aumento de uma unidade (plantas m⁻²) de braquiária reduziu em 0,0031 dag kg⁻¹ o teor de Ca nas folhas do milho.

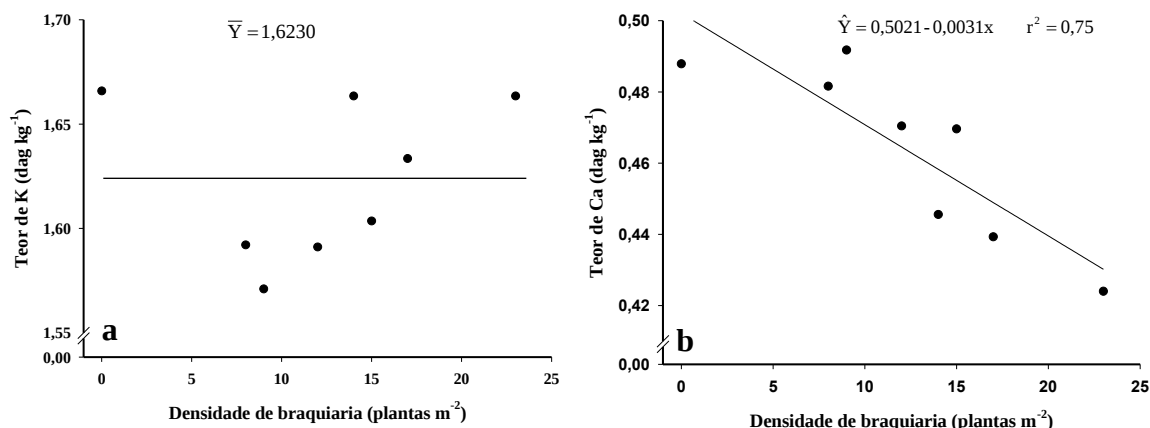


Figura 3. Teores de potássio (K) (a) e de cálcio (Ca) (b) em plantas de milho, cultivadas no espaçamento de 0,50 m e população de 60000 plantas ha⁻¹, em consórcio com *Urochloa brizantha* em diferentes densidades

Esses resultados corroboram os constatados por Freitas (2013) que observaram que com o aumento na densidade de semeadura da braquiária consorciada reduziu os teores de Ca nas folhas de milho independente da aplicação de nicosulfuron e do espaçamento de plantio. Gimenes et al. (2008) relataram que maiores densidades de forrageira possibilitaram grande exploração do solo em superfície e volume e, conseqüentemente, intensificou os efeitos competitivos sobre as demais plantas do sistema.

Semelhante ao observado para o Ca, o teor de magnésio (Mg) nas folhas de milho foi reduzido linearmente em função da densidade de braquiária (Figura 4a). Todavia, não foram constatadas alterações no teor de enxofre (S) nas folhas de milho (Figura 4b). Jakelaitis et al. (2005) também notaram que, independente da modalidade de semeadura da braquiária adotada (plantio na linha, na linha e entrelinha ou a lanço) com ou sem o uso do nicosulfuron, o teor de S não foi alterado. Resultados semelhantes para o teor de S foram observados por Costa et al. (2012) para a aplicação de diferentes doses de N em cobertura no consórcio do milho com *U. brizantha* ou *U. ruzizienses*.

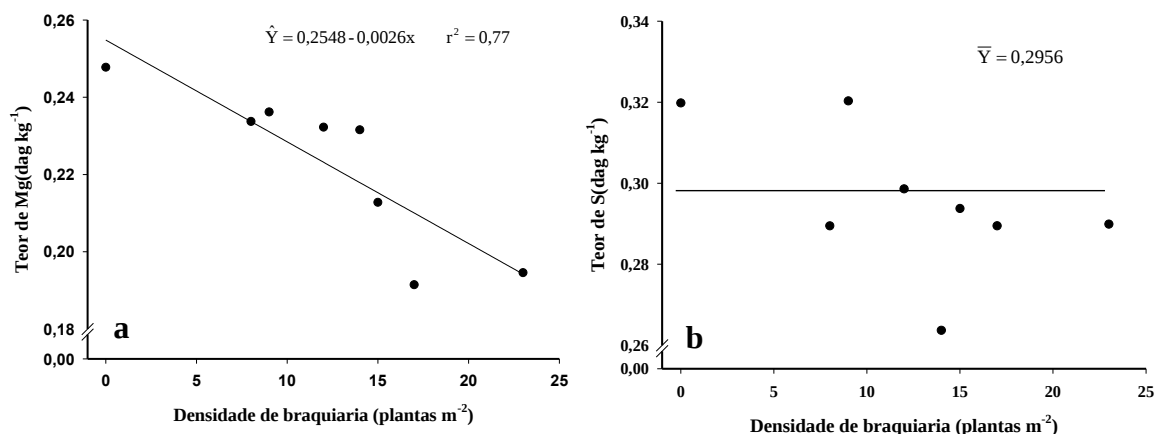


Figura 4. Teores de magnésio (Mg) (a) e de enxofre (S) (b) em plantas de milho, cultivadas no espaçamento de 0,50 m e população de 60000 plantas ha⁻¹, em consórcio com *Urochloa brizantha* em diferentes densidades

Para a produtividade de grãos do milho foi ajustada a equação sigmoidal para o estudo do comportamento da variável em função da densidade de braquiária (Figura 5). Admitindo-se uma perda de 5% produtividade de grãos como o máximo tolerável de perdas (Hall et al., 1992), é possível observar pelo modelo ajustado, que densidades acima de 14 plantas m⁻² promovem reduções significativas da variável. Em densidades acima de 17 plantas m⁻² a redução na variável é acima de 8 %. Possivelmente, o plantio da forrageira na linha do milho favorece o crescimento da braquiária pela proximidade desta com o adubo depositado na linha visando à nutrição do milho. Neste sentido, a interferência da braquiária sobre o milho é aumentada causando efeito negativo sobre a cultura.

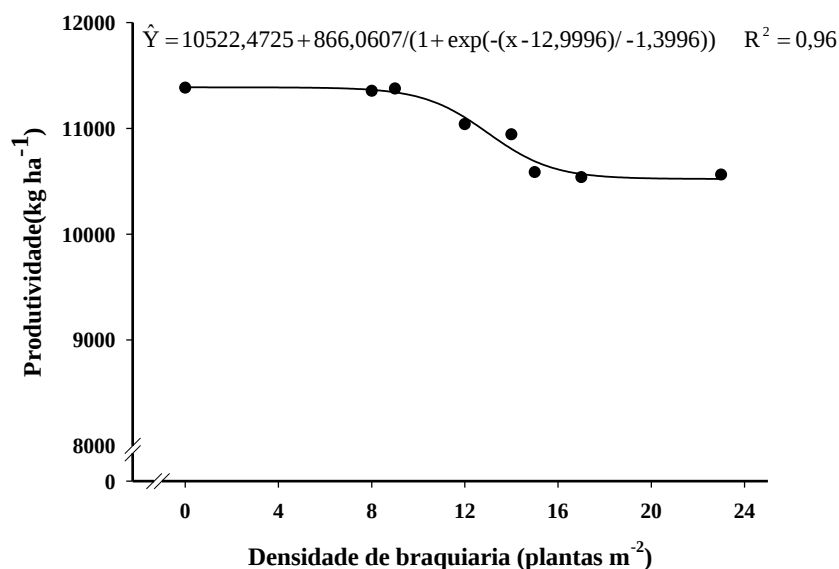


Figura 5. Produtividade de grãos do milho cultivado no espaçamento de 0,50 m e população de 60000 plantas ha⁻¹, em consórcio com *Urochloa brizantha* em diferentes densidades

A matéria seca da parte aérea da braquiária apresentou comportamento quadrático com o aumento da densidade de plantio (Figura 6). Segundo Pequeno et al. (2006) a braquiária atinge maiores produções de matéria seca quando o plantio é realizado simultaneamente ao do milho. Todavia a produção de matéria seca observada no presente trabalho foi maior do que a constatada por Portes et al. (2000) sendo que esses autores relataram redução superior a 80% da biomassa de forrageira do consórcio em comparação ao cultivo solteiro.

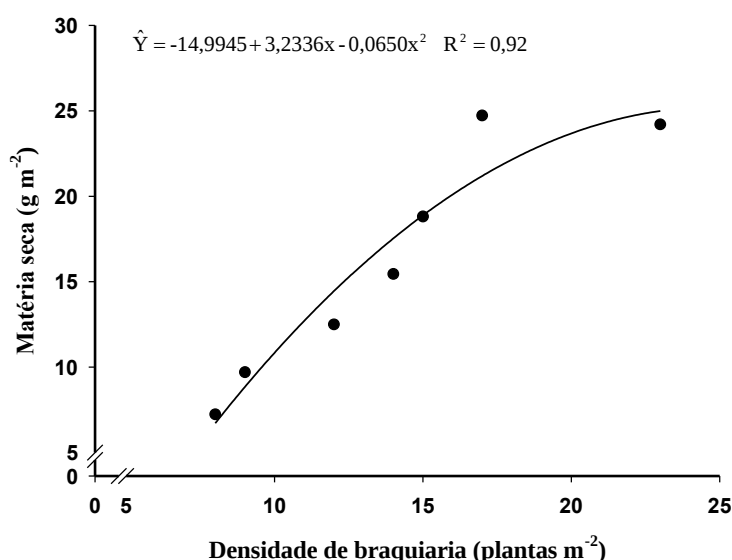


Figura 6. Matéria seca da braquiária cultivada em consórcio com o milho diferentes densidades de plantio da forrageira

Pariz et al. (2011) relataram que o comportamento da cultura do milho quando em consórcio com a braquiária é influenciado principalmente pela velocidade de estabelecimento da forrageira e do aumento da competição por água, luz e nutrientes, o que pode prejudicar o desenvolvimento e consequentemente a produtividade de grãos da cultura. No presente trabalho, a emergência da *U. brizantha* foi observada junto com a do milho, e esse fato pode ter contribuído para a maior capacidade competitiva com o mesmo.

A principal prática adotada em pós-emergência da braquiária visando reduzir a interferência sobre o milho tem sido a aplicação de sub-doses de herbicidas que retardem o crescimento da forrageira. Alguns estudos indicam a aplicação de 8 g ha⁻¹ do

nicosulfuron para garantir a produtividade do milho em consórcio semelhante ao do cultivo solteiro (Jakelaitis et al., 2004; Trigueiro et al., 2007; Petter et al., 2011).

3.6- CONCLUSÕES

O plantio simultâneo e manual da braquiária na linha do milho reduz os teores de P, Ca e Mg nas folhas independente da densidade de plantas.

O teor de N nas folhas do milho é afetado negativamente (abaixo da faixa adequada) em densidades superiores a 22 plantas m⁻².

Densidades acima de 17 plantas m⁻² de *U. brizantha* acumularam maior matéria seca de modo a reduzir a produtividade de grãos de milho.

3.7- LITERATURA CITADA

BORGHI, E. & CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 2, p.163-171, 2007.

CARVALHO et al. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. Revista Electrónica de Veterinaria, v. 6, n. 8, pp. 1-19, 2005.

COSTA et al. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, n.8, p.1038-1047, 2012.

CURY, J.P. et al.. Acúmulo e partição de nutrientes de cultivares de milho em competição com plantas daninhas. Planta Daninha, v.30, n.2, p.287-296, 2012.

FREITAS, M. A. M. Impacto do consórcio milho-braquiária no crescimento, características nutricionais e fisiológicas do milho e na atividade da microbiota do solo. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2013.

GARCIA, C. M. P. et al. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* em sistema plantio direto. Revista Ceres, v. 59, n.2, p.157-163, 2012.

GIMENES, M.J. et al. Interferência de espécies forrageiras em consórcio com a cultura do milho. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, v.15, n.2, p.61-76, 2008.

JAKELAITIS, A. et al. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). Planta Daninha, v.22, n.4, p.553-560, 2004.

JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. Planta Daninha, v. 2, n. 1, p. 59-67, 2005a.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 27, n. 1, p. 39-46, 2005b.

MALAVOLTA, E. et al. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.

NASCIMENTO, F. M. et al. Diagnóstico foliar em plantas de milho em sistema de semeadura direta em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, v.5, n.1, p.67-86, 2012.

PARIZ, C.M. et al. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. Ciência Rural, v. 41, n.2, p. 875-882, 2011.

PEQUENO, D. N. L. et al. Efeito da época de semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com o milho, sobre caracteres agrônômicos da cultura anual e da forrageira, em Gurupi, estado do Tocantins. Amazônia: Ciência e Desenvolvimento, v.2, n.3, p. 127-133, 2006.

PETTER, F. A. et al. Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim-braquiária cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária. Semina: Ciências Agrárias, v. 32, n. 3, p.855-864, 2011.

PORTES, T. A. et al. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.7, p.1349-1358, 2000.

RESENDE et al. Adubação e arranjo de plantas no consórcio milho e braquiária. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 38, n. 4, p. 269-275, 2008.

SILVA, P.S.L. et al. Number and time of weeding effects on maize grain yield. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.2, p.204-213, 2004.

SILVA, A. A. et al. Herbicidas: classificação e mecanismo de ação. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 83-148.

TEDESCO, M. J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p., 1995.

TRIGUEIRO, L. R. C. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência sobre capim-colonião e efeito na qualidade das sementes. *Planta Daninha*, v. 25, n. 2, p. 341-349, 2007.

VIDAL, R.A. et al. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. *Planta Daninha*, v.22, p.63-69, 2004.

VIDAL, R. A. Interação negativa entre plantas: Inicialismo, alelopatia e competição. 1. ed. Porto Alegre-RS: UFRGS, 2010. 132 p.

4. COMPONENTES PRODUTIVOS DO MILHO EM CONSÓRCIO COM A BRAQUIÁRIA

4.1 –RESUMO

O entendimento do comportamento das espécies cultivadas no sistema consorciado é condição básica para adoção de práticas que venham garantir o sucesso econômico e ambiental desse sistema de cultivo. Na busca desse conhecimento avaliou-se neste trabalho os efeitos da *Urochloa brizantha* em diferentes densidades populacionais sobre os componentes produtivos do milho em sistema consorciado. Foram realizados dois experimentos durante os períodos de outubro a março de 2011/2012 e 2012/2013, no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Nos dois anos agrícolas avaliou-se o milho (DKB 390 RR) cultivado em consórcio com a *U. brizantha* cv. BRS Piatã em oito densidades populacionais resultantes da semeadura de 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 10 kg ha⁻¹ de sementes com valor cultural de 76%. No primeiro experimento (2011/2012) a densidade de plantas foi de 0, 8, 9, 12, 14, 15, 17 e 23 plantas m⁻² sendo a semeadura realizada a lanço na linha de plantio, enquanto que no segundo (2012/2013) foi de 5, 7, 8, 9, 10, 12 e 15 plantas m⁻² com a semeadura da forrageira realizada a 2cm de profundidade. O milho foi semeado adotando-se uma população de 60.000 de plantas de milho por hectare no espaçamento de 0,50. O incremento da densidade de plantio da *U. brizantha* aumentou linearmente a matéria seca da forrageira com reflexos negativos sobre o peso de espigas, peso de grãos e número de grãos por espiga do milho nos dois anos de avaliação. A produtividade dos grãos foi afetada negativamente em densidades populacionais superiores à 14 e 8 plantas m⁻² no primeiro e segundo ano de experimento, respectivamente. Em maiores densidades, as plantas de braquiária podem reduzir a eficiência da colheita dos grãos de milho. Conclui-se que os componentes produtivos do milho são afetados pela *U. brizantha* em consórcio simultâneo.

Palavras chave: *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), consórcio simultâneo, densidade de semeadura, consórcio milho-braquiária, integração lavoura-pecuária

COMPONENTS OF MAIZE PRODUCTION IN INTERCROPPING WITH SIGNALGRASS

4.2 – ABSTRACT

Better understanding of the behavior of the species in the intercropping system can support the development of strategies for system management. This study evaluated the *Urochloa Brizantha* effects in different population densities on the maize productive components in intercropping system. The experiments were conducted during the periods from october to march in 2011/2012 and 2012/2013, in a randomized complete block design with four replications. In both years evaluated the corn (DKB 390 RR) grown intercropping with *U. brizantha* cv. BRS Piatã in eight densities of seeding resulting of 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 and 10 kg ha⁻¹ seeds with culture value of 76%. In the first experiment (2011/2012) density of plants was 0, 8, 9, 12, 14, 15, 17 and 23 plants m⁻², being by throwing sowing in rows while the second (the 2012/2013) where 5, 7, 8, 9, 10, 12 and 15 plants m⁻² with forage seeding made the 2 cm deep. Corn was sown adopting a population of 60,000 corn plants per hectare at a spacing of 0.50. Increased planting density of *U. Brizantha* linearly increased dry matter forage with negative effects on ear weight, grain weight and number of grains per ear of corn in the two years of evaluation. The grain yield was negatively affected in population densities above the 14 and 8 plants m⁻² in the first and second year of the experiment, respectively. At higher densities, signalgrass plants can reduce the efficiency of corn harvest. We conclude that the productive corn components are affected by *U. Brizantha* simultaneously intercropping.

Key words: *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), simultaneous intercropping, seeding rate, signalgrass-corn intercropping, crop-livestock integration

4.3 – INTRODUÇÃO

O milho e a *Urochloa brizantha* Stapf são espécies pertencentes à família Poaceae cultivadas praticamente em todo o território brasileiro. Apesar da maior parte de seus cultivos serem solteiros, existe uma crescente adoção do consórcio entre essas culturas, principalmente nas safras de verão e safrinha, visando à produção de grãos ou silagem e a antecipação da implantação da forrageira, possibilitando o fornecimento de forragem na época seca do ano (Mello, 2003).

O consórcio é um sistema de cultivo que envolve o plantio de duas ou mais espécies numa mesma área em determinado período de tempo. No caso do consórcio milho-braquiária, o sucesso deste sistema é possível graças ao diferencial no acúmulo de biomassa das espécies (Kluthcouski e Yokoyama, 2003). De maneira geral, as gramíneas forrageiras tropicais apresentam lento acúmulo de matéria seca da parte aérea até 50 dias após a emergência, enquanto o milho apresenta maior taxa de crescimento inicial (Silva et al., 2004). Todavia, em alguns casos, a braquiária pode ser considerada uma planta daninha, pois apresenta a capacidade de afetar negativamente os componentes de produção da cultura (Brambrilla et al., 2009; Freitas, 2013; Richart et al., 2010).

Um dos fatores que deve ser considerado na implantação do consórcio milho-braquiária é a possibilidade de prejuízos na colheita mecânica ocasionadas pelo crescimento excessivo da forrageira. Para essas situações são recomendadas técnicas de manejo que favoreçam o crescimento e desenvolvimento da cultura, como a aplicação de subdoses de herbicidas (Jakelaitis et al., 2005), redução do espaçamento (Freitas, 2013) e o plantio tardio da forrageira (Richart et al., 2010).

O potencial competitivo das plantas pelos recursos do meio varia em função da espécie presente na área (Rigoli et al., 2008), do nível populacional (Vidal et al., 2004), da época de emergência em relação à cultura (Silva et al., 2007) e das características competitivas dos cultivares (Galon et al., 2007). Espera-se, portanto, que num plantio simultâneo, a interferência da braquiária sobre o milho seja maximizada, sobretudo em maiores densidades da forrageira.

Considerando que a produção de grãos do milho é utilizada para amortizar parte dos custos de reforma e/ou instalação da pastagem (Pequeno et al., 2006), são necessários estudos sobre o impacto da braquiária no rendimento do milho visando aprimorar as técnicas de manejo do sistema consorciado. Neste sentido, objetivou-se

avaliar os componentes produtivos do milho cultivado em consórcio com diferentes densidades de braquiária (*Urochloa brizantha* Stapf).

4.4 - MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados durante os períodos de outubro a março dos anos de 2011/2012 e 2012/2013, no campo experimental do Aeroporto (20° 44' 37,8" S e 42° 50' 40" W, altitude de 650 m), pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. O clima local, segundo classificação de Koppen, é Cwa, ou seja, quente temperado chuvoso, caracterizado por verões quentes e invernos secos. Os dados climáticos coletados na área experimental durante a realização da pesquisa estão apresentados na Figura 1.

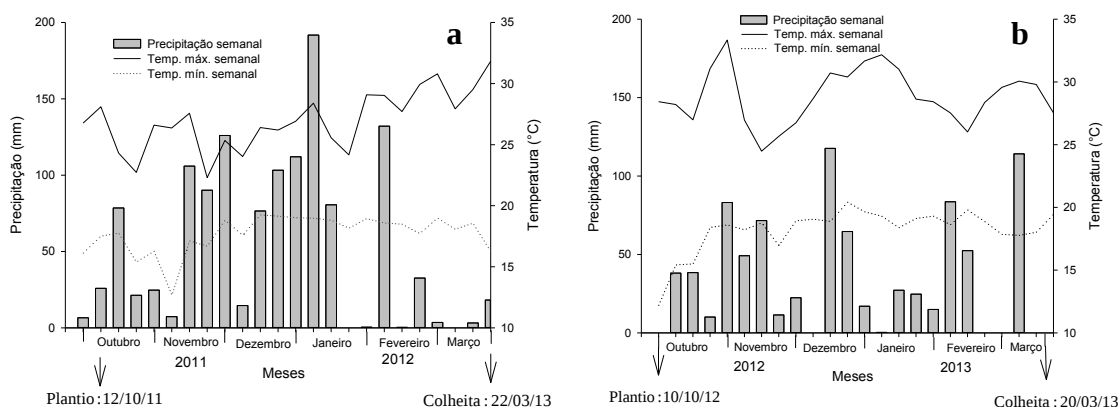


Figura 1. Dados pluviométricos dos períodos de condução do experimento, nos anos agrícolas de 2011/2012 (a) e 2012/2013 (b)

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo e apresentou granulometria de 43,0; 14,0 e 43,0 dag kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. A análise química do solo para o ano de 2011/2012 apresentava as seguintes características: pH (H₂O)=5,6; P=5,9 mg dm⁻³; M.O.=2,6 dag kg⁻¹; K=64,0 mg dm⁻³; Ca=2,0 cmol_c dm⁻³; Mg=0,8 cmol_c dm⁻³; H+Al=3,3 cmol_c dm⁻³; SB=2,96 cmol_c dm⁻³; t=2,96 cmol_c dm⁻³ e V=47,0%. Para a segunda época: pH (H₂O)=5,4; P=61,0 mg dm⁻³; M.O.=1,6 dag kg⁻¹; K=36,0 mg dm⁻³; Ca=1,9 cmol_c dm⁻³; Mg=0,4 cmol_c dm⁻³; H+Al=1,0 cmol_c dm⁻³; SB=2,4 cmol_c dm⁻³; t=2,4 cmol_c dm⁻³ e V=60,0%.

A adubação de plantio constou de 500 kg ha⁻¹ da formulação 8-28-16 (NPK), distribuídos na linha de plantio do milho. A adubação de cobertura foi de 300 kg ha⁻¹ de

N na forma de uréia, aplicado quando o milho apresentava seis folhas completamente expandidas.

Os experimentos foram realizados em blocos casualizados, com quatro repetições. Nos dois anos agrícolas avaliou-se o milho cultivado em consórcio com a *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã em oito densidades populacionais resultantes da semeadura de 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 10 kg ha⁻¹ de sementes com valor cultural de 76%. No primeiro experimento (2011/2012), a densidade de plantas foi de 0, 8, 9, 12, 14, 15, 17 e 23 plantas m⁻², enquanto que no segundo (2012/2013) foi de 5, 7, 8, 9, 10, 12 e 15 plantas m⁻². Cada parcela experimental apresentou 10 linhas de milho de 6 metros de comprimento espaçadas de 0,50 m, sendo que a área útil constituiu-se das 6 linhas centrais, excluindo 1 m de cada borda totalizando 12 m² (3 x 4 m).

Para o preparo da área experimental realizou-se a dessecação da vegetação quinze dias antes do plantio com a aplicação da mistura em tanque dos herbicidas glyphosate (1.080 g ha⁻¹) + 2,4-D (540 g ha⁻¹). O milho (DKB 390 RR) foi semeado com o uso de uma semeadora múltipla Semeato SHM 11/13 adotando-se uma população de 60.000 plantas por hectare. No ensaio realizado em 2011/2012 a *U. brizantha* foi semeada manualmente na linha de plantio do milho, enquanto que no segundo ano semeou-se a forrageira simultaneamente com o milho através do uso da mesma semeadora, com profundidade aproximada de 5 cm para o milho e 2 cm para a braquiária, respeitando-se a quantidade estipulada para cada tratamento.

O controle das plantas daninhas dicotiledôneas foi realizado com a aplicação do herbicida atrazine + óleo em pós-emergência na dose de 1.500 g ha⁻¹ aos 30 dias após o plantio do milho (DAP). Na testemunha em monocultivo o controle das plantas daninhas foi feita por meio de capinas manuais, quando necessário.

O milho foi colhido manualmente aos 150 DAP sendo determinado o peso de espigas, o número de grãos por espiga, o peso de 1000 grãos e a produtividade corrigida para 13% de umidade. Ainda foi analisada a facilidade de colheita do milho através de notas variando de 1 a 4, onde eram observadas as seguintes características: Nota 1 - Colheita fácil - com a braquiária atingindo no máximo 20 cm de altura; Nota 2: Colheita regular - com a braquiária atingindo entre 20 e 60 cm de altura; Nota 3: Colheita ruim - com a braquiária apresentando entre 60 cm e a altura da espiga (110 cm). Nota 4: Colheita comprometida – com a braquiária apresentando altura superior a altura da espiga do milho (110 cm). Na mesma ocasião foram avaliadas o número de plantas e a

matéria seca da braquiária por meio da coleta da parte aérea presente em 4 linhas da área útil cada uma com 2 metros lineares (4 m^{-2}).

Para a variável nota de colheita procedeu-se análise descritiva dos resultados separadamente para os dois anos. Os demais dados coletados foram analisados por meio de análise de regressão, sendo a escolha do modelo baseada na significância dos coeficientes ($p < 0,05$), no coeficiente de determinação e no comportamento biológico do fenômeno.

Os dados de produtividade de grãos foram submetidos à análise de regressão pelo modelo sigmoidal de Boltzmann adaptado que obedece a seguinte equação: $Y = Y_0 + \{a / [1 + \exp(-(x-x_0)) / b]\}$, em que Y é a produtividade estimada do milho, em kg ha^{-1} ; Y_0 , a produção mínima estimada; a, diferença entre o ponto máximo e mínimo da equação; X_0 , limite superior do período de convivência ou controle que corresponde ao valor intermediário entre a produção máxima e a mínima; e b, parâmetro que indica a velocidade de perda ou ganho de produção.

4.5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independente do ano de avaliação, a matéria seca da braquiária (MS) aumentou linearmente com o incremento da densidade de plantio, sendo que o aumento de 1 planta m^{-2} da forrageira acrescentava em 22,36 e 31,62 g m^{-2} a MS no primeiro e segundo ensaio, respectivamente (Figura 2).

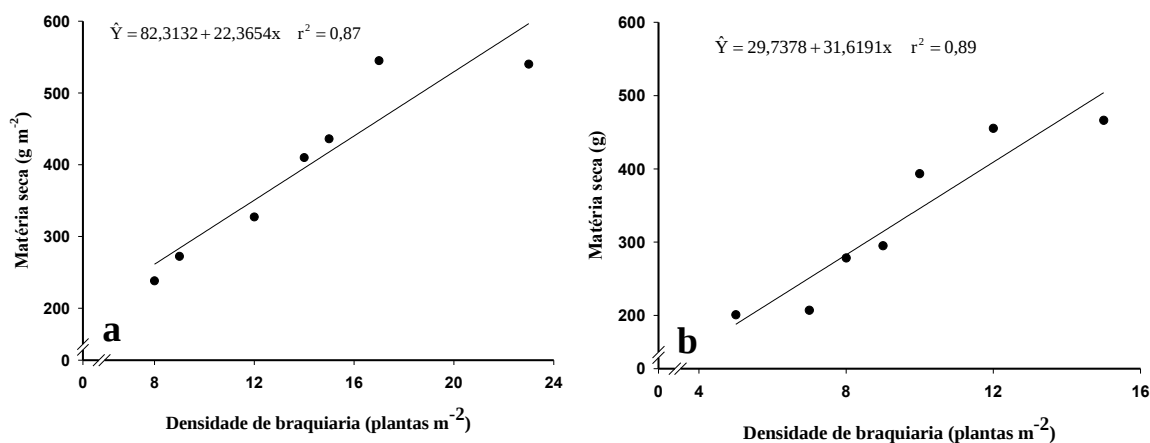


Figura 2: Matéria seca da braquiária em consórcio com o milho em diferentes densidades populacionais nas safras de 2011/2012 (a) e 2012/2013 (b)

Elevadas produções de MS são desejáveis quando o sistema de cultivo contempla a introdução de bovinos na área para pastejo, notadamente quando a recuperação da planta forrageira, após colheita da cultura principal, ocorre em curto período de tempo (Garcia et al., 2004). Segundo Resende et al. (2009), a MS da braquiária é dependente da densidade de plantas da forrageira, do arranjo de plantas de milho e da adubação adotada, sendo que esses autores observaram maiores produções de biomassa de braquiária em densidades de plantas de 20 plantas m⁻² e cultivadas com milho no espaçamento entrelinhas de 0,45 m e população de 55,555 plantas ha⁻¹, semelhante ao observado no presente trabalho.

Conforme observado por Pacheco et al. (2010), a semeadura em superfície, como realizado no primeiro ensaio (2011/2012), pode resultar em maiores valores de MS, possivelmente devido à maior velocidade de estabelecimento das plantas, sendo que a *U. brizantha*, *U. decumbens* e *U. ruziziensis* apresentam a maior capacidade de produção de MS até a profundidade de 8 cm, indicando ser uma espécie com alta capacidade competitiva com a cultura anual em consórcio. Jakelaitis et al. (2005) também constataram que a semeadura de *U. brizantha* em cultivo solteiro, ou em linhas e a lanço, em consórcio com o milho, influenciaram fortemente o rendimento forrageiro, mas não afetaram a produção de grãos de milho. Segundo Portes et al. (2000), o sombreamento enfraquece a braquiária, planta tipicamente exigente em luz. Esses autores constataram valores de MS semelhantes aos observados nos dois anos de avaliação.

O aumento da densidade de plantio da braquiária reduziu linearmente o peso de espiga por planta (PE) de milho nos dois anos de avaliação (Figura 3). De acordo com Resende et al. (2008), a disponibilidade de nutrientes tem grande influência sobre o peso de espigas e a produção de grãos do milho, sobretudo sem restrição hídrica. Deste modo, a competição entre a braquiária e o milho pelos nutrientes do solo pode ser uma das causas da redução do PE. Esses valores corroboram os observados por Rossi et al. (1996) que também relataram redução no peso de espigas de sete cultivares de milho semeados nas parcelas sem o controle das plantas daninhas.

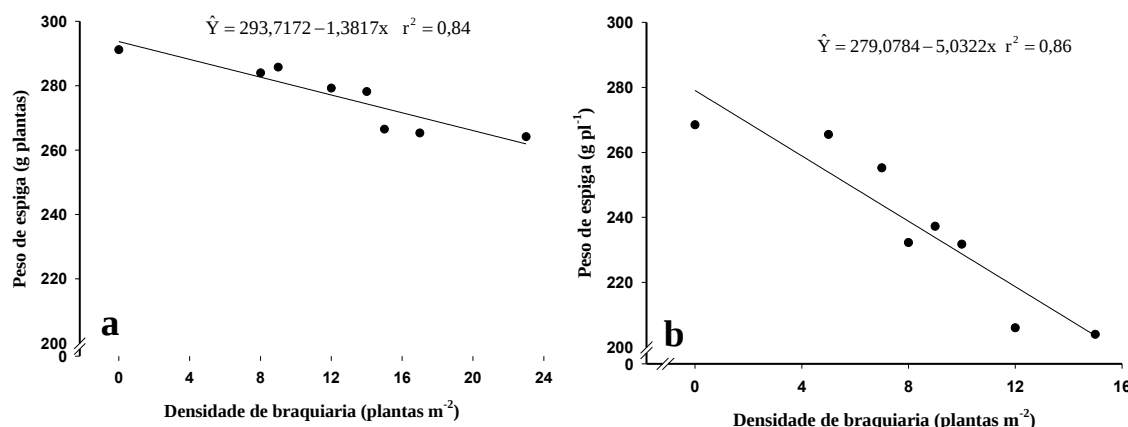


Figura 3: Peso de espiga de plantas de milho em consórcio com diferentes densidades populacionais de *Urochloa brizantha* nas safras de 2011/2012 (a) e 2012/2013 (b)

De acordo com Wagner et al. (2013), a ocorrência de déficit hídrico nos estádios VT (pendoamento) e A-F(R1) (antese-florescimento/fecundação) podem reduzir em aproximadamente 30% a produtividade de grãos do milho. Como pode ser observado na Figura 1, no primeiro ano de cultivo (2011/2012) esse problema ocorreu somente aos 120 dias após o plantio (DAP), enquanto que no segundo ano (2012/2013) houve dois veranicos, sendo que o primeiro ocorreu próximo aos 60 DAP e o segundo aos 90 DAP, o que pode ter contribuído para a redução do PE.

O peso de 1000 grãos do milho não foi alterado pela densidade de plantio da braquiária no primeiro ensaio, entretanto reduziu linearmente na safra 2012/2013 (Figura 4). O peso dos grãos de milho é uma variável que apresenta resultados controversos na literatura quando são analisados trabalhos que avaliaram estratégias de manejo de plantas daninhas nessa cultura. Silva et al. (2009), Timossi e Freitas (2011), Dan et al. (2010), não observaram diferenças significativas para o peso de 100 grãos entre diferentes métodos de controle de plantas daninhas, caracterizando-se assim num parâmetro pouco influenciável pela competição exercida pelas infestantes. Do mesmo modo, Pariz et al. (2011) constataram que o plantio da *U. brizantha* a lanço ou na linha de plantio do milho não alterou o peso de grãos da cultura, enquanto que a *U. decumbens* mostrou-se mais competitiva quando semeada a lanço. No entanto, a ausência de controle das plantas daninhas foi capaz de reduzir a variável peso de 1000 grãos em trabalhos de Silva et al. (2004) e Zanata et al. (2007).

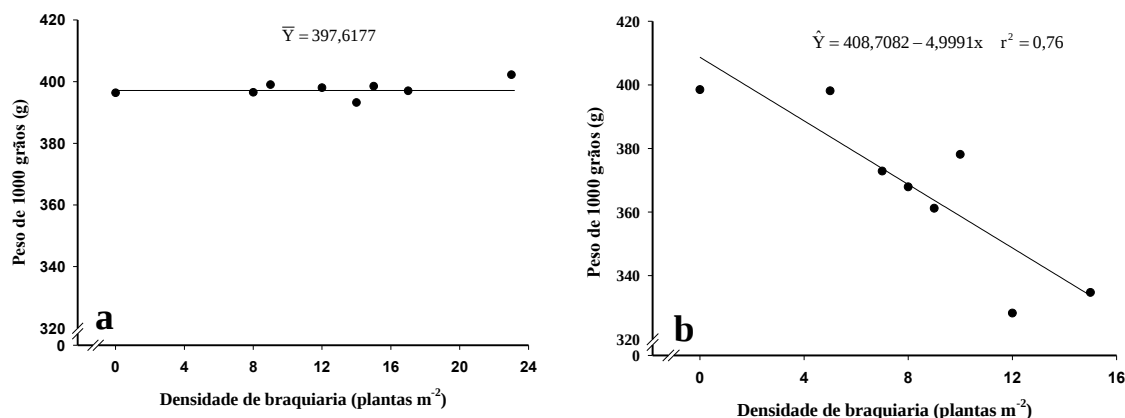


Figura 4: Peso de 1000 grãos do milho em consórcio com diferentes densidades populacionais de *Urochloa brizantha* nas safras de 2011/2012 (a) e 2012/2013 (b)

O aumento na densidade de semeadura da braquiária reduziu linearmente o número de grãos por espiga do milho nos dois ensaios realizados (Figura 5). Sangoi (2001) relata que a competição das plantas pela radiação solar incidente, por nutrientes e por água determina a formação da espiga, sobretudo em suprimento de carbono e nitrogênio para as plantas. Consequentemente pode haver um incremento da esterilidade das plantas e um decréscimo do número de grãos por espiga e, também, da massa dos grãos. Isso pode provocar a redução no desenvolvimento dos grãos, notadamente na parte superior da espiga, que, muitas vezes, não se desenvolve, ainda que tenha havido fertilização regular dos óvulos.

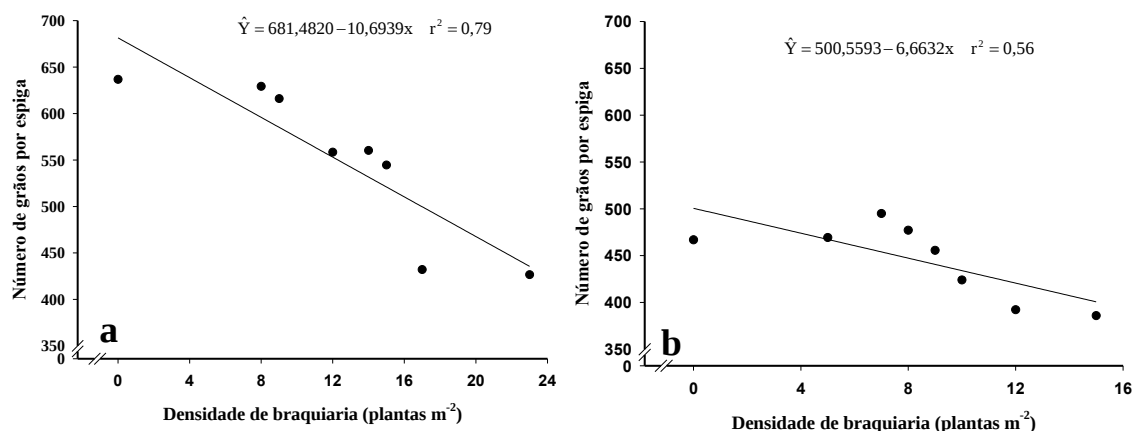


Figura 5: Número de grãos por espiga do milho em consórcio com diferentes densidades populacionais de *Urochloa brizantha* nas safras de 2011/2012 (a) e 2012/2013 (b)

A produtividade de grãos de milho (PROD) foi reduzida nas maiores densidades de braquiária nos dois ensaios realizados (Figura 6). Quando consorciado com as

menores densidades de plantio da *U. brizantha* (1 e 2 kg ha⁻¹), a PROD foi semelhante à testemunha, indicando que os efeitos negativos da interferência da forrageira são minimizados em menores densidades de plantas. É possível observar também que há uma tendência à estabilização da PROD nas três últimas densidades para o primeiro ensaio (plantio manual sobre a linha do milho) e nas duas últimas para o segundo ensaio (plantio na máquina a 2 cm de profundidade). Admitindo-se uma perda de 5% na PROD como o máximo tolerável de perdas (Hall et al., 1992), é possível observar pelo modelo ajustado, que densidades acima de 14 e 8 plantas m⁻² promoveram reduções significativas da variável no primeiro e segundo ano de experimento, respectivamente.

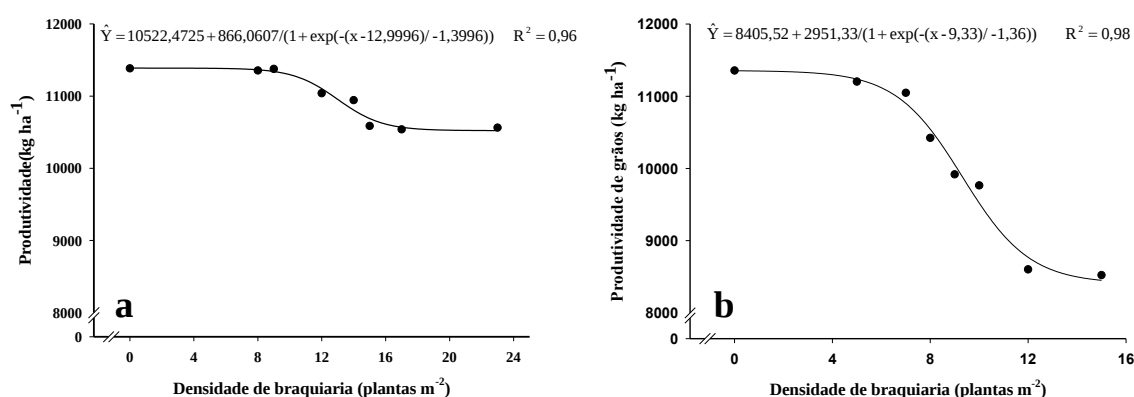


Figura 6: Produtividade de grãos do milho em consórcio com diferentes densidades populacionais de *Urochloa brizantha* nas safras de 2011/2012 (a) e 2012/2013 (b)

De acordo com Pariz et al. (2011), na semeadura a lanço, ocorre a melhor distribuição das plantas de braquiária na área, pois na semeadura em linha estas se concentraram a cada 50 cm (espaçamento do milho), ocorrendo, inclusive, competição inicial dentro da espécie. Semelhantemente, a semeadura manual sobre a linha de plantio do milho favoreceu o crescimento inicial da forrageira, mas afetou em menor proporção a PROD do que o plantio na linha com a semeadora de plantio direto. Isso foi comprovado pelo modelo sigmoide de Boltzmann, onde se nota que no segundo experimento a redução da produtividade (coeficiente a) foi de aproximadamente 2.951 kg ha⁻¹, enquanto que no primeiro ensaio foi de 866 kg ha⁻¹, ou seja, aproximadamente 70% menor (Figura 4).

Segundo trabalhos de Kluthcouski et al. (2000) e Bardussi et al. (2009) a produção do milho consorciado com *U. brizantha* simultaneamente na semeadura não foi reduzida em comparação ao cultivo solteiro, viabilizando este sistema de produção, assim como constatado para o consórcio com as menores densidades realizado nesta pesquisa. Crusciol e Borghi (2007) relataram reduções na PROD somente quando a

braquiária foi semeada na linha e na entrelinha da cultura. Todavia, a profundidade de semeadura foi de 8 cm, o que pode ter contribuído para a menor capacidade competitiva da forrageira. Além disso, a variação nos resultados encontrados na literatura, quanto ao impacto do consórcio sobre a produtividade da cultura, deve-se a uma série de fatores como a época de plantio da forrageira (Richart et al., 2009), densidade de semeadura (Freitas, 2013), espécie forrageira utilizada (Pariz et al., 2009), sistema de cultivo (Pereira et al., 2009), adubação de plantio (Resende et al., 2008), arranjo de semeadura (Borghini e Crusciol, 2007; Brambilla et al., 2009; Freitas, 2013) e cultivar de milho utilizada (Freitas et al., 2008).

Um fator muitas vezes negligenciado pelas recentes pesquisas sobre o consórcio simultâneo entre o milho e a braquiária é a viabilidade da colheita mecânica dos grãos ao final do ciclo do milho. O crescimento excessivo da forrageira pode inviabilizar a colheita se alcançar a altura de inserção da espiga do milho, pois aumentará os riscos de embuchamento da máquina. Observa-se na Figura 5 que a colheita mecânica do milho é dificultada nas maiores densidades de plantio da braquiária. No entanto, maiores notas foram obtidas para as três maiores densidades de plantio da forrageira no experimento do segundo ano de cultivo e estão relacionadas à menor produção do milho (Figura 4) e também ao maior crescimento da forrageira (Figura 2). As notas próximas de 3 alertam para este aspecto na implantação do consórcio, sendo que o atraso na colheita poderá piorar este índice pelo contínuo e intenso crescimento da forrageira após a senescência da cultura.

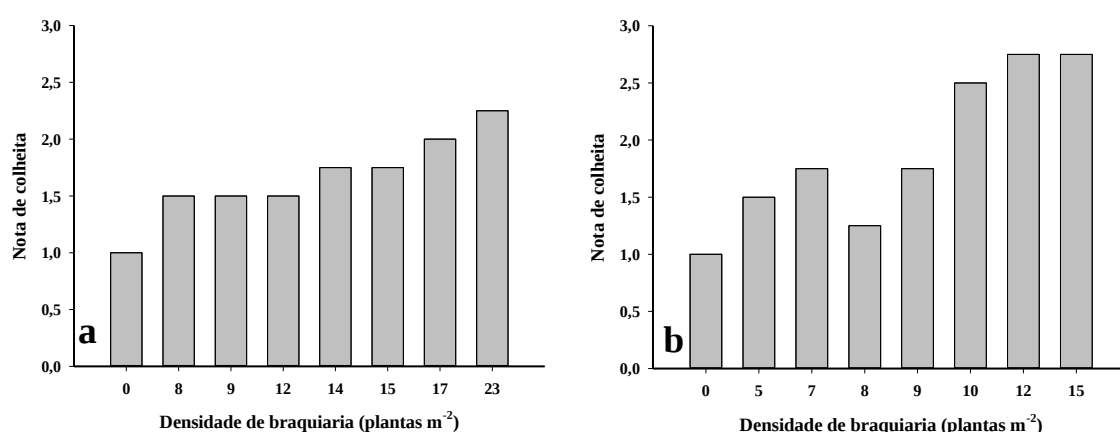


Figura 7: Nota de colheita do milho em sistema consorciado com diferentes densidades de plantio da *Urochloa brizantha* nas safras de 2011/2012 (a) e 2012/2013 (b)

Para evitar problemas com a interferência da braquiária sobre a produção e colheita do milho, diversos autores recomendam a aplicação de subdoses de herbicidas

graminídeas em pós-emergência, seletivos ao milho, como o nicosulfuron (Jakelaitis et al., 2005; Jakelaitis et al., 2006), mesotrione (Dan et al., 2011) e a mistura iodosulfuron + foramsulfuron (Freitas et al., 2008). A aplicação destes herbicidas tem se mostrado eficiente na redução do crescimento da forrageira garantindo o pleno crescimento e desenvolvimento da cultura.

4.6 - CONCLUSÕES

No consórcio milho-braquiária o aumento da densidade populacional da *U. brizantha* resulta em aumento da biomassa da forrageira, com reflexos negativos sobre o peso de espigas, peso dos grãos e número de grãos por espiga.

Neste sistema de cultivo a produtividade de grãos foi afetada negativamente a partir de 14 plantas m⁻² de braquiária, quando o plantio simultâneo é realizado manualmente na linha de plantio do milho, e de 8 plantas m⁻² em plantio à 2 cm de profundidade na linha do milho.

4.7 - LITERATURA CITADA

BARDUCCI, R.S. et al. Produção de forrageiras com milho e adubação nitrogenada. Archivos de Zootecnia, v. 58, n. 2, p. 211-222, 2009.

BRAMBILLA et al. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato Grosso. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.8, n.3, p. 263-274, 2009.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 2, p.163-171, 2007.

CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto. Disponível em: http://www.agrisus.org.br/arquivos/consorcio_milho_braquiaria_RPD.pdf. Acesso: 30 dez. 2013.

DAN, H.A. et al. Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas aplicados em pré-emergência Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 40, n. 4, p. 388-393, 2010

FREITAS, F.C.L. et al. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. *Planta Daninha*, v.23, n.1, p.49-58, 2005.

FREITAS, F.C.L. et al. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron + iodosulfuron-methyl para o manejo da forrageira. *Planta Daninha*, v.26, n.1, p.215-221, 2008.

FREITAS, M. A. M. Impacto do consórcio milho-braquiária no crescimento, características nutricionais e fisiológicas do milho e na atividade da microbiota do solo. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2013.

FOLONI, J.S.S. et al. Instalação de espécie forrageira em razão da profundidade no solo e contato com fertilizante formulado NPK. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.39, n.1, p.7-12, 2009.

GARCIA, R. et al. Forrageiras utilizadas no sistema agricultura pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, H.L. (Ed.). *Manejo integração: integração agricultura-pecuária*. Viçosa, MG: UFV, 2004. p.331-351.

JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. *Planta Daninha*, v. 2, n. 1, p. 59-67, 2005.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.36, n.1, p.53-60, 2006.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Sistema Santa Fé: tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Circular técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. *Integração lavoura-pecuária*. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.131-141.

MELLO, L.M.M. Integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29; 2003, Ribeirão Preto. *Palestras...Ribeirão Preto*: SBCS, 2003. 1 CD-ROM.

PACHECO, L. P. et al. Profundidade de semeadura e crescimento inicial de espécies forrageiras utilizadas para cobertura do solo. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.5, p.1211-1218, 2010.

PARIZ, C.M. et al. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 39, n. 4, p. 360-370, 2009.

PARIZ, C.M. et al. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 32, n. 2, p. 147-154, 2010.

PARIZ, C.M. et al. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura pecuária. *Ciência Rural*, v. 41, p. 875-882, 2011.

PEQUENO, D. N. L. et al. Efeito da época de semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com o milho, sobre caracteres agrônômicos da cultura anual e da forrageira, em Gurupi, estado do Tocantins. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, v.2, n.3, p. 127-133, 2006.

PEREIRA et al. Influência dos sistemas de manejo do solo sobre os componentes de produção do milho e *Brachiaria decumbens*. *Caatinga*, v.22, n.1, p.64-71, 2009.

RESENDE et al. Adubação e arranjo de plantas no consórcio milho e braquiária. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 38, n. 4, p. 269-275, 2008.

RICHART et al. Desempenho do milho safrinha e da *Brachiaria ruziziensis* cv. Comum em consórcio. *Revista Brasileira Ciência Agrária*, v.5, n.4, p.497-502, 2010.

RIGOLI, R.P. et al. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). *Planta Daninha*, v.26, n.1, p.93-100, 2008.

ROSSI, I. H. et al. Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agrônômicas e a produtividade de sete cultivares de milho. *Planta Daninha*, v. 14, n. 2, p. 134-148, 1996.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural*, v.31, n.1, p.159-168, 2001.

SILVA, P.S.L. et al. Number and time of weeding effects on maize grain yield. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.3, n.2, p.204-213, 2004.

SILVA, A. A. et al. Herbicidas: classificação e mecanismo de ação. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 83-148.

SILVA, P.S.L. et al. Weed control via intercropping with gliricidia: II. corn crop. *Planta Daninha*, v. 27, n.1, p.105-112, 2009.

TIMOSSI, P.C.; FREITAS, T.T. Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine no manejo de plantas daninhas em milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.10, n.3, p.210-218, 2011

VIDAL, R.A. et al. A. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. Planta Daninha, v.22, n. 1, p.63-69, 2004.

ZANATTA, F.S. et al. Influência de doses de nitrogênio na época de controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays*). Planta Daninha, v.25, n.3, p.529-536, 2007.

WAGNER, M. V. et al. Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapuava, PR, Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.2, p.170–179, 2013.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A *Urochloa brizantha* semeada manualmente na linha do milho reduz os teores de fósforo, cálcio e magnésio da cultura, independente da densidade de plantas da forrageira. O teor de N é afetado negativamente em maiores densidades populacional da forrageira, assim como a produtividade de grãos de milho (acima de 17 plantas m⁻²).

Quando o plantio da braquiária é realizado na ocasião de semeadura do milho, ou seja, a 2 cm de profundidade, a interferência da forrageira é mais evidente, sendo que as características fisiológicas do milho são alteradas negativamente e a produtividade de grãos reduzida em densidade superiores a 8 plantas m⁻².

O sombreamento do milho interfere negativamente nas características fisiológicas da braquiária, independente do número de plantas da forrageira. O aumento da densidade populacional da *U. brizantha* aumenta a biomassa da forrageira em sistema consorciado, com reflexos negativos sobre o peso de espigas, peso dos grãos e número de grãos por espiga do milho.

Esses resultados explicam o sucesso deste sistema de cultivo, pois demonstra a eficiência da cultura em sombrear a braquiária, reduzindo seus processos fisiológicos e consequentemente seu crescimento. Em menores densidades populacionais da forrageira é possível o cultivo da braquiária com o milho, sem que a forrageira altere a produtividade de grãos de milho. Em plantios realizados manualmente na linha do milho essa tolerância é maior, enquanto que maior cuidado deve ser tomado com o plantio é realizado na máquina de plantio direto.