



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**MILHO CONSORCIADO COM GUANDU-ANÃO EM DIFERENTES  
ARRANJOS DE PLANTAS EM SISTEMA ORGÂNICO.**

**ANDERSON DE SOUZA GALLO**

**Araras  
2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**MILHO CONSORCIADO COM GUANDU-ANÃO EM DIFERENTES  
ARRANJOS DE PLANTAS EM SISTEMA ORGÂNICO.**

**ANDERSON DE SOUZA GALLO**

**ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ANASTÁCIA FONTANETTI**

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Agroecologia e  
Desenvolvimento Rural como requisito  
parcial à obtenção do título de  
**MESTRE EM AGROECOLOGIA E  
DESENVOLVIMENTO RURAL**

Araras

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar  
Processamento Técnico  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G172m Gallo, Anderson de Souza  
Milho consorciado com guandu-anão em diferentes  
arranjos de plantas em sistema orgânico / Anderson de  
Souza Gallo. -- São Carlos : UFSCar, 2016.  
60 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de  
São Carlos, 2016.

1. Zea mays L.. 2. Cajanus cajan (L.) Millsp. 3.  
Competição. 4. Crescimento. 5. Produtividade. I.  
Título.



---

Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Anderson de Souza Gallo, realizada em 25/02/2016:

---

Profa. Dra. Anastacia Fontanetti  
UFSCar

---

Profa. Dra. Ariana Vieira Silva  
IFSULDEMINAS

---

Prof. Dr. Edmilson José Ambrosano  
APTA/SAA Polo Centro-Sul

*“Os que se encantam com a prática sem a ciência são  
como os timoneiros que entram no navio sem timão  
nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.*

**Leonardo da Vinci**

*A meus pais Tennyson e Maria Edileusa,  
pelo amor, compreensão e apoio incondicionais;  
À minha irmã, Patrícia e meu cunhado, Rogério  
pelo incentivo;  
À minha namorada e amiga, Nathalia,  
pelo carinho, paciência e companheirismo.*

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus, por tudo.*

*À minha família, pela confiança e por estar sempre ao meu lado, me apoiando de maneira incondicional.*

*À minha orientadora, Doutora Anastácia Fontanetti, pela transmissão de conhecimento, esforço, atenção e compreensão nos momentos que precisei durante a formação.*

*À minha namorada, Nathalia de França Guimarães, pelo companheirismo, apoio e por estar sempre ao meu lado.*

*Aos amigos Maicon Douglas e Katia Priscilla, pelo companheirismo e ajuda indispensáveis em todas as etapas de execução do trabalho.*

*Ao professor Doutor Rogério Ferreira da Silva, pela confiança e amizade.*

*À Universidade Federal de São Carlos e ao Programa de pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, pela oportunidade de formação.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.*

*Aos membros do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Agricultura de Conservação (NEPAC), pela ajuda durante a condução do experimento.*

*A todos que de alguma forma ajudaram na realização deste trabalho, por menor que tenha sido a contribuição.*

## SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	vi
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>01</b>
<b>2. REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS.....</b>	<b>03</b>
<b>3. CAPITULO I – CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO CONSORCIADO COM GUANDU-ANÃO EM SISTEMA ORGÂNICO.....</b>	<b>07</b>
RESUMO.....	08
ABSTRACT.....	09
3. 1. INTRODUÇÃO.....	10
3. 2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3. 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
3. 4. CONCLUSÕES.....	25
3. 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
<b>4. CAPÍTULO II – TEORES E ACÚMULOS DE MACRONUTRIENTES FOLIARES NA CULTURA DO MILHO EM CULTIVO CONSORCIADO COM GUANDU-ANÃO EM DIFERENTES ARRANJOS DE PLANTAS....</b>	<b>32</b>
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
4. 1. INTRODUÇÃO.....	35
4. 2. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4. 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4. 4. CONCLUSÕES.....	52
4. 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
<b>5. CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>59</b>



## ÍNDICE DE TABELAS

### **CAPÍTULO I - CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO CONSORCIADO COM GUANDU-ANÃO EM SISTEMA ORGÂNICO**

	Página
Tabela 1. Dados de radiação global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) total e média; precipitação pluviométrica (mm) total e média e temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) mínima, máxima e média observados durante os meses de condução do experimento.....	12
Tabela 2. Médias de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de guandu-anão em consórcio com o milho, aos 20, 48 e 85 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho e cobertura do solo por plantas de guandu-anão em consórcio com o milho, aos 20 e 48 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho.....	17
Tabela 3. Médias de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de milho em consórcio com guandu-anão, aos 20, 48 e 85 dias após a emergência (DAE) da cultura.....	19
Tabela 4. Médias de índice de área foliar ( $\text{cm}^2$ de folha $\text{cm}^{-2}$ de solo) das plantas de milho em consórcio com guandu-anão, aos 20, 48 e 85 dias após a emergência (DAE) da cultura.....	20
Tabela 5. Médias de número de espigas por planta (EP); número de grãos por fileira da espiga (GF); número de fileiras de grãos por espiga (FG) e número de grãos por espiga (GE) do milho em consórcio com guandu-anão.....	21
Tabela 6. Médias de altura de inserção da primeira espiga (IPE); massa de 1000 grãos (MMG); estande final das plantas (EFP) e produtividade de grãos (PG) do milho em consórcio com guandu-anão.....	23

### **CAPÍTULO II - TEORES E ACÚMULOS DE MACRONUTRIENTES FOLIARES NA CULTURA DO MILHO EM CULTIVO CONSORCIADO COM GUANDU- ANÃO EM DIFERENTES ARRANJOS DE PLANTAS**

	Página
Tabela 1. Dados de radiação global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) total e média; precipitação pluviométrica (mm) total e média e temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) mínima, máxima e	

média observados durante os meses de condução do experimento.....	37
Tabela 2. Teores médios de macronutrientes foliares na cultura do milho em cultivo consorciado com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas.....	40
Tabela 3. Desvio do ótimo percentual dos macronutrientes foliares da cultura do milho em cultivo consorciado com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas.....	45
Tabela 4. Acúmulo de macronutrientes foliares na cultura do milho em cultivo consorciado com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas.....	47
Tabela 5. Médias de teor clorofila total nas folhas de milho em função do consórcio com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas.....	48
Tabela 6. Massa seca da parte aérea e teores médios de macronutrientes foliares do guandu anão em diferentes arranjos de plantas no consórcio com a cultura do milho.....	49

**ÍNDICE DE FIGURAS****CAPÍTULO I - CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO  
CONSORCIADO COM GUANDU-ANÃO EM SISTEMA ORGÂNICO**

	Página
Figura 1. Balanço hídrico climatológico observado durante os meses de condução do experimento.....	13
Figura 2. Croqui da área experimental, com a disposição dos tratamentos nos blocos.....	14

## **MILHO CONSORCIADO COM GUANDU-ANÃO EM DIFERENTES ARRANJOS DE PLANTAS EM SISTEMA ORGÂNICO.**

**Autor: ANDERSON DE SOUZA GALLO**

**Orientadora: Profa. Dra. ANASTÁCIA FONTANETTI**

### **RESUMO**

O milho (*Zea mays* L.) está entre as culturas mais produzidas em sistemas consorciados, devido principalmente a sua arquitetura e ecofisiologia. Objetivou-se com o trabalho avaliar o crescimento, produtividade e estado nutricional da cultura do milho em cultivo consorciado com guandu-anão (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) em diferentes arranjos de plantas. O estudo foi conduzido em área experimental do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras-SP, num solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, de textura argilosa. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de diferentes arranjos de guandu-anão em consórcio com a cultura do milho: milho em monocultivo; guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; guandu-anão semeado na linha e na entrelinha do milho e guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho. O crescimento das plantas de milho não foi afetado pelos consórcios adotados. O arranjo com guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho aumentou o teor de nitrogênio foliar nas plantas de milho em relação aos demais arranjos e ao milho em monocultivo. Já os teores foliares de potássio e cálcio foram superiores no milho em monocultivo e no tratamento com guandu-anão semeado na linha de plantio do milho. O consórcio com guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho apresentou rendimento de grãos superior ao dos demais arranjos e do milho cultivado em monocultivo.

Palavras-chave: *Zea mays* L., *Cajanus cajan* (L.) Millsp, competição, crescimento, produtividade, macronutrientes.

## **MAIZE INTERCROPPED WITH DWARF PIGEON PEA IN DIFFERENT ARRANGEMENTS OF PLANTS IN ORGANIC SYSTEM**

**Author: ANDERSON DE SOUZA GALLO**

**Adviser: Profa. Dra. ANASTÁCIA FONTANETTI**

### **ABSTRACT**

The corn is among the crops produced more in intercropping systems, mainly due to its architecture and ecophysiology. The objective of the study was to evaluate the growth, productivity and nutritional status of maize in intercropping with dwarf pigeon pea in different arrangements of plants. The study was conducted in the experimental area of Center of Agricultural Sciences, Federal University of São Carlos, Araras, SP, in a soil classified as Oxisoil, clayey. The experimental lineation was a randomized block design with six treatments and four replications. The treatments consisted of different arrangements of dwarf pigeon pea in consortium with corn: corn alone; dwarf pigeon pea sown in row planting corn; a line of planted dwarf pigeon pea in corn leading; two rows of dwarf pigeon pea sown between rows of corn; dwarf pigeon pea sown in lines and lines of corn and dwarf pigeon pea sown in line and two lines between the rows of corn. The growth of corn plants was not affected by consortia adopted. The arrangement with dwarf pigeon pea sown in line and two lines between the rows of corn increased leaf nitrogen content in maize plants compared to other arrangements and corn alone. As for the foliar potassium and calcium were higher in corn alone and treatment with dwarf pigeon pea sown in row planting corn. Corn consortia with the dwarf pigeon pea sown in line and two lines between the rows had grain yield higher than other arrangements and maize grown in monoculture.

Keywords: *Zea mays* L., *Cajanus cajan* (L.) Millsp, competition, growth, productivity, macronutrients

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, houve grandes avanços no manejo da cultura do milho e, conseqüentemente, ganhos em produtividade em todo o país (Moreira et al. 2014). Estima-se que no Brasil a cultura ocupe 15,1 milhões de hectares, com produção de grãos de 79 milhões de toneladas (CONAB 2015), portanto, é uma cultura de grande importância econômica, devido principalmente às suas diversas formas de utilização, que variam desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia (Cruz et al. 2006).

Embora não haja no Brasil dados disponíveis sobre a produção desse cereal em sistema orgânico, sabe-se que a demanda é elevada, principalmente para manter as cadeias produtivas de leite, ovos e carnes. No último censo do IBGE no ano de 2006 verificou-se que os estabelecimentos agropecuários produtores de orgânicos representavam, aproximadamente, 1,8% do total investigado no país. Na distribuição dos estabelecimentos produtores de orgânicos por grupo de atividade econômica, predominaram a pecuária com 41,7% e a produção das lavouras temporárias (33,5%) com ênfase em horticultura e floricultura (IBGE 2006).

O milho está entre as culturas mais produzidas em sistemas consorciados. Destaca-se, por exemplo, o sucesso do clássico consórcio do milho com o feijoeiro, praticado pelos agricultores familiares em todo território brasileiro. Este sistema de cultivo é tradicional nos países em desenvolvimento nos trópicos e consiste no plantio simultâneo ou não de duas ou mais culturas numa mesma área (Albuquerque et al. 2012).

O milho possui características favoráveis para o cultivo consorciado, como alto porte das plantas e elevada altura de inserção das espigas, permitindo que a colheita ocorra sem interferência das plantas em consórcio (Alvarenga et al. 2006).

A adubação verde, consorciada ou em sucessão às culturas é uma prática viável, pois promove proteção, melhoria e manutenção das características químicas, físicas e biológicas do solo, beneficiando os agroecossistemas (Leite et al. 2010). O consórcio de milho com adubos verdes, em especial da família Fabaceae está entre os mais indicados (Correia & Leite

2010), devido à capacidade dessas, fixarem nitrogênio atmosférico por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, disponibilizando a maior quantidade deste elemento para as culturas de interesse econômico (Castro et al. 2004; Teodoro et al. 2011). Além disso, o milho e as fabáceas apresentam complementaridade no uso dos fatores de produção (Resende et al. 1992).

Dentre as diversas características desejáveis para a seleção dos adubos verdes, destacam-se a produção de fitomassa e a quantidade de nutrientes acumulados, principalmente o N (Padovan et al. 2013). Entre as diversas fabáceas promissoras para adubação verde, destacam-se: mucuna-preta (*Mucuna aterrimum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e feijão guandu (*Cajanus cajan*) (Silveira et al. 2005, Torres et al. 2005, Carneiro et al. 2008, Teodoro et al. 2011, Gallo et al. 2015).

As fabáceas têm sido avaliadas por vários autores no que diz respeito à produção de fitomassa e fornecimento de nutrientes, quando cultivadas em consórcio com a cultura do milho (Amabile et al. 2000, Sodré Filho et al. 2004, Carneiro et al. 2008, Oliveira et al. 2011, Gitti et al. 2012).

Uma espécie que merece destaque em plantio consorciado com o milho é o guandu-anão, pois espécies de crescimento ereto e porte baixo a médio tem tido desempenho satisfatório no plantio simultâneo com o milho. Além disso, a menor produção de matéria seca da fabácea evita a competição com o cereal e não compromete a colheita mecanizada (Cortez et al. 2009).

O guandu-anão é uma leguminosa arbustiva anual ou semiperene e possui potencial para exercer múltiplas funções nos sistemas de produção agrícola, tais como: planta melhoradora de solos, na recuperação de áreas degradadas, como planta fitorremediadora, renovação de pastagens e na alimentação de animais domésticos e da pecuária (Azevedo et al. 2007). Pode fixar entre 90 a 150 kg ha<sup>-1</sup> ano de nitrogênio atmosférico (Gichuru 1991), e, ainda promove o rompimento de camadas compactadas do solo, devido ao seu sistema radicular pivotante e profundo (Ferrari Neto et al. 2012).

Apesar das vantagens, a consorciação deve obedecer a critérios técnicos, evitando que o adubo verde venha a competir com a cultura principal e o seu manejo proporcione melhoria no desempenho desta (Ribas et al. 2002).

A competição afeta quantitativa e qualitativamente a produção, pois modifica a eficiência de aproveitamento dos recursos do ambiente, como água, luz e nutrientes (Melo et al. 2006). A competição pode ser minimizada com adoção de práticas culturais, como o arranjo espacial das plantas (Oliveira et al. 1996).

O manejo dos sistemas consorciados é complexo e precisa ser planejado, de modo a evitar ou minimizar a competição interespecífica, que pode levar a perdas significativas de produtividade, influenciada por fatores como as condições climáticas, fertilidade do solo, densidade e o arranjo espacial das plantas no sistema (Jakelaitis et al. 2005). Portanto, é fundamental a realização de estudos em que se avalie o crescimento das espécies em consórcio e a produtividade de grãos do milho, bem como a dinâmica nutricional em cultivos consorciados, visando encontrar técnicas para melhorar esta prática e, conseqüentemente, subsidiar a adoção desse sistema (Oliveira et al. 2011, Vieira et al. 2013).

Diante do exposto, o trabalho objetivou avaliar o crescimento, a produtividade e o estado nutricional da cultura do milho em cultivo consorciado com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas.

## **2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALBUQUERQUE, J. A. A. et al. Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 3, p. 532-538, 2012.

ALVARENGA, R. C. et al. A cultura do milho na integração lavoura-pecuária. *Informe Agropecuário*, v. 27, n. 233, p. 106-126, 2006.

AMABILE, R. F. et al. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na Região dos Cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 1, p. 47-54, 2000.

AZEVEDO, L. A. et al. Feijão Guandu: Uma planta multiuso. *Revista da Fapese*, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.



CARNEIRO, M. A. C. et al. Produção de matéria seca de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. *Bragantia*, v. 67, n. 2, p. 455-462, 2008.

CASTRO, C. M. et al. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 39, n. 8, p. 779-785, 2004.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Acompanhamento Safra Brasileira Grãos*, v. 2 - Safra 2014/15, n. 7 - Sétimo Levantamento, Brasília, p. 1-100, abr. 2015. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_04\\_10\\_09\\_22\\_05\\_bol\\_etim\\_graos\\_abril\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_10_09_22_05_bol_etim_graos_abril_2015.pdf). Acesso em: 23 dez. 2015.

CORREIA, N. M.; LEITE, M. B. Cultivo consorciado de milho com Puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.). In: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. *Anais...* Ribeirão Preto, 2010.

CORTEZ, J. W. et al. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. *Engenharia Agrícola*, v. 29, n. 2, p. 277-287, 2009.

CRUZ, J. C. et al. *Produção de milho orgânico na agricultura familiar*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 17 p. (Circular técnica, 81).

FERRARI NETO, J. et al. Consórcio de guandu-anão com milheto: persistência e liberação de macronutrientes e silício da fitomassa. *Bragantia*, v. 71, n. 2, p. 264-272, 2012.

GALLO, A. S. et al. Produtividade da cultura do feijoeiro em sucessão a adubos verdes, com adição de dejetos líquidos de suínos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, v. 114, n. 3, p. 45-51, 2015.

GITTI, D. C. et al. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 11, n. 2, p. 156-168, 2012.

GICHURU, M. P. Residual effects of natural bush, *Cajanus cajan* and *Tephrosia candida*, on the productivity of acid soil in southeastern Nigeria. *Plant and Soil*, v. 134, p. 31-36, 1991.

HEINRICHS, R. et al. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 1, p. 71-79, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agropecuário 2006*. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil\\_2006/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/default.shtm)> Acesso em: 20 dez. 2015.

JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. *Planta Daninha*, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

LEITE, L. F. C. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.

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.

MOREIRA, S. G. et al. Massa seca e macronutrientes acumulados em plantas de milho cultivadas sob diferentes espécies de cobertura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 13, n. 2, p. 218-231, 2014.

OLIVEIRA, P. et al. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1184-1192, 2011.

PADOVAN, M. P. et al. Pré-cultivo de adubos verdes ao milho em agroecossistema submetido a manejo ecológico no Cone Sul de Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 8, n. 3, p. 3-11, 2013.

RESENDE, P. M. et al. Consórcio soja-milho II. Seleção de materiais genéticos de soja para consórcio com milho. *Ciência e Prática*, v. 16, n. 3 p. 333-341, 1992.

RIBAS, R. G. T. et al. *Adubação verde na forma de consórcio no cultivo do quiabeiro sob manejo orgânico*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico, 54).

RISSO, I. A. M. et al. *Cultivo orgânico do milho consórciado com leguminosas para fins de adubação verde*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 42).

SILVEIRA, P. M. et al. Acumulação de nutrientes no limbo foliar de guandu e estilosantes. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 35, n. 3, p. 133-138, 2005.

SODRÉ FILHO, J. et al. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.

TEODORO R. B. et al. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado no Alto Vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 2, p. 635-643, 2011.

TORRES, J. L. R. et al. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 4 p. 609-618, 2005.

VIEIRA, M. et al. Teores de nutrientes em povoamentos monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agrossilvicultural. *Ciência Florestal*, v. 23, n. 1, p. 67-76, 2013.

**3. CAPÍTULO I – CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO  
CONSORCIADO COM GUANDU-ANÃO EM SISTEMA ORGÂNICO**

## **CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO CONSORCIADO COM GUANDU-ANÃO EM SISTEMA ORGÂNICO**

**Autor: ANDERSON DE SOUZA GALLO**

**Orientadora: Profa. Dra. ANASTÁCIA FONTANETTI**

### **RESUMO**

O presente trabalho objetivou avaliar o crescimento e a produtividade do milho (*Zea mays* L.) em cultivo consorciado com guandu-anão (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) em diferentes arranjos de plantas no sistema orgânico. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de diferentes arranjos de guandu-anão em consórcio com a cultura do milho: milho em monocultivo; guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; guandu-anão semeado na linha e na entrelinha do milho e guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho. Houve diferença significativa entre os tratamentos para a produtividade de grãos. O consórcio com guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho apresenta rendimento de grãos superior ao dos demais arranjos e do milho solteiro. Conclui-se que o consórcio com guandu-anão é uma alternativa viável para obtenção de maiores rendimentos de grãos de milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; arranjo espacial de plantas; competição; plantas de cobertura.

## **GROWTH AND YIELD OF MAIZE INTERCROPPED WITH DWARF PIGEON PEA IN ORGANIC SYSTEM**

**Author: ANDERSON DE SOUZA GALLO**

**Adviser: Profa. Dra. ANASTÁCIA FONTANETTI**

### **ABSTRACT**

This present study aimed to evaluate the growth and productivity of maize in farming with dwarf pigeon pea in different arrangements of plants in the organic system. The experimental design was a randomized complete block design with six treatments and four replications. The treatments consisted of different arrangements of dwarf pigeon pea in farming with corn: corn alone; dwarf pigeon pea sown in row planting corn; dwarf pigeon pea line sown in corn between rows; two rows of dwarf pigeon pea sown in corn between rows; dwarf pigeon pea sown in line and corn leading and dwarf pigeon pea sown in line and two lines in maize between rows. There were significant differences among treatments for grain yield. Corn consortia with the dwarf pigeon pea sown in line and two lines between the rows had grain yield higher than other arrangements and maize grown in monoculture. It is concluded that the consortium with dwarf pigeon pea is a viable alternative for obtaining higher yields of grains maize.

Key words: *Zea mays*; plant spatial arrangement; competition; cover crops.

### 3. 1. INTRODUÇÃO

A consorciação de culturas consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, cultivadas concomitantemente na mesma área, durante um período significativo do seu desenvolvimento (Rezende et al. 2011). Em cultivos consorciados, a interferência interespecífica pode reduzir o crescimento e desenvolvimento das espécies, inviabilizando o sistema (Silva et al. 2015), pois ocorre competição por luz, nutrientes, água e outros fatores determinantes para o crescimento e produtividade das culturas (Santos et al. 2010). Esta competição depende das espécies envolvidas, dos seus sistemas radiculares e da disponibilidade de água e nutrientes no sistema (Costa & Silva 2008). Além disso, a alelopatia, que consiste na capacidade de uma planta liberar substâncias para inibir o crescimento ou o desenvolvimento de outra planta que está próxima, também deve ser considerada na escolha das espécies que serão cultivadas em consórcio (Oliveira et al. 2011).

O milho está entre as culturas mais cultivadas em sistemas consorciados, principalmente pelo tradicional consórcio do milho com o feijoeiro, praticado pelos agricultores familiares em todo território brasileiro. As características favoráveis desse cereal, como maior taxa de acúmulo de matéria seca nos estádios iniciais do desenvolvimento e a elevada altura das plantas e de inserção das espigas, permitem que a colheita ocorra sem interferência das plantas cultivadas em consórcio (Alvarenga et al. 2006, Busato & Busato 2011).

Recentemente o interesse pelo consórcio de plantas produtoras de grãos com adubos verdes tem aumentado significativamente. Esse sistema tem como finalidade produzir grãos e, ou, palha para cobertura do solo (Borghi & Crusciol 2007, Santos et al. 2009). A produção de palha é fundamental, principalmente em regiões com elevada temperatura e alto índice pluviométrico, pois esses fatores aumentam a velocidade de decomposição, inviabilizando a cobertura do solo (Gitti et al. 2012).

O guandu-anão é uma das espécies cultivadas em consórcio com o milho, pois a menor produção de matéria seca da fabácea evita a competição

com o cereal e não compromete a colheita mecanizada (Cortez et al. 2009). Além disso, é uma espécie arbustiva anual ou semiperene que exerce múltiplas funções nos sistemas de produção (Azevedo et al. 2007), como o aporte de nitrogênio, por meio da fixação biológica pelas bactérias do gênero *Rhizobium* (Rufini et al. 2014), a reciclagem de nutrientes e o rompimento de camadas compactadas do solo, devido ao seu sistema radicular pivotante e profundo (Ferrari Neto et al. 2012).

O cultivo consorciado consiste em importante prática para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas tropicais (Borghetti et al. 2013). Contudo, a competição entre culturas, se não controlada adequadamente, pode inviabilizar este sistema de cultivo (Freitas 2013). O manejo dos sistemas consorciados é complexo e precisa ser planejado, de modo a minimizar a competição interespecífica, que pode levar a perdas significativas de produtividade, influenciada por fatores como as condições climáticas, fertilidade do solo, densidade e o arranjo espacial das plantas no sistema (Jakelaitis et al. 2005). Portanto, é fundamental a realização de estudos em que se avalie o crescimento das espécies em consórcio e a produtividade de grãos do milho, como forma de subsidiar a adoção desse sistema (Oliveira et al. 2011).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento e a produtividade do milho em cultivo consorciado com guandu-anão (*Cajanus cajan* L.) em diferentes arranjos de plantas no sistema orgânico.

### 3. 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido de dezembro de 2014 a julho de 2015, em área experimental do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Araras-SP, nas coordenadas geográficas 22°17'56.9" S e 47°22'53.80" W, 701 metros de altitude. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa (Embrapa 2006) com as características químicas, na camada de 0 - 20 cm: pH (em CaCl<sub>2</sub>) = 5,5; P (resina) = 16,5 mg dm<sup>-3</sup>; K = 4,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 28,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 10,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 22,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica do solo = 23,5 g kg<sup>-1</sup> e saturação de bases (V) = 65,5%. O clima da região é do tipo Cwa,



mesotérmico, segundo a classificação de Köppen (1948), caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos. Na Tabela 1 estão sumarizadas as condições climáticas observadas durante a condução do experimento. De posse dos dados de precipitação e temperatura, realizou-se o balanço hídrico climatológico mensal, seguindo a metodologia proposta por Rolim et al. (1998) (Figura 1).

Tabela 1. Dados de radiação global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) total e média; precipitação pluviométrica (mm) total e média e temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) mínima, máxima e média observados durante os meses de condução do experimento. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Meses	Radiação ( $\text{MJ m}^{-2}$ )		Precipitação (mm)		Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )		
	Total	Média	Total	Média	Mín	Máx	Média
Dez/2014	631,9	20,4	218,6	7,0	18,4	31,0	24,7
Jan/2015	691,3	22,3	121,8	3,9	19,9	33,3	26,6
Fev/2015	557,6	19,9	245,4	8,7	18,6	30,7	24,6
Mar/2015	513,4	16,6	173,4	5,6	18,1	28,7	23,4
Abr/2015	544,4	18,1	11,2	0,4	16,2	29,9	23,1
Mai/2015	405,2	13,1	67,0	2,2	14,1	25,8	20,0
Jun/2015	404,0	13,0	26,2	0,9	13,6	25,3	19,5
Jul/2015	355,4	11,5	12,1	0,4	13,8	24,9	19,3

Fonte: Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental/UFSCAR, Araras, SP.

$\text{MJ m}^{-2}$  = megajoule por metro quadrado; mm = milímetro;  $^{\circ}\text{C}$  = grau Celsius.

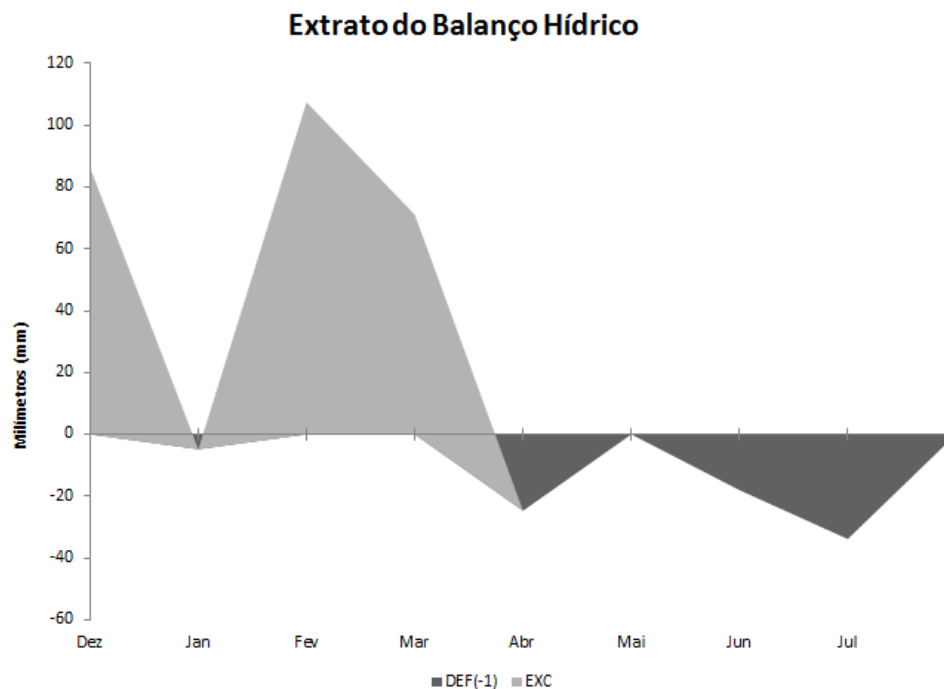


Figura 1. Balanço hídrico climatológico observado durante os meses de condução do experimento. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

O preparo do solo foi realizado com grade aradora, seguida de niveladora. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em diferentes arranjos de guandu-anão em consórcio com a cultura do milho: MM - milho em monocultivo; GL - guandu-anão semeado na linha de plantio do milho (10 plantas de guandu  $m^{-2}$ ); G1E - uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho (10 plantas de guandu  $m^{-2}$ ); G2E - duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho (20 plantas de guandu  $m^{-2}$ ); GL1E - guandu-anão semeado na linha e na entrelinha do milho (20 plantas de guandu  $m^{-2}$ ) e GL2E - guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho (30 plantas de guandu  $m^{-2}$ ). O croqui do experimento, com a disposição dos tratamentos na área é apresentado na Figura 2.

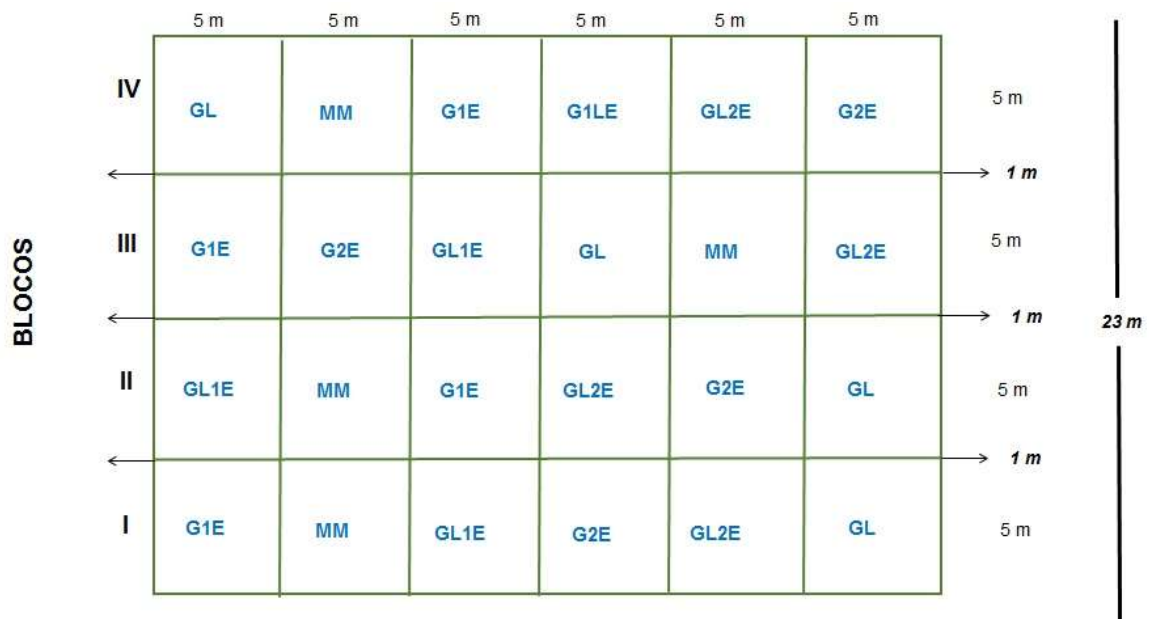


Figura 2. Croqui da área experimental, com a disposição dos tratamentos nos blocos. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

A parcela experimental foi formada por cinco linhas de milho, espaçadas entre si com 0,90 m e, semearam-se seis sementes por metro, visando a população de 50.000 plantas de milho por hectare, após desbaste. Já o guandu-anão foi semeado na densidade de 10 sementes por metro, na linha e entrelinhas do milho, conforme tratamentos. A semeadura do milho e do guandu-anão foi realizada no dia 17/12/2014. Consideraram-se para as avaliações as três linhas centrais de milho de cada parcela. O cultivar de milho utilizado foi o Al-Avaré. O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão, realizada de forma suplementar, sendo acionada, após o segundo dia sem chuva significativa.

O controle de plantas daninhas foi realizado em duas épocas, por meio de capina manual, sendo a primeira aos 20 dias após a emergência (DAE) do

milho (estádio V4-V5) e a segunda aos 48 dias após a emergência do milho (estádio V9-V10). Para a adubação utilizou-se 800 kg de composto orgânico seco, equivalente a  $13 \text{ t ha}^{-1}$ , distribuído de forma homogênea sobre o solo, ao lado da linha de semeio do milho. O composto orgânico utilizado no estudo apresentou as características: pH (em  $\text{H}_2\text{O}$ ) = 8,0; C =  $131,0 \text{ g kg}^{-1}$ ; N =  $13,0 \text{ g kg}^{-1}$ ; P =  $13,65 \text{ mg dm}^{-3}$ ; K =  $13,44 \text{ mg dm}^{-3}$ ; Ca =  $0,19 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Mg =  $0,35 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; S =  $0,49 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Cu =  $69,2 \text{ mg kg}^{-1}$ ; Fe =  $561,4 \text{ mg kg}^{-1}$ ; Mn =  $511,2 \text{ mg kg}^{-1}$ ; Zn =  $766 \text{ mg kg}^{-1}$ ; matéria orgânica = 22,58 % e umidade = 37,40 %.

No decorrer do período experimental, foram avaliadas as variáveis: matéria seca da parte aérea do milho e do guandu-anão ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); porcentagem de cobertura do solo pelo guandu-anão (%) e índice de área foliar (IAF) do milho. Estas foram realizadas em três épocas, sendo, a primeira aos 20 dias após a emergência (DAE) do milho (estádio V4-V5); a segunda aos 48 dias após a emergência do milho (estádio V9-V10) e a terceira aos 85 dias após a emergência (estádio R3-R4), excetuando-se a variável porcentagem de cobertura do solo pelo guandu-anão, que foi avaliada em duas épocas, sendo, a primeira aos 20 dias após a emergência (DAE) do milho (estádio V4-V5) e a segunda aos 48 dias após a emergência do milho (estádio V9-V10), por ocasião das capinas. Na fase de colheita do milho foram mensurados: a altura de inserção da primeira espiga (IPE); estande final das plantas (EFP); número de espigas por planta (EP); número de fileiras de grãos por espiga (FG); número de grãos por fileira na espiga (GF), número de grãos por espiga (GE); massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG).

Para determinar a matéria seca da parte aérea das plantas de milho e o IAF, coletaram-se, aleatoriamente, três plantas por parcela. Para o guandu-anão, utilizou-se uma moldura de madeira medindo  $0,25 \times 0,25 \text{ m}$ . O material coletado foi acondicionado em sacos de papel e secos em estufa de circulação de ar forçado a  $65^\circ\text{C}$ , e, quando atingiram massa constante, foram pesados.

A porcentagem de cobertura do solo pelas plantas de guandu-anão foi determinada pelo método do número de intersecções, segundo metodologia

descrita por Fávero et al. (2001). Os dados da porcentagem de cobertura do solo foram previamente transformados em arco seno  $\sqrt{x}/100$ .

O índice de área foliar (IAF  $\text{cm}^2$  de folha  $\text{cm}^{-2}$  de solo) foi obtido coletando-se três plantas de milho na bordadura de cada parcela. As plantas foram levadas imediatamente ao laboratório para avaliação. Utilizou-se um integrador de área foliar LI-COR, modelo LI-3000C. O IAF foi estimado pela relação entre a área foliar total e o espaço de solo ocupado pelas plantas. A altura de inserção da primeira espiga, expressa em centímetros (cm), foi determinada com auxílio de régua graduada em dez plantas representativas da parcela. O estande final de plantas (plantas  $\text{ha}^{-1}$ ) foi obtido mediante contagem do número de plantas de milho total na área útil de cada parcela, excetuando-se as plantas quebradas e acamadas.

A colheita do milho foi realizada manualmente, retirando-se todas as espigas contidas na área útil de cada parcela. Padronizou-se o teor de umidade dos grãos a 13%, obtendo-se a produtividade em função da massa de grãos colhida na área útil de cada parcela ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). A massa de 1000 grãos foi determinada pela estimativa do peso médio de três amostras de 1000 grãos por parcela. O número de fileiras de grãos e número de grãos por fileira na espiga foram obtidos por contagem, em dez espigas escolhidas aleatoriamente. Já o número de espigas por planta foi obtido pela relação entre o número de espigas colhidas e o número de plantas presentes na área útil das parcelas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram processadas por meio do software Assistat (7.7 beta versão 2013).

### **3. 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para matéria seca da parte aérea (MSPA) do guandu-anão, observou-se diferença significativa entre os tratamentos nas duas primeiras épocas de avaliação. Já na terceira avaliação, não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). Na primeira avaliação (20 DAE), os tratamentos GL2E foi superior em relação ao GL e G1E, não diferindo

estatisticamente do G2E e GL1E. Este resultado é devido a maior população de plantas de guandu-anão nestes tratamentos. Oliveira et al. (2011), ao avaliarem a viabilidade do consórcio de milho com braquiária (*Urochloa brizantha*) e guandu-anão, também verificaram diferença significativa para MSPA da leguminosa nos cultivos consorciados.

Tabela 2. Médias de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de guandu-anão em consórcio com o milho, aos 20, 48 e 85 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho e cobertura do solo por plantas de guandu-anão em consórcio com o milho, aos 20 e 48 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Tratamentos	MSPA			Cobertura do solo	
	20 DAE	48 DAE	85 DAE	20 DAE	48 DAE
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----			-----%-----	
GL	82,7 c	427,9 b	917,8 a	11,0 a	20,9 c
G1E	165,4 b	711,8 ab	710,4 a	20,5 a	34,3 bc
G2E	218,8 ab	886,1 a	1836,4 a	25,0 a	45,6 ab
GL1E	248,0 ab	727,1 ab	886,0 a	17,9 a	32,4 bc
GL2E	324,5 a	948,4 a	1251,0 a	24,4 a	52,2 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados da porcentagem de cobertura do solo foram previamente transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$ . GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

Na segunda avaliação (48 DAE), o GL foi inferior ao tratamentos G2E e GL2E, que não diferiram entre si (Tabela 2). Estes resultados divergem dos obtidos por Moreira et al. (2003), que, ao avaliarem o efeito de arranjos populacionais do guandu na produção de matéria seca da parte aérea, não verificaram diferença significativa. Os autores atribuíram tal resultado ao fato de que a fabácea compensa a redução da produção individual com o aumento no número de plantas, o que acarreta produtividade idêntica quando se comparam adensamento de plantas.

No presente trabalho, o guandu-anão apresentou baixo rendimento de MSPA, resultado este associado ao seu crescimento inicial lento, característico da espécie (Calvo et al. 2010). Além disso, a baixa produção do guandu-anão pode ser atribuída a características intrínsecas da fisiologia da planta, pois, apresenta metabolismo do tipo C3 (Soares et al. 2009), ou seja, mostra-se menos eficiente na fixação do C atmosférico em relação ao milho, que apresenta metabolismo fotossintético C4 (Costa et al. 2010), devido à maior fotorrespiração e por gastarem mais energia na fixação de C em ambientes de temperaturas mais elevadas devido à fixação de O<sub>2</sub> (Santos et al. 2011). Portanto, a fabácea leva desvantagem na competição com a poácea (Pereira 2002) no que se refere a capacidade de crescimento.

No que se refere à porcentagem de cobertura do solo pelas plantas de guandu-anão, não houve diferença significativa na primeira época de amostragem (Tabela 2). Já na avaliação realizada na segunda época, verificou-se diferença entre os tratamentos. O GL2E apresentou média superior em comparação com o GL, não diferindo estatisticamente do sistema G2E (Tabela 2). Atribui-se esse resultado a maior população de plantas de guandu-anão nestes dois sistemas. Além disso, estes dois tratamentos foram os que acumularam maior matéria seca na parte aérea, com 948,4 kg ha<sup>-1</sup> do GL2E e 886,1 kg ha<sup>-1</sup> do G2E. Boer et al. (2008), ao avaliarem a produção de massa verde e seca e a porcentagem de cobertura do solo de três espécies de plantas de cobertura, também verificaram relação entre a quantidade de massa seca acumulada e a porcentagem de cobertura do solo.

Para MSPA das plantas de milho, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados nas três épocas de amostragem (Tabela 3). Pode-se inferir que o guandu-anão não competiu e não se observou efeitos alelopáticos com as plantas de milho, não reduzindo seu crescimento. Oliveira et al. (2003), ao avaliarem características agronômicas e produção de matéria seca na cultura de milho verde, em cultivo exclusivo e consorciado com leguminosas não verificaram diferença significativa no cultivo exclusivo de milho em relação aos consórcios com mucuna-preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* (L.) D.C.).

Tabela 3. Médias de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de milho em consórcio com guandu-anão, aos 20, 48 e 85 dias após a emergência (DAE) da cultura. Araras, SP, 2014/2015.

Tratamentos	MSPA		
	20 DAE	48 DAE	85 DAE
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----		
MM	618,2 <sup>ns</sup>	3095,4 <sup>ns</sup>	5958,2 <sup>ns</sup>
GL	704,1	3262,0	6582,5
G1E	595,7	3710,0	5659,2
G2E	687,2	3195,1	5576,0
GL1E	555,5	3766,1	5335,8
GL2E	686,9	3107,6	6397,2

ns: não significativo pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

O milho é considerado um ótimo competidor em relação às plantas de menor porte, devido, principalmente, à sua maior taxa de acúmulo de matéria seca produzida nos estádios iniciais de desenvolvimento (Silva et al. 2004). Apresenta elevada capacidade de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa ao longo de seu dossel, o que reduz a quantidade desse recurso para as outras espécies (Freitas et al. 2008). Porém, para que a competição entre as espécies se estabeleça, há necessidade de duas condições prévias: as raízes devem sobrepor a área de absorção de nutrientes e água com as raízes da planta vizinha e que a quantidade de nutrientes e água no solo não seja suficiente para sustentar o desenvolvimento de todo o sistema (Zanine & Santos 2004). No presente estudo, a disponibilidade de água e nutrientes no solo não foi limitante ao desenvolvimento do milho em consórcio com o guandu-anão.

Para o índice de área foliar (IAF) do milho, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos estudados na primeira época de avaliação (Tabela 4).



Tabela 4. Médias de índice de área foliar ( $\text{cm}^2$  de folha  $\text{cm}^{-2}$  de solo) das plantas de milho em consórcio com guandu-anão, aos 20, 48 e 85 dias após a emergência (DAE) da cultura. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Tratamentos	IAF		
	20 DAE	48 DAE	85 DAE
	----- $\text{cm}^2 \text{ cm}^{-2}$ -----		
MM	0,80 ab	3,27 a	4,40 a
GL	0,93 a	3,58 a	4,86 a
G1E	0,62 ab	4,14 a	4,46 a
G2E	0,77 ab	3,55 a	4,29 a
GL1E	0,56 b	3,68 a	4,19 a
GL2E	0,83 ab	3,61 a	4,92 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

O tratamento GL foi superior ao GL1E, não diferindo estatisticamente do MM, G1E, G2E e GL1E. Este resultado está relacionado ao estágio de desenvolvimento do milho, que na fase inicial apresenta crescimento proveniente das reservas das sementes. Este crescimento pode variar de acordo com o tamanho da semente (Sangoi et al. 2004). Contudo, Ritchie et al. (2003) citam que na segunda semana após a emergência, a fotossíntese já exerce sua função na planta e as reservas da semente estão se exaurindo. Portanto, o milho pode ter sofrido efeito da competição com as plantas de guandu-anão por recursos como água, luz e nutrientes. Apesar de ótimo competidor (Constantin et al. 2007), o milho sofre interferência do cultivo consorciado, o que se reflete em menores valores de IAF máximo (Oliveira et al. 2011). A menor taxa de crescimento inicial ocorre porque o número de células que se dividem é pequeno, resultando em menor área foliar, e, por conseguinte, em menor aproveitamento da radiação solar (Braz et al. 2005).

Para a segunda e terceira épocas de avaliação, não houve diferença significativa entre os tratamentos para o IAF (Tabela 4). Os valores variaram entre 3,27 e 4,14 aos 48 DAE, 4,19 e 4,92 aos 85 DAE. Valores estes próximos

dos observados por Oliveira et al. (2011), que, ao avaliarem a viabilidade do consórcio de milho (seis sementes por metro) com braquiária (*Urochloa brizantha*) e guandu-anão (dez sementes por metro), obtiveram IAF entre 3,1 e 3,5 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>. Os dados de IAF verificados no presente estudo podem ser considerados satisfatórios, pois alcançaram valores acima de três, nas duas épocas de avaliação, e, segundo Lauer et al. (2004), o milho deve alcançar valores de IAF entre 4 e 5, no florescimento, para otimizar seu desempenho agrônômico.

No que se refere ao número de espigas por planta (EP), também não se verificou diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 5). Resultado semelhante foi obtido por Oliveira et al. (2011), que ao avaliarem a viabilidade do consórcio de milho com braquiária e guandu-anão, no sistema de dessecação parcial, verificaram que o número de espigas por planta não foi afetado pelos tratamentos. Contudo, divergem daqueles obtidos por Borghi & Crusciol (2007), que observaram maior número de espigas por planta no monocultivo de milho, em comparação ao cultivo consorciado com braquiária.

Tabela 5. Médias de número de espigas por planta (EP); número de grãos por fileira da espiga (GF); número de fileiras de grãos por espiga (FG) e número de grãos por espiga (GE) do milho em consórcio com guandu-anão. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Tratamentos	EP	GF	FG	GE
	nº			
MM	1.4 a	31,1 ab	13,6 a	423,8 a
GL	1.4 a	33,0 a	13,9 a	459,0 a
G1E	1.6 a	30,5 ab	14,5 a	444,8 a
G2E	1.6 a	31,0 ab	14,6 a	454,0 a
GL1E	1.6 a	28,0 b	14,4 a	405,2 a
GL2E	1.6 a	31,5 ab	14,4 a	456,2 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

Houve diferença significativa entre os tratamentos para número de grãos por fileira (Tabela 5). O tratamento GL foi superior em relação ao GL1E, sem diferir dos demais tratamentos. Pariz et al. (2011), em seu estudo também observaram variação no número de grãos por fileiras do milho em cultivos consorciados. De acordo com os mesmos autores, esta variação resulta em perda na produtividade. Sangoi (2001) cita que a competição das plantas pela radiação solar incidente, por nutrientes e água, determina a formação da espiga, pois pode implicar num déficit de suprimento de carbono e nitrogênio para as plantas.

Segundo Balbinot et al. (2005), o número de grãos por fileira interfere diretamente no comprimento de espiga e é o componente de rendimento que apresenta a melhor correlação com a produtividade, superando os demais componentes, demonstrando a importância desse componente sobre a produtividade de grãos.

Para a variável número de fileira de grãos por espiga, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 5). Este resultado deve-se, provavelmente, a pouca influência do manejo nessa característica, ou seja, essa característica é intrínseca ao genótipo (Gitti et al. 2012). Freitas et al. (2013) também mencionam que esta variável apresenta elevado controle genético e, por isto, normalmente é pouco influenciado a por fatores externos.

Para as variáveis número de grãos por espiga e massa de 1000 grãos, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5 e 6). Corroborando com Mariani et al. (2012), que, ao avaliarem a viabilidade técnica do consórcio das culturas produtoras de grãos, soja e milho, com *Urochloa brizantha* e *Panicum maximum* no Norte do Rio Grande do Sul, verificaram que o estabelecimento de forrageiras associadas com milho não afetou o número de grãos por espiga e a massa de 1000 grãos.

O estresse sofrido pelas plantas de milho após o florescimento, afeta diretamente a massa de 1000 grãos (Chioderoli et al. 2010). Por outro lado, Borrás e Otegui (2001) citam que este componente de produção é o menos afetado pelas práticas de manejo e/ou adubação.

Tabela 6. Médias de altura de inserção da primeira espiga (IPE); massa de 1000 grãos (MMG); estande final das plantas (EFP) e produtividade de grãos (PG) do milho em consórcio com guandu-anão. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Tratamentos	IPE	MMG	EFP	PG
	m	g	planta ha <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>
MM	1,37 a	321,6 a	43833,3 a	5,8 b
GL	1,49 a	324,4 a	45233,3 a	6,6 ab
G1E	1,41 a	325,1 a	45166,7 a	6,6 ab
G2E	1,49 a	322,8 a	41000,0 a	6,6 ab
GL1E	1,38 a	339,3 a	44166,7 a	6,7 ab
GL2E	1,37 a	330,4 a	46666,7 a	7,5 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

Para altura da inserção da primeira espiga (IPE) não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6). Gitti et al. (2012) ao estudarem o efeito da *Crotalaria juncea* L. e *Crotalaria spectabilis* L. semeadas em diferentes épocas nas entrelinhas do milho, também não verificaram diferença para a variável.

No presente estudo, os dados de altura da inserção da primeira espiga variaram entre 1,37 m e 1,41 m, o que pode ser considerado como satisfatório. Pois, de acordo com Merotto Júnior et al. (1997), a altura de inserção da primeira espiga de milho acima de 1,0 m é favorável à colheita mecanizada em cultivo de milho intercalado com outras culturas.

Para o estande final de plantas de milho não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 6). Este resultado corrobora com o obtido por Jakelaitis et al. (2010), que, estudando diferentes cultivares de milho e espécies forrageiras em cultivos solteiro e consorciado, não verificaram diferença para o estande final de plantas. Cortez et al. (2009), ao estudarem a influência dos consórcios de culturas intercalares

(milho+mucuna-cinza, milho+guandu-anão e milho+lابلاب) na cultura do milho em sistema de plantio direto, também não verificaram diferença entre os tratamentos. De acordo com os autores, as culturas consorciadas não interferiram na consolidação do estande final para as plantas de milho.

Para produtividade de grãos, verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 6). O milho em consórcio com guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha (GL2E) foi superior ao milho em monocultivo e aos demais arranjos de plantas, que não diferiram entre si. Os valores obtidos situaram acima dos verificados por Fontanetti et al. (2014), que, ao avaliar o desempenho agrônomo do milho em cultivo consorciado com calopogônio (*Calopogonium muconoides*), obtiveram produtividade de 3,6 t ha<sup>-1</sup>, utilizando a mesma variedade.

A superioridade do GL2E em relação aos demais tratamentos pode ser atribuída a maior população de plantas de guandu-anão no sistema, aumentando o aporte de N via fixação biológica, beneficiando a absorção do nutriente pelas plantas de milho. O milho pode ser beneficiado pelo nitrogênio fixado pela fabácea em consórcio, seja pela excreção direta de compostos nitrogenados; pela decomposição dos nódulos e raízes (Costa & Silva 2008, Fustec et al. 2010, Pereira et al. 2011); pela conexão por micorrizas nas raízes das gramíneas com as raízes das leguminosas (Van der Heijden & Horton 2009); pela ação da fauna do solo sobre as raízes e nódulos da leguminosa (Barcellos et al. 2008) ou pela reabsorção do N volatilizado (amônia) ou lixiviado (nitrato) das folhas de leguminosas, pelas folhas de gramíneas (Denmead et al. 1976).

Spagnollo et al. (2002) verificaram maior rendimento de milho sob cultivo consorciado com feijão-de-porco, mucuna-cinza (*Mucuna cinereum*), guandu-anão e soja preta (*Glycine max* L.), comparativamente ao milho em cultivo isolado, atribuindo a resposta ao aporte de nitrogênio pelos adubos verdes.

As vantagens da consorciação do milho com adubos verdes estão no aumento da produção de matéria seca, maior cobertura do solo durante o período de desenvolvimento da cultura, maior eficiência na reciclagem e

disponibilização de nutrientes devido à exploração de diferentes volumes de solo por sistemas radiculares com padrões distintos e na permanência dos resíduos culturais sobre o solo por maior período de tempo (Alvarenga et al. 1995).

### **3. 4. CONCLUSÕES**

1. Os diferentes arranjos de guandu-anão cultivados em consórcio com o milho não afetaram o crescimento da poácea.
2. As características agronômicas do milho não foram afetadas pelo consórcio com guandu-anão nos diferentes arranjos de plantas, com exceção do número de fileiras de grãos na espiga.
3. O milho cultivado em consórcio com guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha apresentou rendimento de grãos superior ao milho solteiro.

### **3. 5. REFERÊNCIAS**

ALVARENGA, R. C. et al. *A cultura do milho na integração lavoura-pecuária*. Sete Lagoas - MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. (Circular Técnica, 80).

ALVARENGA, R. C. et al. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.

AZEVEDO, L. R.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão guandu: uma planta multiuso. *Revista da Fapese*, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.

BALBINOT, A. A. J. et al. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 11, n. 2, p. 161-166, 2005.

BARCELLOS, A. O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *Revista Brasileira e Zootecnia*, v. 37, suplemento especial, p. 51-67, 2008.

BOER, C. A. et al. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 2, p. 843-851, 2008.

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.

BORGHI, E. et al. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. *Crop Science*, v. 53, n. 2, p. 629-636, 2013.

BORRÁS, L.; OTEGUI, M. E. Maize kernel weight response to postflowering source sink ratio. *Crop Science*, v. 41, n. 6, p. 1816-1822, 2001.

BRAZ, A. J. B. P. et al. Produção de fitomassa de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 35, p. 55-64, 2005.

BUSATO, C.; BUSATO, C. C. M. Crescimento inicial da cultura do milho em cultivo consorciado. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, n. 13, p. 307-316, 2011.

CHIODEROLI, C. A. et al. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. *Engenharia Agrícola*, v. 30, n. 6, p. 1101-1109, 2010.

CONSTANTIN, J. et al. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade do milho. *Planta Daninha*, v. 25, p. 513-520, 2007.

CORTEZ, J. W.; FURLANI C. E. A.; SILVA, R. P. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. *Engenharia Agrícola*, v. 29, n. 2, p. 277-287, 2009.

COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 2, p. 663-667, 2008.

COSTA, D. S. da et al. Sistemas de produção e cultivares de feijoeiro em consórcio com milho. *Scientia Agraria*, v. 11, n. 6, p. 425-430, 2010.

DENMEAD, O. T. et al. A closed ammonia cycle within a plant canopy. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 8, n. 2, p. 161-164, 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306 p.

FÁVERO, C. et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001.

FERRARI NETO, J. et al. Consórcio de guandu-anão com milheto: persistência e liberação de macronutrientes e silício da fitomassa. *Bragantia*, v. 71, n. 2, p. 264-272, 2012.

FONTANETTI, A. et al. Milho orgânico em consórcio com calopogônio: Produção de palhada para o plantio direto na entressafra. *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, n. 4, p. 1-10, 2014.

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. 4, 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*. 2013. 78 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.



FREITAS, R. J. et al. População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 1, p. 79-87, 2013.

FUSTEC, J. et al. Nitrogen rhizodeposition of legumes: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 30, n. 1, p. 57-66, 2010.

GITTI, D. C. et al. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 11, n. 2, p. 156-168, 2012.

JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. *Planta Daninha*, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

JAKELAITIS, A. et al. Cultivares de milho e de gramíneas forrageiras sob monocultivo e consorciação. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 40, n. 4, p. 380-387, 2010.

KÖPPEN, W. 1948. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.

LAUER, J. G. et al. Impact of defoliation on corn forage yield. *Agronomy Journal*, v. 96, p. 1459-1463, 2004.

MACIEL, A. D. et al. Comportamento do milho consorciado com feijão em sistema plantio direto. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 26, n. 3, p. 309-314, 2004.

MARIANI, F. et al. Estabelecimento de gramíneas forrageiras tropicais perenes simultaneamente com as culturas de soja e milho no Norte do RS. *Ciência Rural*, v. 42, n. 8, p. 1471-1476, 2012.

MOREIRA, V. F. et al. *Produção de biomassa de guandu em função de diferentes densidades e espaçamentos entre sulcos de plantio*. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 2003. 5 p (Comunicado Técnico, 57).

OLIVEIRA, A. R. M. F. Potencial alelopático, produção de biomassa e óleo essencial de alevante (*Mentha x piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq.) em cultivo solteiro e consorciado com cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.) e chicória (*Chicorium endivia* L.). *Revista Brasileira de Biociências*, v. 9, n. 4, p. 497-501, 2011.

OLIVEIRA, P. et al. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1184-1192, 2011.

OLIVEIRA, T. K. et al. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho-verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 1, p. 223-227, 2003.

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.

PEREIRA, J. M. Leguminosas forrageiras em sistemas de produção de ruminantes: Onde estamos? Para onde vamos? In: Simpósio Sobre Manejo Pastagens, Viçosa, MG. **Anais...** UFV, p. 109, 2002.

REZENDE, B. L. A. et al. Economic analysis of cucumber and lettuce intercropping under greenhouse in the winter-spring. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 83, n. 2, p. 705-717, 2011.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. *Como a planta de milho se desenvolve*. Piracicaba: POTAFOS, p. 1-20, 2003. (Informações Agronômicas, 103).

ROLIM, G. S. et al. Planilhas no ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

RUFINI, M. et al. Estirpes de *Bradyrhizobium* em simbiose com guandu-anão em casa de vegetação e no campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 3, p. 197-206, 2014.

SANGOI, L. et al. Tamanho de semente, profundidade de semeadura e crescimento inicial do milho em duas épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 3, n. 3, p. 370-380, 2004.

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

SANTOS, N. C. B. et al. Análise econômica do consórcio feijoeiro e milho-verde. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2009.

SANTOS, N. C. B. et al. Consórcio de feijoeiro e milho-verde na entressafra I - Comportamento das cultivares de feijão. *Biosciencie Journal*, v. 26, n. 6, p. 865-872, 2010.

SANTOS, P. M. et al. Caracterização de pastagens de capim tanzânia e mombaça consorciados com estilosantes em ecótono de transição Cerrado:Floresta Amazônica. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, n. 1, p. 163-173, 2011.

SILVA, D. V. et al. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. *Ciência Rural*, v. 45, n. 8, p. 1394-1400, 2015.

SOARES, A. B. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SPAGNOLLO, E. et al. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho, no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, n. 2, p. 417-423, 2002.

VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; HORTON, T. R. Socialism in soil? The importance of mycorrhizal fungal networks for facilitation in natural ecosystems. *The Journal of Ecology*, v. 97, n. 6, p. 1139-1150, 2009.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas: uma revisão. *Revista da FZVA*, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

**4. CAPÍTULO II – TEORES E ACÚMULOS DE MACRONUTRIENTES  
FOLIARES NA CULTURA DO MILHO EM CULTIVO CONSORCIADO COM  
GUANDU-ANÃO EM DIFERENTES ARRANJOS DE PLANTAS.**

## **TEORES E ACÚMULOS DE MACRONUTRIENTES FOLIARES NA CULTURA DO MILHO EM CULTIVO CONSORCIADO COM GUANDU-ANÃO EM DIFERENTES ARRANJOS DE PLANTAS.**

**Autor: ANDERSON DE SOUZA GALLO**

**Orientador: Profa. Dra. ANASTÁCIA FONTANETTI**

### **RESUMO**

O trabalho objetivou avaliar os teores e acúmulos de macronutrientes foliares na cultura do milho (*Zea mays* L.) em cultivo consorciado com guandu-anão (*Cajanus cajan* L.) em diferentes arranjos de plantas. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em diferentes arranjos de guandu-anão em consórcio com a cultura do milho: milho em monocultivo; guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; guandu-anão semeado na linha e na entrelinha do milho e guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho. O arranjo com guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho aumentou o teor de nitrogênio foliar nas plantas de milho em relação aos demais arranjos e ao milho em monocultivo. Os teores e acúmulos de potássio e cálcio foram superiores no milho em monocultivo e no arranjo com guandu-anão semeado na linha de plantio do milho.

Palavras chave: *Zea mays* L., *Cajanus cajan*, competição interespecífica, nutrição de plantas.

**LEVELS AND ACCUMULATION OF MACRONUTRIENTS LEAF IN THE CULTURE OF CORN IN INTERCROPPING WITH DWARF PIGEON PEA IN DIFFERENT PLANT ARRANGEMENTS.**

**Author: ANDERSON DE SOUZA GALLO**

**Adviser: Profa. Dra. ANASTÁCIA FONTANETTI**

**ABSTRACT**

The work aimed to evaluate the content and accumulation of leaf macronutrients in maize in intercropping with dwarf pigeon pea in different arrangements of plants. The experimental design was a randomized block design with six treatments and four replications. The treatments consisted of different arrangements of pigeon pea dwarf in consortium with corn: corn in monoculture; dwarf pigeon pea sown in row planting corn; a line of planted dwarf pigeon pea in corn leading; two rows of dwarf pigeon pea sown between rows of corn; dwarf pigeon pea sown in lines and lines of corn and dwarf pigeon pea sown in line and two lines between the rows of corn. The arrangement with dwarf pigeon pea sown in line and two lines in corn leading favored the increase in leaf nitrogen content in maize plants compared to other arrangements and corn alone. The levels and accumulation of potassium and calcium were higher in corn alone and in arrangement with dwarf pigeon pea sown in row planting corn

Keywords: *Zea mays* L.; *Cajanus cajan*; interspecific competition; plant nutrition

#### 4. 1. INTRODUÇÃO

No Brasil estima-se que a cultura do milho ocupe 15,1 milhões de hectares, com produção de 79 milhões de toneladas de grãos (CONAB 2015). Parte do sucesso da produção desse cereal deve-se ao elevado número de cultivares comerciais adaptadas as diferentes regiões e sistemas de cultivo e a possibilidade de cultivo em consórcios com outras culturas econômicas e/ou forrageiras (Jakelaitis et al. 2005).

A consorciação de culturas consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies numa área agrícola, com dimensão espacial e temporal de convivência entre as plantas cultivadas (Pinto et al. 2013). No consórcio, o conhecimento do comportamento das espécies quanto às necessidades de água, luz e nutrientes é de grande importância para o êxito do sistema (Pariz et al. 2011).

As características favoráveis do milho, como maior taxa de acúmulo de matéria seca nos estádios iniciais do desenvolvimento, a elevada altura das plantas e de inserção das espigas, permitem que a colheita ocorra sem interferência das plantas cultivadas em consórcio (Alvarenga et al. 2006, Busato & Busato 2011).

O guandu-anão (*Cajanus cajan* L.) é uma das espécies cultivadas em consórcio com o milho, pois a menor produção de matéria seca da fabácea evita a competição com o cereal e não compromete a colheita mecanizada (Cortez et al. 2009). O consórcio entre poáceas e fabáceas apresenta como vantagens: o maior rendimento de matéria seca, em relação ao cultivo isolado de cada espécie; maior estímulo na fixação biológica de N pela fabácea e maior eficiência na utilização da água e dos nutrientes do solo, devido à exploração de diferentes volumes de solo por sistemas radiculares com padrões distintos (Collier et al. 2011).

Existem diversos questionamentos quanto aos efeitos da competição entre as culturas envolvidas no consórcio (Coletti et al. 2013). Para o adequado estabelecimento e rendimento das espécies é necessário que o solo apresente boas condições de fertilidade, o contrário, promoverá competição pelos nutrientes disponíveis, afetando o desenvolvimento das espécies (Alvarenga et



al. 2011). As habilidades em extrair os nutrientes do solo e as quantidades requeridas variam não só com a espécie, mas também com o grau de competição (Cury et al. 2012), que pode variar de acordo com a população da planta competidora (Silva et al. 2015).

Fundamenta-se, dessa maneira, a necessidade de conduzir estudos referentes à dinâmica nutricional em cultivos consorciados com o objetivo de encontrar técnicas mais eficientes (Vieira et al. 2013), que possam minimizar a competição por nutrientes (Richart et al. 2010). A competição pode ser minimizada com adoção de práticas culturais, como o arranjo espacial de plantas (Oliveira et al. 1996).

Assim, objetivou-se avaliar os teores e acúmulos de macronutrientes foliares na cultura do milho em cultivo consorciado com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas.

#### **4. 2. MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido no ano agrícola 2014/2015, em área experimental do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Araras-SP, nas coordenadas geográficas 22°17'56.9" S e 47°22'53.80" W, 701 metros de altitude. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa (Embrapa 2006) com as características químicas, na camada de 0 - 20 cm: pH (em CaCl<sub>2</sub>) = 5,5; P (resina) = 16,5 mg dm<sup>-3</sup>; K = 4,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 28,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 10,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 22,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica do solo = 23,5 g kg<sup>-1</sup> e saturação de bases (V) = 65,5%. O clima da região é do tipo Cwa, mesotérmico, segundo a classificação de Köppen (1948), caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos. Na Tabela 1 estão sumarizadas as condições climáticas observadas durante a condução do experimento.

Tabela 1. Dados de radiação global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) total e média; precipitação pluviométrica (mm) total e média e temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) mínima, máxima e média observados durante os meses de condução do experimento. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Meses	Radiação ( $\text{MJ m}^{-2}$ )		Precipitação (mm)		Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )		
	Total	Média	Total	Média	Mín	Máx	Média
Dez/2014	631,9	20,4	218,6	7,0	18,4	31,0	24,7
Jan/2015	691,3	22,3	121,8	3,9	19,9	33,3	26,6
Fev/2015	557,6	19,9	245,4	8,7	18,6	30,7	24,6
Mar/2015	513,4	16,6	173,4	5,6	18,1	28,7	23,4
Abr/2015	544,4	18,1	11,2	0,4	16,2	29,9	23,1
Mai/2015	405,2	13,1	67,0	2,2	14,1	25,8	20,0
Jun/2015	404,0	13,0	26,2	0,9	13,6	25,3	19,5
Jul/2015	355,4	11,5	12,1	0,4	13,8	24,9	19,3

Fonte: Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental/UFSCAR, Araras, SP.

$\text{MJ m}^{-2}$  = megajoule por metro quadrado; mm = milímetro;  $^{\circ}\text{C}$  = grau Celsius.

O preparo do solo foi realizado com grade aradora, seguida de niveladora. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em diferentes arranjos de guandu-anão em consórcio com a cultura do milho: MM - milho em monocultivo; GL - guandu-anão semeado na linha de plantio do milho (10 plantas de guandu  $\text{m}^{-2}$ ); G1E - uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho (10 plantas de guandu  $\text{m}^{-2}$ ); G2E - duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho (20 plantas de guandu  $\text{m}^{-2}$ ); GL1E - guandu-anão semeado na linha e na entrelinha do milho (20 plantas de guandu  $\text{m}^{-2}$ ) e GL2E - guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho (30 plantas de guandu  $\text{m}^{-2}$ ).

A parcela experimental foi formada por cinco linhas de milho, espaçadas entre si com 0,90 m e, semearam-se seis sementes por metro, visando a população de 50.000 plantas de milho por hectare, após desbaste. Já o guandu-anão foi semeado na densidade de 10 sementes por metro, na linha e entrelinhas do milho, conforme tratamentos. Ambas as culturas foram

semeadas no dia 17/12/2014. Consideraram-se para as avaliações as três linhas centrais de milho de cada parcela. O cultivar de milho utilizado foi a Al-Avaré. O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão, realizada de forma suplementar, sendo acionada, após o segundo dia sem chuva significativa.

O controle de plantas daninhas foi realizado em duas épocas, por meio de capina manual, sendo a primeira aos 20 dias após a emergência (DAE) do milho (estádio V4-V5) e a segunda aos 48 dias após a emergência do milho (estádio V9-V10). Para a adubação utilizou-se 800 kg de composto orgânico seco, equivalente a 13 t ha<sup>-1</sup>, distribuído de forma homogênea sobre o solo, ao lado da linha de semeio do milho. O composto orgânico utilizado no estudo apresentou as características: pH (em H<sub>2</sub>O) = 8,0; C = 131,0 g kg<sup>-1</sup>; N = 13,0 g kg<sup>-1</sup>; P = 13,65 mg dm<sup>-3</sup>; K = 13,44 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 0,19 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,35 cmolc dm<sup>-3</sup>; S = 0,49 cmolc dm<sup>-3</sup>; Cu = 69,2 mg kg<sup>-1</sup>; Fe = 561,4 mg kg<sup>-1</sup>; Mn = 511,2 mg kg<sup>-1</sup>; Zn = 766 mg kg<sup>-1</sup>; matéria orgânica = 22,58 % e umidade = 37,40 %.

As variáveis avaliadas foram: matéria seca das folhas do milho aos 85 dias após a emergência da cultura (t ha<sup>-1</sup>); teor e acúmulo de macronutrientes nas folhas de milho (g kg<sup>-1</sup>); teor de clorofila total nas folhas de milho (ICF) e produção de matéria seca (t ha<sup>-1</sup>) e teor de macronutrientes na parte aérea do guandu-anão (g kg<sup>-1</sup>).

Para determinar a matéria seca das folhas de milho, coletaram-se, aleatoriamente, três plantas por parcela. As plantas foram separadas em limbo foliar e colmo. Já para o guandu-anão, utilizou-se um gabarito de madeira de 0,25 x 0,25 m. O material coletado foi acondicionado em sacos de papel e secos em estufa de circulação de ar forçado a 65°C, e, quando atingiram massa constante, foram pesados. As amostras do adubo verde retiradas para a avaliação da matéria seca foram utilizadas para a determinação do teor de nutrientes. As amostras foram moídas e analisadas quanto aos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1989).

O teor de macronutrientes nas folhas do milho foi determinado coletando-se a folha oposta e abaixo da espiga superior no florescimento

feminino em todos os tratamentos (Cantarella et al. 1996). Foram coletadas 10 folhas por parcela, aos 85 DAE, e, após exclusão da nervura central, essas foram secas em estufa com ventilação forçada de ar, à temperatura de 65°C por 48 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey e submetidas à análise dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1989). O acúmulo dos macronutrientes foi obtido multiplicando-se o teor de cada nutriente pela matéria seca das folhas do milho.

Para determinar o teor de clorofila foliar, utilizou-se clorofilômetro portátil ClorofiLOG® (modelo CFL 1030). As medidas foram expressas em unidades dimensionais denominadas ICF (Índice de Clorofila Falker). Sendo as leituras realizadas na parte do terço central do limbo da última folha expandida, em dez plantas (quatro leituras por planta) da área útil das parcelas. A avaliação da clorofila foliar foi realizada em três épocas, sendo a primeira aos 20 dias após a emergência (DAE) do milho (estádio V4-V5); a segunda aos 48 dias após a emergência do milho (estádio V9-V10) e a terceira aos 85 dias após a emergência (estádio R3-R4).

Para interpretar os teores de macronutrientes foliares do milho, se utilizou o método do desvio do ótimo porcentual (DOP), proposto por Montañés et al. (1993). Este método é definido como o desvio porcentual da concentração de um elemento em relação ao teor ótimo tomado como valor de referência (Fontanetti et al. 2014), sendo obtido por meio da seguinte fórmula:  $DOP = [(C \times 100 / C_{ref}) - 100]$ . Onde C é a concentração do nutriente na matéria seca da amostra e  $C_{ref}$  é a concentração ótima do nutriente na matéria seca.

Os valores considerados ótimos para a cultura do milho foram os propostos por Cantarella et al. (1996). Como os teores de macronutrientes adequados para a cultura são mencionados em faixas de valores adequados, foi considerado o menor valor da faixa para cada macronutriente.

Os índices do DOP foram interpretados como se segue: os valores absolutos (sem sinal) indicam a importância ou severidade da deficiência ou excesso do nutriente. Os valores negativos indicam situação de deficiência do macronutriente, já os valores positivos refletem situações de excesso, e, os

índices iguais a zero indicam valores ótimos do macronutriente (Damián-Nava et al 2006).

Os dados obtidos para o teor de Ca foliar do milho foram transformados em log de (x+1). Já dados de S foram transformados em raiz quadrada de (x+1). Executando-se os índices de DOP, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram processadas por meio do software Assistat (7.7 beta versão 2013).

#### 4. 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para massa seca de folhas do milho (MSF), não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). Este resultado diverge dos obtidos por Silva et al. (2013), que, ao avaliarem as interações e interferências de populações de *Urochloa ruziziensis* (R. Germ & Evrard) no desempenho morfofisiológico das plantas de milho, observaram redução da massa seca de folha com o aumento da população da espécie cultivada em consórcio.

Tabela 2. Médias de matéria seca das folhas (MSF) e teores de macronutrientes foliares na cultura do milho em cultivo consorciado com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Tratamentos	MSF	N	P	K	Ca	Mg	S
	t ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>					
MM	1,9 a	31,9 b	3,2 a	9,9 ab	34,8 a	3,7 a	1,2 a
GL	2,3 a	31,7 b	3,2 a	11,3 a	23,0 a	3,6 a	1,1 a
G1E	1,9 a	31,7 b	3,0 a	7,7 b	3,7 b	2,9 a	1,0 a
G2E	1,8 a	33,1 b	3,0 a	7,0 b	3,5 b	2,9 a	1,4 a
GL1E	1,9 a	29,0 b	3,0 a	7,1 b	3,8 b	2,8 a	1,8 a
GL2E	2,2 a	38,4 a	3,1 a	6,9 b	3,2 b	2,5 a	1,4 a
CV (%)	20,72	5,59	7,32	19,06	11,94	20,35	19,32

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E:

duas linhas de guandu anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

O resultado deve-se provavelmente à ausência de competição do guandu-anão com o milho. É importante destacar que para que a competição entre as espécies se estabeleça há necessidade de duas condições prévias, as raízes devem sobrepor a área de absorção de nutrientes e água com as raízes da planta vizinha e que a quantidade de nutrientes e água no solo não seja suficiente para sustentar o desenvolvimento de todo o sistema (Zanine & Santos 2004). No presente estudo, a disponibilidade de água e nutrientes no solo não foi limitante ao desenvolvimento do milho em consórcio com o guandu-anão, bem como a disponibilidade de radiação solar (Tabela 1).

No que se refere ao teor de N foliar do milho, houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). O tratamento GL2E foi superior aos demais, que não diferiram entre si. Este resultado diverge dos obtidos por Heinrichs et al. (2002), que ao avaliarem a produção e o estado nutricional da cultura de milho em cultivo intercalar com adubos verdes mucuna-anã (*Mucuna deeringiana* (Bort) Merr.), guandu-anão, crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth.) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* (L.) D.C.) durante três anos, não verificaram diferença significativa para o teor de N foliar do milho no primeiro ano de cultivo.

O maior número de plantas de guandu-anão no tratamento GL2E provavelmente acarretou maior aporte de N. O que pode ter favorecido a absorção pelas plantas de milho. De acordo com Nascimento et al. (2012), o aumento da disponibilidade de nitrogênio é acompanhado de resposta positiva dos teores de N na folha. O milho pode ter sido beneficiado pelo nitrogênio fixado pela fabácea em consórcio, seja pela excreção direta de compostos nitrogenados e/ou pela decomposição dos nódulos e raízes (Pereira et al. 2011).

Os valores de N obtidos em todos os tratamentos foram considerados satisfatórios para a cultura do milho, pois variaram entre 29,0 g kg<sup>-1</sup> e 38,4 g kg<sup>-1</sup>. Ou seja, a cultura do milho em monocultivo ou no consórcio com guandu-

anão nos diferentes arranjos de plantas apresentou teor foliar de N dentro da faixa adequada para a cultura (27,5 a 32,5 g kg<sup>-1</sup>), de acordo com Malavolta et al. (1997). O milho adequa-se com perfeição aos sistemas integrados (Padovan et al. 2011). Pelo fato de ser uma cultura extremamente exigente em nutrientes, principalmente o nitrogênio (Frazão et al. 2014), esse cereal é favorecido pelo consórcio com fabáceas (Risso et al. 2009).

Para o teor de P foliar do milho, constatou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). Pode-se inferir que as plantas de guandu-anão não interferiram na absorção de P pelo milho, independente do arranjo de plantas. Tanto no milho em monocultivo quanto nos diferentes consórcios com guandu-anão, os teores foliares de P situaram-se dentro da faixa adequada para a cultura (2,5 a 3,5 g kg<sup>-1</sup>), proposta por Malavolta et al. (1997).

O resultado observado neste estudo para teor de P foliar está associado ao elevado potencial competidor do milho quando cultivado em consórcio com plantas de menor porte (Busato & Busato 2011). Coletti et al. (2013), avaliando o teor de macronutrientes foliares do milho em consórcio com braquiárias também não verificaram diferença significativa para este nutriente. Heinrichs et al. (2002), também não observaram diferenças para os teores foliares de P no milho consorciado com fabáceas, no primeiro ano de cultivo, contudo, observaram diferenças no segundo ano de estudo, onde o milho consorciado com feijão-de-porco foi superior em relação a testemunha e ao cultivo de milho + guandu-anão. Por outro lado, Silva et al. (2015) ao avaliarem os teores de macronutrientes e a produtividade do milho cultivado em consórcio com diferentes populações de braquiária (*Urochloa brizantha* Stapf), verificaram que o aumento da população de braquiária reduziu linearmente o teor de P nas folhas de milho.

Para o teor de K foliar do milho, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). O tratamento GL foi superior ao G1E, G2E, GL1E e GL2E, sem diferir estatisticamente do MM. A presença do guandu-anão nos diferentes arranjos prejudicou a absorção do potássio pelas plantas de milho, exceto quando a fabácea foi semeada somente na linha do cereal.

Provavelmente, a fabácea pode absorver o K em profundidades superiores a área de exploração das raízes do milho (Queiroz et al. 2008), e dessa forma, na mesma linha de plantio as espécies não competiram pelo K disponível no solo, além de que a produção de matéria seca do guandu-anão na linha do milho foi inferior aos demais arranjos, fato que pode ter reduzido a competição pelo potássio.

No presente trabalho, os teores de potássio observados nas folhas de milho foram baixos em comparação aos valores obtidos por Heinrichs et al. (2002), que alcançaram  $24,7 \text{ g kg}^{-1}$  no consórcio de milho com guandu-anão. Em todos os tratamentos, os teores de K foliares ficaram abaixo da faixa considerada adequada ( $17 \text{ a } 35 \text{ g kg}^{-1}$ ) de acordo com Cantarella et al. (1996).

Houve diferença significativa para teor de Ca foliar entre os tratamentos (Tabela 2). Os tratamentos MM e GL foram estatisticamente semelhantes, e, superiores ao G1E, G2E, GL1E e GL2E, que não diferiram entre si. A redução no teor de nutrientes nos tecidos das plantas em cultivos consorciados pode estar vinculada a interação competitiva interespecífica exercida por uma espécie sobre a outra (Vieira et al. 2013). A baixa capacidade de competição pelo Ca por parte da cultura do milho em sistemas consorciados já foi observada por outros autores (Cury et al. 2012, Silva et al. 2015). Maiores populações da planta cultivada em consórcio possibilitam maior exploração do solo, intensificando os efeitos competitivos sobre a cultura principal (Gimenez et al. 2008).

Nos sistemas G1E, G2E, GL1E e GL2E, os teores de cálcio ficaram dentro da faixa considerada adequada, que é de  $2,5 \text{ a } 8 \text{ g kg}^{-1}$  (Cantarella et al. 1996). Já os tratamentos MM e GL apresentaram valores muito superiores a esta faixa (Tabela 2).

Para os teores de Mg foliar do milho, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). Pode-se inferir que as plantas de guandu-anão, independente do arranjo no consórcio com o milho não afetaram a absorção do Mg pela poácea. Este resultado corrobora com os obtidos por outros autores, que também não verificaram diferença no teor de magnésio nas folhas do milho em cultivos consorciados (Heinrichs et al. 2002, Collier et al.



2011, Costa et al. 2012, Coletti et al. 2013). Vale ressaltar que, em todos os tratamentos avaliados, o teor de magnésio foliar está na faixa considerada adequada, sendo esta de 1,5 a 5,0 g kg<sup>-1</sup>, segundo Cantarella et al. (1996).

Quanto ao teor de S nas folhas de milho, também não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). Coletti et al. (2011), avaliando os teores foliares de macronutrientes na cultura do milho em cultivo consorciado com braquiárias, não verificaram diferença entre os diferentes consórcios para o teor foliar de enxofre. Collier et al (2011), ao avaliarem a produtividade e teores de macronutrientes do milho no consórcio com feijão-de-porco, também verificaram ausência de significância para o sistema consorciado. Esse resultado indica que a competição das plantas pelo S no solo pode não ser limitante (Silva et al. 2015), para a cultura do milho.

É importante ressaltar que, apesar dos diferentes arranjos de plantas de guandu-anão não terem exercido efeitos na absorção do enxofre pelas plantas de milho, apenas o tratamento GL1E alcançou valor dentro da faixa considerada adequada (1,5 a 5 g kg<sup>-1</sup>), proposto por Cantarella et al. (1996). Os demais tratamentos apresentaram valores abaixo desta faixa, contudo, próximos ao mínimo adequado, principalmente os tratamentos G2E e GL2E, que obtiveram 1,4 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Em relação aos índices do desvio do ótimo percentual (DOP), verificou-se excesso de N e P foliar na cultura do milho, em todos os tratamentos, sendo o GL2E o que apresentou o índice de DOP mais alto para o nitrogênio, e, os tratamentos MM e GL os que apresentaram índices mais altos para o fósforo (Tabela 3). Estes dois elementos são considerados de alta exigência no cultivo do milho (Costa et al. 2012). O maior índice de DOP para nitrogênio foliar verificado no tratamento GL2E pode ser atribuído ao maior número de plantas de guandu-anão no sistema, aumentando o aporte de N via fixação biológica, desta forma, disponibilizando maior quantidade do nutriente para a cultura principal. Contudo, na fixação biológica de N, as fabáceas necessitam de elevadas quantidades de fósforo no solo para suprir a necessidade dos nódulos (Bonfim-Silva et al. 2011). Assim, nos tratamentos onde há maior número de plantas de guandu-anão pode ter havido maior competição pelo P, fato que

pode explicar os menores índices de DOP para o fósforo à medida que se aumentou a população da fabácea (Tabela 3).

Tabela 3. Desvio do ótimo percentual (DOP) dos macronutrientes foliares da cultura do milho em cultivo consorciado com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Tratamentos	Desvio do Ótimo Percentual					
	N	P	K	Ca	Mg	S
MM	+18,1	+60	-41,8	+1292	+146,7	-20
GL	+17,4	+60	-33,5	+820	+140,0	-26,7
G1E	+17,4	+50	-54,7	+48	+93,3	-33,3
G2E	+22,6	+50	-58,8	+40	+93,3	-6,7
GL1E	+7,4	+50	-58,2	+52	+86,7	+20
GL2E	+42,2	+55	-59,4	+28	+66,7	-6,7

DOP= [(C x 100/Cref) - 100]. C: concentração do nutriente na matéria seca da amostra; Cref: concentração ótima do nutriente na matéria seca.

Para o potássio (K), todos os tratamentos apresentaram índices negativos, o que indica deficiência do macronutriente na cultura do milho (Tabela 3). A deficiência do potássio em todos os tratamentos pode estar relacionada com o excesso de cálcio (Ca), verificado nas folhas de milho (Tabela 3). O cálcio apresentou índices positivos em todos os tratamentos, evidenciando boa disponibilidade do nutriente no solo, principalmente nos tratamentos MM e GL, que apresentaram índices muito altos. A maior disponibilidade de cálcio no solo provoca sua aproximação às raízes em maior quantidade e, como o cálcio e potássio são absorvidos pelos mesmos mecanismos na membrana celular, provavelmente sua absorção foi preferencial em relação ao K (Medeiros et al. 2008). O cálcio geralmente é o macronutriente encontrado em maior concentração nos solos, e, como não há mecanismo de adsorção específica, geralmente se encontra na forma trocável em níveis acima do exigido pelas plantas (Bissani et al. 2006, Pandolfo et al. 2012).

Para o magnésio (Mg), observaram-se índices positivos em todos os tratamentos (Tabela 3), demonstrando excesso do nutriente nas folhas do

milho. Os maiores índices de Mg foliar na cultura do milho foram obtidos pelos tratamentos MM e GL, resultados semelhantes ao verificado para o fósforo foliar. Esta semelhança pode estar relacionada ao sinergismo entre estes dois macronutrientes (Silva & Trevizam 2015). Segundo Malavolta et al. (1997), a absorção do P é influenciada pela concentração de Mg no meio, podendo o Mg ser carregador do P para dentro da planta.

Em relação ao enxofre (S) foliar nas plantas de milho, verificou-se deficiência nos tratamentos MM, GL, G1E, G2E e GL2E. Já no GL1E houve excesso, ainda que baixo, do macronutriente (Tabela 3). Vale ressaltar que a deficiência de S ocorreu em maior grau nos tratamentos com menor número de plantas de guandu-anão e no milho em monocultivo. Contudo, esperava-se maior competição pelo S nas parcelas com maiores populações do guandu-anão, pois, para as fabáceas, o enxofre é requerido nos nódulos para a fixação simbiótica de nitrogênio, dado que este nutriente é um elemento constituinte da nitrogenase, enzima fixadora de N (Paiva & Nicodemo 1993).

No tratamento GL1E, que foi o único que apresentou excesso de S nas folhas de milho, verificou-se o mais baixo teor foliar e menor índice de DOP para o N (Tabelas 2 e 3). Este resultado permite inferir que no tratamento ocorreu menor fixação de N por via biológica. Desta forma, houve menor absorção do S pelo guandu-anão, permitindo o maior aproveitamento do macronutriente por parte das plantas de milho.

No tocante aos acúmulos de nutrientes foliares do milho, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para N, P, Mg e S (Tabela 4). Este resultado pode ser atribuído à ausência de diferença significativa para matéria seca das folhas de milho (Tabela 2). Pois, as variações no acúmulo de nutrientes foliares se devem às variações na produção de matéria seca pelas plantas de milho (Boer et al. 2007, Moreira et al. 2014). Neste contexto, plantas maiores normalmente acumulam mais nutrientes (Costa et al. 2012).

Tabela 4. Acúmulo de macronutrientes foliares na cultura do milho em cultivo consorciado com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----					
MM	63,3 a	6,5 a	20,1 ab	69,0 a	7,3 a	2,3 a
GL	73,8 a	7,6 a	25,9 a	49,1 a	8,1 a	2,6 a
G1E	61,2 a	5,8 a	14,8 b	7,2 b	5,6 a	2,0 a
G2E	60,9 a	5,5 a	12,8 b	6,4 b	5,2 a	2,6 a
GL1E	56,2 a	5,9 a	13,8 b	7,5 b	5,5 a	3,5 a
GL2E	85,3 a	6,9 a	15,3 b	7,2 b	5,5 a	3,2 a
CV (%)	21,23	21,21	23,30	17,30	23,29	21,01

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

Mendonça et al. (2014), ao avaliarem a extração de nutrientes do milho e de forrageiras em consórcio, também não verificaram diferença estatística para N, P e Mg. Heinrichs et al. (2002), avaliando a produção e o estado nutricional da cultura de milho sob cultivo intercalar com adubos verdes, durante dois anos, não verificaram diferença para acúmulo dos macronutrientes no primeiro ano de estudo.

Para os acúmulos de K e Ca, verificaram-se diferenças significativa entre os tratamentos adotados (Tabela 4). Em relação ao K, o tratamento GL foi superior aos arranjos G1E, G2E, GL1E e GL2E, não diferindo do milho em monocultivo. Este resultado está relacionado com o teor foliar destes nutrientes em ambos os tratamentos (Tabela 2). Apesar de não ter sido observado diferença estatística para massa seca das folhas do milho, os tratamentos MM e GL foram muito superiores aos demais arranjos no consórcio quanto aos teores de K e Ca, o que refletiu no maior acúmulo destes macronutrientes na massa seca das folhas do milho.

Para o índice de clorofila Falker não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos estudados em nenhuma das épocas de avaliação (Tabela 5). Silva et al. (2013), ao avaliarem as interações e interferências de populações de *Urochloa ruziziensis* (R. Germ & Evrard) no desempenho morfofisiológico das plantas de milho, também não observaram efeito significativo das populações da cultura em consórcio para clorofila total. Os mesmos autores consideram que a ausência do efeito significativo para o índice de clorofila falker é de extrema importância. Pois, de acordo com diversos autores (Durães et al. 2005, Rocha et al. 2005, Maranhão et al. 2009, Rambo et al. 2011, Costa et al. 2012), o índice de clorofila pode ser utilizado para determinar o estado nutricional das plantas de milho, principalmente, em relação ao nitrogênio, pois a quantidade de clorofila correlaciona-se positivamente com o teor deste nutriente.

Tabela 5. Médias do índice de clorofila falker total nas folhas de milho em função do consórcio com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Tratamentos	Clorofila Foliar		
	20 DAE	48 DAE	85 DAE
	-----ICF-----		
MM	50,4 a	52,9 a	55,0 a
GL	51,5 a	52,6 a	57,9 a
G1E	51,4 a	54,4 a	56,5 a
G2E	50,1 a	51,8 a	57,7 a
GL1E	47,6 a	52,1 a	54,9 a
GL2E	48,2 a	50,9 a	56,4 a
CV (%)	6,64	3,46	6,35

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

O resultado obtido neste trabalho para ICF está associado à ausência de competição por parte do guandu-anão, independente dos arranjos de

plantas da fabácea. Nas duas primeiras épocas de avaliação, os teores de ICF estão próximos da faixa considerada adequada por Malavolta et al. (1997). Já na terceira época de avaliação, todos os tratamentos situaram-se dentro da faixa adequada (Tabela 5).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para matéria seca da parte aérea do guandu-anão (Tabela 6). As quantidades variaram entre 0,7 t ha<sup>-1</sup> (G1E) e 1,8 t ha<sup>-1</sup> (G2E). Estes valores ficaram acima dos obtidos por Heinrichs et al. (2005), que verificaram acúmulo de 0,5 t ha<sup>-1</sup> do guandu-anão em consórcio simultâneo com o milho. Contudo, estas produtividades podem ser consideradas insuficientes, pois, de acordo com Alvarenga et al. (2001), 6 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca na superfície é a quantidade suficiente para se obter boa cobertura do solo; proporcionando benefícios no que se refere aos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Gallo et al. 2015).

Tabela 6. Médias de matéria seca da parte aérea e teores médios de macronutrientes foliares do guandu anão em diferentes arranjos de plantas no consórcio com a cultura do milho. Araras, SP, ano agrícola 2014/2015.

Tratamentos	MSPA	N	P	K	Ca	Mg	S
	t ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>					
GL	0,9 a	38,8 a	1,0 b	15,9 a	7,6 a	2,4 a	0,24 a
G1E	0,7 a	32,2 a	1,7 a	14,2 a	7,8 a	2,2 a	0,18 ab
G2E	1,8 a	29,0 a	1,2 ab	16,4 a	8,3 a	2,5 a	0,15 b
GL1E	0,8 a	33,5 a	1,5 ab	16,1 a	8,4 a	2,3 a	0,16 ab
GL2E	1,2 a	28,4 a	1,5 ab	14,1 a	8,7 a	2,6 a	0,20 ab
CV (%)	22,62	15,59	19,06	14,59	17,94	12,58	18,71

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

O fato da fabácea ter produzido reduzida matéria seca na parte aérea pode estar relacionada com seu crescimento inicial lento, característico da

espécie (Calvo et al. 2010). Além disso, o milho pode ter exercido influência em função da competição por fatores de produção. Por ser uma espécie de metabolismo fotossintético C<sub>4</sub>, com rápido crescimento vegetativo e maior eficiência na assimilação de C atmosférico, sua capacidade em competir é superior à das espécies de metabolismo C<sub>3</sub>, como as fabáceas (Casagrande & Vasconcelos 2010). As plantas com metabolismo C<sub>4</sub> apresentam alta velocidade fotossintética, elevada taxa de crescimento celular (TCC), baixa fotorrespiração e menor perda de água (Santos et al. 2011, Simioni et al. 2014).

Por ser uma cultura de crescimento rápido (Ramos et al. 2010), o milho apresenta elevada capacidade competitiva, sendo enquadrada no grupo de culturas que mais sombreiam o solo (Rossi et al. 1996). Assim, limita a absorção da radiação solar pelas folhas das plantas em consórcio, pois ao atingir o topo da população de plantas mais altas, uma fração da radiação será refletida para a atmosfera, absorvida pela própria planta e outra transmitida para o interior do consórcio, desencadeando na planta mais baixa a redução do processo fotossintético, essencial para o crescimento das mesmas (Caron et al. 2014).

Segundo Atroch et al. (2001), a radiação solar incidente sobre as plantas, em um sistema consorciado, será determinada pela altura das plantas e pela eficiência de interceptação e absorção.

Para teores de N, K, Ca e Mg foliares do guandu-anão, não foram verificadas diferenças significativas entre os diferentes arranjos de plantas no consórcio (Tabela 6). Os teores de nitrogênio, potássio e cálcio ficaram acima dos obtidos por Heinrichs et al. (2005), que, ao avaliarem o sistema consorciado de adubos verdes com o milho, obtiveram na parte aérea do guandu-anão em consórcio simultâneo no primeiro ano de cultivo, 10, 7 g kg<sup>-1</sup>, 9, 0 g kg<sup>-1</sup> e 3,7 g kg<sup>-1</sup> para teores de N, K e Ca, respectivamente.

Cavalcante et al. (2015) verificaram no guandu-anão teores de 21,5 g kg<sup>-1</sup>; 12,0 g kg<sup>-1</sup> e 4,0 g kg<sup>-1</sup> para N, K e Ca, respectivamente. Vale ressaltar que os autores encontraram estes valores em plantas de guandu-anão em cultivo solteiro, demonstrando que, no presente trabalho a presença do milho

não prejudicou a absorção destes nutrientes pelas plantas de guandu-anão, independente do arranjo.

Os teores de Mg na parte aérea do guandu-anão ficaram acima dos alcançados por Ferrari Neto et al. (2011) e Teixeira et al. (2005), que verificaram  $2,2 \text{ g kg}^{-1}$  e  $1,7 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente, no consórcio da fabácea com o milho. Por outro lado, foram inferiores aos verificados por Cavalcante et al. (2015), que alcançaram teor de  $2,7 \text{ g kg}^{-1}$  e Teodoro et al. (2011), que alcançaram  $3,3 \text{ g kg}^{-1}$ . É válido destacar que nos dois últimos trabalhos citados, o guandu-anão foi cultivado em monocultivo. Portanto, os valores alcançados no presente estudo podem ser considerados satisfatórios.

Em relação ao P na parte aérea do guandu anão, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6). O G1E foi superiores ao GL, não diferindo estatisticamente do G2E, GL1E e GL2E. Este resultado permite inferir que o guandu-anão apresentou maior capacidade de competição por este nutriente. Isso ocorre pelo fato das raízes desta fabácea, além de diferenciadas e profundas, exsudam ácidos orgânicos, principalmente o cítrico, que agem na solubilização do P ligado ao Ca, o que favorece a absorção deste macronutriente (Ae et al. 1990). Os valores verificados no presente estudo foram inferiores aos obtidos por Teixeira et al. (2005) e Ferrari Neto et al. (2011), em sistemas consorciados de guandu-anão e milho. Nos tratamentos GL1E e GL2E, os teores de P foram superiores aos observados por Heinrichs et al. (2005), no consórcio simultâneo de milho com guandu-anão, já os demais tratamentos apresentaram valores inferiores, porém, bem próximo aos verificados pelos autores (Tabela 6).

Houve diferença significativa entre os tratamentos para teor de S (Tabela 6). O consórcio G2E apresentou média inferior em comparação ao GL, que por sua vez, não diferiu estatisticamente dos demais arranjos. Este resultado evidencia que houve maior competição das plantas de guandu com o milho por este nutriente. É importante destacar que o teor de S foi menor no tratamento que o guandu acumulou maior matéria seca (Tabela 6), portanto, a redução da absorção do nutriente pode ser atribuída a uma possível competição intraespecífica. Os teores obtidos no estudo estão abaixo dos



verificados por outros autores em sistemas consorciados (Heinrichs et al. 2005, Ferreira Neto et al. 2011). Os baixos teores de S na parte aérea do guandu-não podem estar relacionados à reduzida disponibilidade deste nutriente no solo. Fator que também provocou deficiência do mesmo nas plantas de milho, de acordo com os índices DOP (Tabela 2).

#### **4. 4. CONCLUSÕES**

1. Os diferentes arranjos de guandu-anão não comprometeram a absorção de fósforo, magnésio e enxofre pelas plantas de milho. Já a absorção de nitrogênio, potássio e cálcio pelas plantas de milho sofreram interferência dos arranjos adotados.
2. O tratamento GL2E aumentou o teor de nitrogênio foliar nas plantas de milho. Já a absorção de potássio e cálcio pelas plantas de milho foi beneficiada pelo arranjo de guandu-anão semeado na linha de plantio do milho e no milho cultivado em monocultivo.
3. Os acúmulos de macronutrientes foliares do milho, com exceção do potássio e cálcio, não foram afetados pelos diferentes arranjos de plantas de guandu-anão no consórcio.
4. O monocultivo do milho e o arranjo com guandu-anão semeado na linha de plantio favoreceram o acúmulo de potássio e cálcio nas folhas do milho.

#### **4. 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AE, N. et al. Phosphorus uptake by pigeon pea and its role in cropping systems of Indian Subcontinent. *Science*, v. 248, n. 4954, p. 477-480, 1990.

ALVARENGA, R. C. et al. *A cultura do milho na integração lavoura-pecuária*. Sete Lagoas - MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Circular Técnica, 80).

ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ALVARENGA, R. C. et al. Rendimento do consórcio milho-*Braquiária brizantha* afetado pela localização do adubo e aplicação de herbicida. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 10, n. 3, p. 224-234, 2011.

ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* submetidas a diferentes condições de sombreamento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BISSANI, C. et al. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E.J. (Ed.). *Fundamento de química do solo*. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. p. 163-183.

BOER, C. A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.

BONFIM-SILVA, E. M. et al. Produção e morfologia da leguminosa java submetida a adubação fosfatada. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, n. 12, p. 347-357, 2011.

BUSATO, C.; BUSATO, C. C. M. Crescimento inicial da cultura do milho em cultivo consorciado. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, n. 13, p. 307-316, 2011.

CALVO, C. L. et al.. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milheto e sorgo em três épocas de corte. *Bragantia*, v. 69, p. 77-86, 2010.

CANTARELLA, H. et al. Cereais. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. p. 45-47. (Boletim Técnico, 100).

CARON, B. O. et al. Eficiência do uso da radiação solar por plantas *Ilex paraguariensis* A. ST. HIL. cultivadas sob sombreamento e a pleno sol. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 2, p. 257-265, 2014.

CASAGRANDE, A. A.; VASCONCELOS, A. C. M. Fisiologia da parte aérea. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G. de A. (Ed.). *Cana-de-açúcar*. Campinas: IAC, 2010. p. 57-78.

CAVALCANTE, V. S. et al. Produção de adubos verdes e a utilização dos resíduos no cultivo da cebolinha. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.10, n.1, p.24-31, 2015.

COLETTI, A. J. Produtividade de grãos e palhada no consórcio de milho com urochloa na safrinha, em função da adubação. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 17, p. 2159-2174, 2013

COLLIER, L. S. et al. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, n. 3, p. 306-313, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Acompanhamento Safra Brasileira Grãos*, v. 2 - Safra 2014/15, n. 7 - Sétimo Levantamento, Brasília, p. 1-100, abr. 2015.

CORTEZ, J. W. et al. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. *Engenharia Agrícola*, v. 29, n. 2, p. 277-287, 2009.

COSTA, M. S. et al. Avaliação nutricional do milho cultivado com diferentes doses de efluente doméstico tratado. *Irriga*, Edição Especial, p. 12-26, 2012.

COSTA, N. R. 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.

DAMIÁN-NAVA, A. et al. Dinámica y diagnóstico nutrimental del guayabo en Iguala, Guerrero, México. *Terra Latinoamericana*, v. 24, n. 1, p. 125-132, 2006.

DURÃES, F. O. M. et al. Caracterização fenotípica de linhagens de milho quanto ao rendimento e à eficiência fotossintética. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 3, p. 355-361, 2005.

FERRARI NETO, J. et al. Plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no sistema plantio direto. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 4, p. 978-985, 2011.

FONTANETTI, A. Teores de nutrientes foliares do milho em consórcio com guandu anão (*Cajanus cajan* L.) em sistema de plantio direto. *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, n. 4, p. 1-5, 2014.

FRAZÃO, J. J. et al. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 12, p. 1262-1267, 2014.

GALLO, A. S. et al. Produtividade da cultura do feijoeiro em sucessão a adubos verdes, com adição de dejetos líquidos de suínos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, v. 114, n. 3, p. 45-51, 2015.

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

HEINRICHS, R. et al. Produção e estado nutricional do milho em cultivo consorciado intercalar com adubos verdes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, n. 1, p. 225-230, 2002.

HEINRICHS, R. et al. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 1, p. 71-79, 2005.

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.

KÖPPEN, W. 1948. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.

MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos, 1989. 201 p.

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

MARANHÃO, C. M. A. et al. Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009.

MEDEIROS, J. C. et al. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 29, n. 4, p. 799-806, 2008.

MENDONÇA, V. Z. et a. Teor e acúmulo de nutrientes no consórcio de milho com forrageiras no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 9, n. 3, p. 330-337, 2014.

MONTAÑÉS, L. et al. Plant analysis interpretation based on a new index. Deviation from optimum percentage (DOP). *Journal of Plant Nutrition*, v. 16, n. 7, p. 1289-1308, 1993.

MOREIRA, S. G. et al. Massa seca e macronutrientes acumulados em plantas de milho cultivadas sob diferentes espécies de cobertura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 13, n. 2, p. 218-231, 2014.

NASCIMENTO, F. M. et al. Diagnose 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.

OLIVEIRA, I. P. et al. *Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais*. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1996. 87 p. (Documentos, 64).

PADOVAN, M. P. et al. Desempenho de adubos verdes e o efeito no milho em sucessão. *Cadernos de Agroecologia*, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2011.

PAIVA, P. J. R.; NICODEMO, M.L.F. *Enxofre no sistema solo-planta-animal*. Campo Grande: EMBRAPA-CNPAG, 1993. 45 p. (Documentos 56).

PANDOLFO, C. M. et al. Macro e micronutrientes no solo em lavouras amostradas no estado de Santa Catarina. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 11, n. 1, p. 7-16, 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, p. 875-882, 2011.

PEREIRA, L. C. et al. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 6, n. 3, p. 191-200, 2011.

PINTO, C. M. Configuração de fileira no consórcio mamona x girassol: Produtividade e seus componentes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 8, n. 1, p. 33-41, 2013.

QUEIROZ, L. R. et al. Cultivo de milho consorciado com leguminosas arbustivas perenes no sistema de aléias com suprimento de fósforo. *Revista Ceres*, v. 55, n. 5, p. 409-415, 2008.

RAMBO, L. et al. Índices nutricionais de N e produtividade de milho em diferentes níveis de manejo e de adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 4, p. 390-397, 2011.

RAMOS, A. S. et al. Ação do *Azospirillum lipoferum* no desenvolvimento de plantas de milho. *Revista Verde*, v. 5, n. 4, p. 113-117, 2010.

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

RISSO, I. A. M. et al. *Cultivo orgânico do milho consorciado com leguminosas para fins de adubação verde*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 42).

ROCHA, R. N. C. et al. Relação do índice SPAD, determinado pelo clorofilômetro, com teor de nitrogênio na folha e rendimento em grãos em três genótipos de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 2, p. 161-171, 2005.

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.

SANTOS, P. M. et al. Caracterização de pastagens de capim tanzânia e mombaça consorciados com estilosantes em ecótono de transição Cerrado:Floresta Amazônica. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, n. 1, p. 163-173, 2011.

SILVA, D. V. et al. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. *Ciência Rural*, v. 45, n. 8, p. 1394-1400, 2015.

SILVA, J. F. et al. Morfofisiologia de milho safrinha em espaçamento reduzido e consorciado com *Urochloa ruziziensis*. *Agrarian*, v. 6, n. 21, p. 259-267, 2013.

SILVA, M. L. S.; TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. *Informações Agronômicas*, v. 30, n. 149, p. 10-16, 2015.

SIMIONI, T. A. et al. Potencialidade da consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens tropicais. *PUBVET*, v. 8, n. 13, p.1-37, 2014.

TEIXEIRA, C. M. et al. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 1, p. 93-99, 2005.

TEODORO, R. B et al. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 635-640, 2011.

VIEIRA, M. et al. Teores de nutrientes em povoamentos monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agrossilvicultural. *Ciência Florestal*, v. 23, n. 1, p. 67-76, 2013.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas: uma revisão. *Revista da FZVA*, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

## **5. CONCLUSÕES GERAIS**

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que os arranjos de plantas de guandu-anão em consórcio com o milho são viáveis para a produção de grãos de milho em sistema orgânico. Pois, não influenciou no crescimento da poácea, o que evidencia que, independente do arranjo de plantas, o guandu-anão não competiu com a cultura pelos fatores de produção, tais como, água luz e nutrientes. Contudo, vale ressaltar que não houve limitações de água e nutrientes no solo. Ou seja, os fatores de produção não foram limitantes ao desenvolvimento do cereal no consórcio com guandu-anão.

Porém, em relação ao crescimento do guandu-anão, conclui-se que este foi insatisfatório. A fabácea produziu reduzida matéria seca, insuficiente



para melhoria significativa dos atributos do solo, pois, de acordo com diversos autores,  $6 \text{ t ha}^{-1}$  de massa seca é a quantidade mínima para influenciar positivamente as características químicas, físicas e biológicas do solo. Provavelmente o guandu-anão sofreu competição do milho no consórcio, devido ao crescimento inicial lento e menor altura de planta, fato que reduziu a interceptação da radiação solar, indispensável para a fotossíntese.

Em relação à produtividade de grãos do milho, é possível concluir que o arranjo com maior população de plantas de guandu-anão proporcionou incremento na produção de grãos do milho. A maior produção de grãos neste arranjo deve-se provavelmente ao aporte de nitrogênio advindo da fixação biológica, mesmo antes do corte do guandu-anão.

Os arranjos de guandu-anão em consórcio não afetaram de maneira significativa a absorção e acúmulo dos macronutrientes P, Mg e S pelo milho. Possivelmente porque a fabácea explora volumes de solos diferentes da poácea, reduzindo a competição. O arranjo com maior população de guandu-anão favoreceu o acúmulo de nitrogênio foliar no milho, apresentando valores superiores aos demais arranjos e ao milho em monocultivo. Por outro lado, a absorção de potássio foi superior no tratamento com guandu-anão semeado na linha de plantio do milho. Além disso, o monocultivo do milho apresentou maiores valores em comparação aos demais tratamentos. Já para o Ca, os tratamentos monocultivo e guandu semeado na linha do milho foram superiores aos demais tratamentos. A fabácea quando semeada nas entrelinhas do milho e, ou, em maiores populações de plantas exercem maior competição por K e Ca com o cereal, sem, no entanto afetar, significativamente, a produção de grãos.