

EDIMILSON ALVES BARBOSA

**CONSÓRCIO DE FEIJÃO-CAUPI COM QUIABO E HABILIDADE  
COMPETITIVA DESTAS CULTURAS COM PLANTAS DANINHAS**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2017

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

T

B238c  
2017  
Barbosa, Edimílson Alves, 1987-  
Consórcio de feijão-caupi com quiabo e habilidade  
competitiva destas culturas com plantas daninhas /  
Edimílson Alves Barbosa. - Viçosa, MG, 2017.  
viii, 50f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Tocio Sedyama.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Cultivo consorciado. 2. Competição (Biologia).  
3. Quiabo. 4. Feijão-caupi. 5. Ervas daninhas.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em Fitotecnia.  
II. Título.

CDD 22 ed. 631.58

EDIMILSON ALVES BARBOSA


**CONSÓRCIO DE FEIJÃO-CAUPI COM QUIABO E  
HABILIDADE COMPETITIVA DESTAS CULTURAS COM  
PLANTAS DANINHAS**

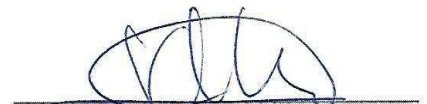
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para a obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 17 de julho de 2017.

  
Cíntia Maria Teixeira Fialho

  
José Maria Gomes Neves

  
Evander Alves Ferreira

  
Francisco Cláudio Lopes de Freitas  
(Coorientador)

  
Tocio Sedyama  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

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

Ao meu pai (*in memoriam*) e minha mãe, que sempre torceram por mim e me incentivaram sem medir esforços.

Aos meus irmãos Edina e Eugênio e todos meus demais familiares pelo carinho e incentivo.

À minha noiva Ariane pelo amor, carinho e apoio.

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

Aos professores Tocio Sedyama, Francisco Cláudio Lopes Freitas e Antônio Alberto da Silva pela orientação, confiança e valiosos ensinamentos.

Aos professores Cíntia Maria Teixeira Fialho, Evander Alves Ferreira e José Maria pelas valiosas sugestões.

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

Aos colegas do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, *campus* Almenara e Araçuaí, pela amizade e parceria.

Aos estudantes do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, *campus* Almenara, pelo apoio.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de Bolsa de Estudo. Aos colegas do curso, pelo constante apoio e consideração.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela amizade e presteza no pronto atendimento nas questões burocráticas.

Obrigado a todos!

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| <b>RESUMO</b> .....  | v   |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | vii |
| <b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....   | 01  |
| 1.2. Literatura Citada.....  | 02  |
| <b>2. ARRANJOS DE CONSÓRCIO DE QUIABO COM FEIJÃO-CAUPI CULTIVADOS EM DIFERENTES CONDIÇÕES HÍDRICAS</b> ..... | 05  |
| 2.1. Resumo.....   | 05  |
| 2.2. Abstract.....   | 06  |
| 2.3. Introdução.....   | 06  |
| 2.4. Material e Métodos.....   | 07  |
| 2.5. Resultados e Discussão.....   | 13  |
| 2.6. Literatura Citada.....  | 19  |
| <b>3. HABILIDADE COMPETITIVA DE QUIABO COM PLANTAS DANINHAS</b> .....  | 22  |
| 3.1. Resumo.....   | 22  |
| 3.2. Abstract.....   | 23  |
| 3.3. Introdução.....   | 23  |
| 3.4. Material e Métodos.....   | 24  |
| 3.5. Resultados e Discussão.....   | 26  |
| 3.6. Literatura Citada.....  | 33  |
| <b>4. HABILIDADE COMPETITIVA DE FEIJÃO-CAUPI COM PLANTAS DANINHAS</b> .....                                  | 36  |
| 4.1. Resumo.....   | 36  |
| 4.2. Abstract.....   | 36  |
| 4.3. Introdução.....   | 37  |
| 4.4. Material e Métodos.....   | 38  |
| 4.5. Resultados e Discussão.....   | 40  |
| 4.6. Literatura Citada.....  | 47  |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | 50  |

## **BIOGRAFIA**

Edimilson Alves Barbosa, filho de Rita Alves Barbosa e Zenildo Romualdo Barbosa, nasceu em 09 de outubro de 1987, no município de Itaobim, Minas Gerais, Brasil. Em dezembro de 2005, concluiu o Curso Técnico em Agropecuária concomitante com o Ensino Médio na Escola Família Agrícola Bontempo, Itaobim-MG. Em dezembro de 2011, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG. Em março de 2012, iniciou o curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, concluindo-o em julho de 2013. No mesmo ano ingressou no Doutorado no programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 17 de julho de 2017.

## RESUMO

BARBOSA, Edimilson Alves, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2017. **Consórcio de feijão-caupi com quiabo e habilidade competitiva destas culturas com plantas daninhas.** Orientador: Tocio Sedyama. Coorientadores: Francisco Cláudio Lopes de Freitas e Antônio Alberto da Silva.

O quiabeiro e o feijão-caupi são espécies de grande interesse social e econômico para pequenos produtores das regiões tropicais e subtropicais. Em pequenas propriedades, é muito importante o uso eficiente da terra e dos recursos do meio para se garantir a sustentabilidade social e econômica do pequeno produtor. Acredita-se que o cultivo consorciado possa ser uma alternativa para se obter ótima produtividade com baixo risco econômico. Todavia, para que essa tecnologia seja implantada com sucesso são necessárias pesquisas para se definir os melhores arranjos das espécies em consórcio, quanto à utilização dos recursos naturais e a capacidade competitiva dessas culturas com as plantas daninhas. Na literatura encontra-se vários trabalhos sobre o cultivo consorciado do quiabo com feijão-caupi, todavia, em nenhum desses estudos foram avaliadas o arranjo de plantas e habilidade competitiva dessas culturas em relação às plantas daninhas. Nesta pesquisa, foram avaliados arranjos de plantas do quiabo e do feijão-caupi cultivados em consórcio, em condições irrigadas e de sequeiro, e a habilidade competitiva destas culturas com três espécies de plantas daninhas (*Urochloa brizantha*, *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*). Para determinar os arranjos de plantas para o consórcio, foram conduzidos, em campo, um ensaio em condição irrigada e dois em sequeiro avaliando arranjos de plantas em cada uma das situações. A habilidade competitiva das culturas com as plantas daninhas foi avaliada em seis experimentos conduzidos em vasos, sendo três referentes à convivência de quiabo com *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis* e os outros três, relacionados à convivência de feijão-caupi com as mesmas espécies. Em condição irrigada, o consórcio com os arranjos alternando-se fileiras de quiabo espaçadas de 1,0 m com uma fileira de feijão-caupi e com fileiras de quiabo espaçadas de 1,5 m alternadas com duas fileiras de feijão-caupi espaçadas entre si de 0,50 m foram viáveis, com o índice de Uso Eficiente da Terra maior do que 1,0. Em condições de sequeiro, o déficit hídrico inviabilizou a produção de quiabo, com melhores índices de produção do feijão-caupi, comprovando a importância dos sistemas consorciados como forma de reduzir o risco de insucesso no sistema produtivo. Quanto à habilidade competitiva, constatou-se que o quiabeiro possui vantagem em relação *B. pilosa* e *C.*

*benghalensis* e a competição entre quiabeiro e *U. brizantha* interfere negativamente no crescimento das duas espécies. O feijão-caupi mostrou-se mais competitivo do que as plantas *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis*.

## ABSTRACT

BARBOSA, Edimilson Alves, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2017. **Consortium of cowpea with okra and competitive ability of these weed crops.** Adviser: Tocio Sedyama. Co-advisers: Francisco Cláudio Lopes de Freitas and Antônio Alberto da Silva.

The okra and the cowpea are species of great social and economic interest for small producers of the tropical and subtropical regions. In small farms, the efficient use of land and the resources of the environment is very important to guarantee the social and economic sustainability of the smallholder. It is believed that intercropping can be an alternative to obtain optimal productivity with low economic risk. However, for this technology to be successfully implemented, research is needed to define the best arrangements of the species in a consortium, the use of natural resources and the competitive capacity of these crops with weeds. In the literature there are several studies on the consortium cultivation of okra with cowpea, however, in none of these studies were evaluated the arrangement of plants and competitive ability of these crops in relation to weeds. In this research, we evaluated the arrangements of okra and cowpea cultivated in a consortium under irrigated and rainfed conditions, and the competitive ability of these crops with three weed species (*Urochloa brizantha*, *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis*). In order to determine the arrangement of plants for the consortium, an experiment was carried out in the field in an irrigated condition and two in the rainforest evaluating plant arrangements in each of the situations. The competitive ability of the crops with weeds was evaluated in six experiments conducted in pots, three referring to the cohabitation of okra with *U. brizantha*, *B. pilosa* and *C. benghalensis*, and the other three, related to the cohabitation of cowpea the same species. In irrigated condition, the consortium with the arrangements alternated rows of okra spaced 1.0 m with a row of cowpea and with rows of okra spaced 1.5 m alternated with two rows of cowpeas spaced apart of 0.50 m were feasible, with the Efficient Earth Use index greater than 1.0. In dry conditions, the water deficit made it impossible to produce okra, with better production rates of cowpea, confirming the importance of the intercropping systems as a way to reduce the risk of failure in the productive system. As for the competitive ability, it was verified that the okra has an advantage in relation to *B. pilosa* and *C. benghalensis* and the competition between okra and *U. brizantha* interferes

negatively in the growth of both species. Cowpea beans were more competitive than the *U. brizantha*, *B. pilosa* and *C. benghalensis* plants.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O vale do Jequitinhonha é uma região situada no nordeste do Estado de Minas Gerais, banhada pelo Rio Jequitinhonha, composta por 75 municípios, sendo a agropecuária a principal atividade econômica, responsável 30% do PIB (Produto Interno Bruto) regional (Carvalho et al., 2017). A região apresenta 76,84% do zoneamento agroclimático do tipo Aw, Clima tropical, com chuvas de verão e o mês mais frio com temperatura média superior a 18 °C, conforme classificação de Köppen; Geiger (1939).

A agropecuária no Vale do Jequitinhonha é baseada em agricultura de subsistência e pecuária extensiva. Essas atividades são desenvolvidas principalmente por agricultores familiares sob baixos níveis tecnológicos sendo uma das principais alternativas para produtores nestas condições o cultivo consorciado, que ocorre quando duas ou mais culturas são cultivadas na mesma área agrícola em um mesmo período de tempo (Hirakuri et al., 2012). A consorciação de culturas proporciona melhor aproveitamento dos recursos, favorece as populações de inimigos naturais, reduz a incidência de pragas e proporciona maior proteção do solo contra a erosão (Salgado, 2006).

Dentre as espécies agrícolas com possibilidade de cultivo consorciado e consumidas pela população na região do Vale do Jequitinhonha merecem destaque o quiabeiro *Abelmoschus esculentus* (L. Moench) e o feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L. Walp). O quiabeiro é uma planta anual pertencente à família Malvaceae, muito popular em regiões de clima tropical e subtropical devido à sua rusticidade, sobretudo pela tolerância ao calor, e não requerimento de nível tecnológico elevado para seu cultivo (Oliveira et al., 2013).

O feijão-caupi é considerado uma das principais fontes alimentares das regiões tropicais e subtropicais, pois possui elevados teores de proteína, que varia de 20 a 26%, e importantes frações de lipídeos, açúcares, cálcio, ferro, potássio, fósforo e diversos aminoácidos essenciais (Silva et al., 2017). É uma planta muito rústica, com boa adaptabilidade às condições de estiagem e solos com baixa fertilidade (Lima et al., 2007), além de muito importante na geração de emprego e renda, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (Cardoso; Ribeiro, 2006; Lima et al., 2007). Essas regiões e o Vale do Jequitinhonha estão ligados geograficamente e possuem semelhanças nos hábitos alimentares da população e nas condições climáticas.

Zucchi et al. (2012), trabalhando com o consórcio de quiabo e feijão-caupi em Ipameri (GO) com suprimento hídrico adequado, concluíram ser viável o consórcio de quiabo cv. Santa Cruz 47 com feijão-caupi. Entretanto, são escassos os trabalhos sobre os arranjos para o respectivo consórcio.

Dentre os fatores que influenciam o desenvolvimento das culturas, destaca-se a interferência das plantas daninhas. Essas, quando não manejadas adequadamente, interferem no processo produtivo, competem pelos recursos do meio, liberam compostos alelopáticos, hospedam pragas e

doenças e interferem nas práticas de colheita (Pitelli, 1985). Bachega et al. (2013) destacam que a convivência do quiabeiro com as plantas daninhas por todo o ciclo de cultivo reduz a produtividade da cultura em 95%. Segundo Corrêa et al. (2015), a interferência das plantas daninhas reduziu o rendimento de grãos do feijão-caupi em até 46%. Freitas et al. (2009) e Oliveira et al. (2010) verificaram redução de produtividade de feijão-caupi em até 90% devido a interferência com plantas daninhas.

Todavia, o grau de interferência exercido pelas plantas daninhas é dependente, segundo Pitelli (1985), de fatores relacionados à cultura (espécie, espaçamento e densidade de plantio), à comunidade infestante (espécies, densidade e distribuição), ao ambiente (clima, solo e práticas culturais) e aos períodos de convivência entre a comunidade infestante e cultura (época e duração).

Portanto, para se prever o grau de interferência das plantas daninhas é necessário conhecer aspectos relacionados à habilidade competitiva da cultura e das plantas daninhas. Para isso, Radosevich (1987) propõe o uso de ensaios substitutivos que consistem em manter o número total de plantas por unidade experimental constante e as proporções da mistura das duas espécies serem variáveis, tendo nos dois extremos o monocultivo de cada uma das espécies em competição. Mesmo com a densidade de plantas encontradas no campo sendo diferente das densidades testadas em condições experimentais, os experimentos substitutivos são importantes, pois permitem avaliar a interferência dos dois genótipos em uma única densidade total e determinar os efeitos relativos da interferência dentro e entre as espécies, podendo indicar a espécie mais competitiva (Bastiani et al., 2016).

Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o rendimento agrônômico de quiabo consorciado com feijão-caupi em diferentes arranjos, em condições irrigadas e de sequeiro e identificar a habilidade competitiva de quiabeiro e de feijão-caupi com as espécies de plantas daninhas *Urochloa brizantha*, *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*.

## 1.2. LITERATURA CITADA

- BACHEGA, L. P. S.; CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; CECÍLIO FILHO, A. B. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 63-70, 2013.
- BASTIANI, M. O.; LAMEGO, F. P.; AGOSTINETTO, D.; LANGARO, A. C.; SILVA, D. C. Competitividade relativa de cultivares de soja com capim-arroz. **Bragantia**, v. 75, n. 4, p.435-445, 2016.
- CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Desempenho agrônômico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamento entre linhas e densidade de plantas sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, p. 102- 105, 2006.

CARVALHO, A.; CARVALHO, J.; BALMANT, J.; LUBAMBO, B. **Portal Polo Jequitinhonha**. Disponível em: <<https://www2.ufmg.br/polojequitinhonha/O-Vale/Sobre-o-Vale>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

CORRÊA, M. J. P.; ALVES, G. L.; ROCHA, L. G. F.; SILVA, M. R. M. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijão caupi. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.13, n.2, p.50-56, 2015.

FREITAS, F.C.L.; MEDEIROS, V.F.L.P.; GRANGEIRO, L.C.; SILVA, M.G.O.; NASCIMENTO, P.G.M.L.; NUNES, G. H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p.241- 247, 2009.

KOPPEN, W.; GEIGER, R. HANDBUCH DER KLIMATOLOGIE. **Berlin**: G. Borntraeger, 1939. 6v.

LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T. Resposta do feijão-caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde**, v. 2, p. 79-86, 2007.

OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, A. N.; SILVA, O. P. R.; PINHEIRO, S. M; GOMES NETO, A. D. Rendimento do quiabo adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2629-2636, 2013.

OLIVEIRA, O.M.S.; SILVA, J.F.; GONÇALVES, J.R.P.; KLEHM, C.S. Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.523-530, 2010.

SALGADO, A. S., GERRA, J. G. M., ALMEIDA, D. L., RIBEIRO, R. L. D., ESPINDOLA, J. A. A., SALGADO, J. A. A. Consórcios alface-cenoura e alface-rabanete sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1141-1147, 2006.

PITELLI, R. A. – Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Informe agropecuário**, 11(29): 16-27, 1985.

SANTOS, J. B.; SILVEIRA, T. P.; COELHO, P. S.; COSTA, O. G.; MATTA, P. M.; SILVA, M. B.; DRUMOND NETO, A. P. Interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 255-262, 2010.

SILVA, G. C.; MAGALHÃES, R. C.; SOBREIRA, A. C.; SCHMITZ, R.; SILVA, L. C. Rendimento de grãos secos e componentes de produção de genótipos de feijão-caupi em cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 342-350, 2016.

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; FRANCHINI, J. C.; CASTRO, C. Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola. **Embrapa Soja**, 2012.

USMAN, K.; AHMAD, E.; KHAN, M. U.; AHMAD, A.; IMDAD, A.; IQBAL, J. Integrated weed management in okra. **Pakistan Journal Weed Sciences Research**, v. 11, n. 1, p. 55-60, 2005.

ZUCCHI, M. R.; PERINNAZZO, F. K.; PEIXOTO, N.; MENDANHA, W. R.; ZATARIN, M. A. Associação das culturas de quiabo e feijão-caupi. **Revista Agrotecnologia**, v.3, n.2, p. 12- 23, 2012.

## 2. ARRANJOS DE CONSÓRCIO DE QUIABO COM FEIJÃO-CAUPI CULTIVADOS EM DIFERENTES CONDIÇÕES HÍDRICAS

### 2.1. RESUMO

A consorciação de culturas, dentre outros fatores, oferece maior diversidade de produtos para o agricultor, reduzindo os riscos de insucesso da atividade. Assim, com o objetivo de identificar os melhores arranjos para o consórcio de quiabeiro com feijão-caupi e a viabilidade do consórcio em condições irrigada e de sequeiro, foram conduzidos três experimentos em condições de campo no delineamento de blocos casualizados, sendo o primeiro irrigado e os demais em sequeiro. Em cada um dos experimentos foram avaliados os seguintes arranjos: uma fileira de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo, com estas espaçadas de 1,0 m (1Q:1F); duas fileiras de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,5 m entre si (1Q:2F); duas fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e de 1,5 m entre as duplas (2Q:2F); três fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e de 2,00 m entre as duplas (2Q:3F); quiabo em monocultivo com fileiras espaçadas de 1,0 m (1Q:0F) e feijão em monocultivo com fileiras espaçadas de 0,5 m (0Q:1F). No experimento com o uso de irrigação, a maior produtividade de feijão-caupi ocorreu no monocultivo, seguido pelo arranjo 1Q:2F, sendo este também o mais produtivo entre os tratamentos consorciados. Para a cultura do quiabo maiores produtividades foram verificadas no monocultivo e no arranjo 1Q:1F, não ocorrendo variação na qualidade dos frutos do quiabo em nenhum dos arranjos avaliados. O consórcio entre as culturas foi viável, com Uso Eficiente da Terra (UET) alcançando índices superiores a 1,0 nos arranjos 1Q:1F e 1Q:2F. Devido aos baixos índices pluviométricos, nos experimentos cultivados em condições de sequeiro, o quiabeiro não produziu em nenhum dos arranjos avaliados e a maior produtividade de feijão-caupi ocorreu no monocultivo desta cultura, seguido pelos arranjos 1Q:2F e 2Q:3F. Em face ao exposto conclui-se que, quando não houve deficiência hídrica os melhores arranjos foram uma fileira de quiabo alternada com uma fileira de feijão-caupi e uma fileira de quiabo alternada com duas fileiras de feijão-caupi. Nos experimentos de sequeiro em que não houve produção de quiabo, evidenciou-se a importância dos sistemas consorciados como forma de reduzir o risco de insucesso.

**Palavras-chave:** Cultivo consorciado, *Abelmoschus esculentus* (L. Moench), *Vigna unguiculata* (L. Walp).

## 2.2. ABSTRACT

The consortium of crops, among other factors, offers greater diversity of products to the farmer, reducing the risks of failure of the activity. Thus, with the objective of identifying the best arrangements for the consortium of okra with cowpea and the feasibility of the consortium under irrigated and rainfed conditions, three experiments were conducted under field conditions in a randomized block design, the first one being irrigated and the others in the rain. In each of the experiments the following arrangements were evaluated: a row of cowpea between two rows of okra, with these spacings of 1.0 m (1Q: 1F); two rows of cowpea between two rows of okra spaced 1.5 m apart (1Q: 2F); two rows of cowpea between double rows of okra spaced 0.7 m apart and 1.5 m between double rows (2Q: 2F); three rows of cowpea between double rows of okra spaced 0.7 m apart and 2.00 m between double rows (2Q: 3F); monoculture okra with spaced rows of 1.0 m (1Q: 0F) and monoculture beans with spaced rows of 0.5 m (0Q: 1F). In the experiment with irrigation, the highest productivity of cowpea occurred in the monoculture, followed by the arrangement 1Q: 2F, which is also the most productive among the intercropping treatments. For the okra crop, higher yields were verified in the monoculture and in the 1Q: 1F arrangement, with no variation in the quality of the okra fruits in any of the evaluated arrangements. The intercropping consortium was feasible, with Efficient Use of the Earth (UET) reaching indices greater than 1.0 in the 1Q: 1F and 1Q: 2F arrangements. Due to the low rainfall rates, in the experiments cultivated under rainfed conditions, the okra did not produce in any of the evaluated arrangements and the highest productivity of cowpea occurred in the monoculture of this crop, followed by the arrangements 1Q: 2F and 2Q: 3F. In the face of the above, it is concluded that when there was no water deficiency the best arrangements were a row of okra alternated with a row of cowpea and a row of okra alternated with two rows of cowpea. In the rainfed experiments in which there was no okra production, the importance of the intercropping systems was evidenced as a way to reduce the risk of failure.

**Keywords:** Intercropping, *Abelmoschus esculentus* (L. Moench), *Vigna unguiculata* (L. Walp).

## 2.3. INTRODUÇÃO

O consórcio é um sistema intermediário entre o monocultivo e a vegetação natural, onde convivem mais de uma espécie em uma mesma área por um determinado período de tempo (Rezende et al., 2006). A consorciação de culturas proporciona maiores produtividades por unidade de área (Albuquerque et al., 2012), protege o solo contra a erosão, auxilia no controle das plantas daninhas (Devide et al., 2009; Albuquerque et al., 2012) e reduz a incidência de pragas e doenças

nas culturas consorciadas, proporcionando, com frequência, maiores lucros ao pequeno produtor. Também diversifica as fontes de renda (Alves et al., 2009; Alburquerque et al., 2012), melhora as condições físicas do solo como aumento na macroporosidade e porosidade total (Chioderoli et al., 2012) e oferece maior diversidade de produtos para o agricultor, reduzindo os riscos de insucesso da atividade (Alburquerque et al., 2012).

Uma cultura muito empregada em consórcios é o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), uma das leguminosas mais antigas da agricultura, utilizada como fonte de proteína na alimentação humana e animal (Meena, 2015). Devido à sua adaptabilidade às regiões de clima quente, úmido ou semiárido (Teixeira et al., 2007) está sendo largamente cultivado no mundo. No Brasil, as maiores áreas de cultivo de feijão-caupi concentram-se nas regiões Norte e Nordeste.

Outra espécie também utilizada em sistemas consorciados é o quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L. Moench), hortaliça muito popular em regiões de clima tropical e subtropical devido à rusticidade, tolerância ao calor e baixa exigência em tecnologia para seu cultivo (Oliveira et al., 2013). Essa espécie vem conquistando cada vez mais espaço na produção nacional e mundial, pois os frutos frescos de quiabo oferecem à alimentação humana fibra, proteína e vitamina C (Mota et al., 2005), cálcio, ferro, fósforo e vitaminas A e B (Galati, 2013).

O aproveitamento da radiação solar incidente sobre as plantas, em um sistema consorciado, é dependente de características como altura das plantas e área foliar das espécies envolvidas no consórcio, que vão influenciar na eficiência de interceptação e absorção da radiação. Consequentemente tem-se sombreamento da cultura de maior porte, de modo a influenciar a radiação solar que chega a cultura de menor porte (Flesch, 2002), sendo importante, portanto, definir a melhor configuração de fileiras e a população de plantas adequada, para a maior exploração dos recursos do ambiente, com a menor competição intra e interespecífica possível (Pinto et al., 2012).

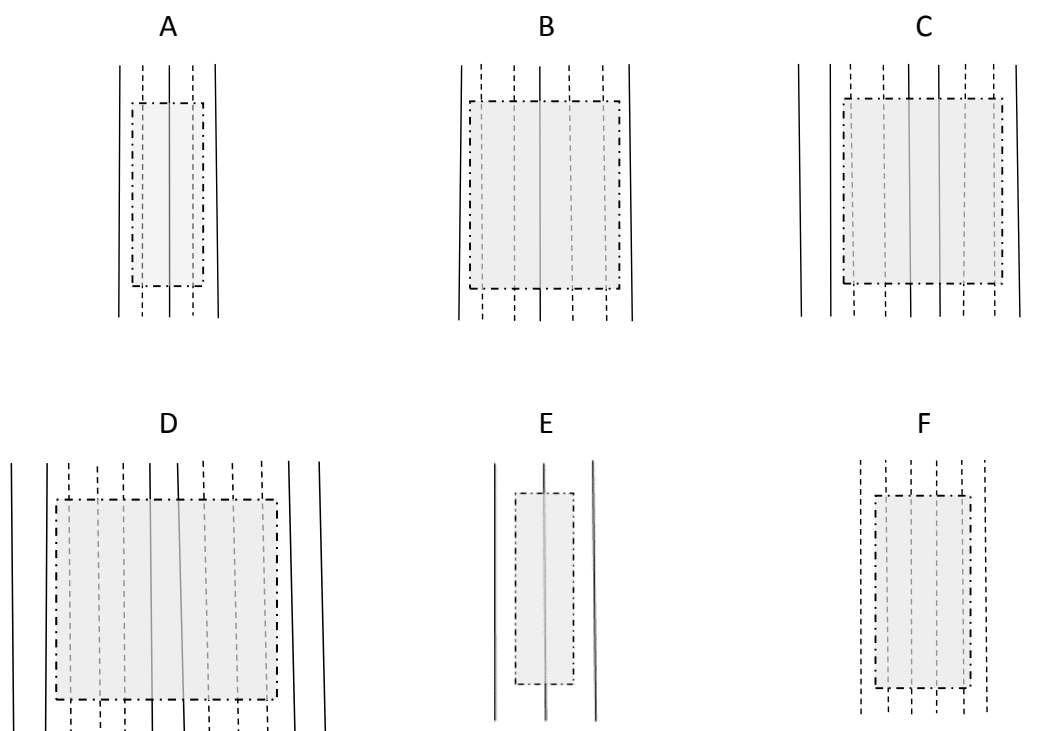
Diante do exposto, objetivou-se avaliar os arranjos para o consórcio entre quiabeiro e feijão-caupi e a viabilidade do consórcio em condições irrigadas e de sequeiro.

## **2.4. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram conduzidos três experimentos em condições de campo, o primeiro foi conduzido no município de Itaobim-MG, implantado no dia 12 de dezembro de 2015 e mantido sob irrigação por aspersão durante todo o período de condução, com turno de rega diário. Os segundo e terceiro experimentos foram implantados sem irrigação (regime de sequeiro) no município de Almenara nos dias 15 e 16 de janeiro, sendo um no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) e outro na comunidade quilombola Marobá.

Em cada experimento foram avaliados seis tratamentos distribuídos da seguinte forma: uma fileira de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,0 m entre si (1Q:1F); duas fileiras de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,5 m entre si (1Q:2F); duas fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e de 1,5 m entre as duplas (2Q:2F); três fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e de 2,0 m entre as duplas (2Q:3F); quiabo em monocultivo com fileiras espaçadas de 1,0 m (1Q:0F) e feijão em monocultivo, com espaçamento entre fileiras de 0,5 m (0Q:1F), conforme ilustração na Figura 1.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com 4 repetições. O comprimento das fileiras foi de 4,0 m e a largura das parcelas foi de 3,0; 3,0; 5,1; 6,1; 3,0; e 3,0 metros para os tratamentos 1Q:1F, 1Q:2F, 2Q:2F, 2Q:3F, monocultura de feijão-caupi e monocultura de quiabo, respectivamente. Foram consideradas como bordaduras as fileiras laterais das parcelas e 0,5 m em cada extremidade das fileiras centrais (Figura 1).



**Figura 1** - Ilustração dos tratamentos quiabeiros consorciados com feijão-caupi: uma fileira de quiabo alternada com uma fileira de feijão (A); uma fileira de quiabo alternada com duas fileiras de feijão (B); uma fileira dupla de quiabo alternada com duas fileiras de feijão (C); uma fileira dupla de quiabo alternada com três fileiras de feijão (D); quiabo cultivado em monocultivo (E) e feijão cultivado em monocultivo (F). — Representa as fileiras de quiabo e \_ \_ \_ representa as fileiras de feijão. Os quadros destacados representam a área útil do experimento.

Por ocasião do plantio, foram aplicados 200,0 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado (N-P-K) 4-30-10 para a cultura do feijão-caupi e 400,0 kg ha<sup>-1</sup> para o quiabeiro no experimento irrigado. A adubação de cobertura com N e K ocorreu aos 20 e 40 dias após o plantio para as duas culturas

utilizando respectivamente ureia e cloreto de potássio, segundo Ribeiro et al. (1999), com base nos resultados da análise de solo (Tabela 1).

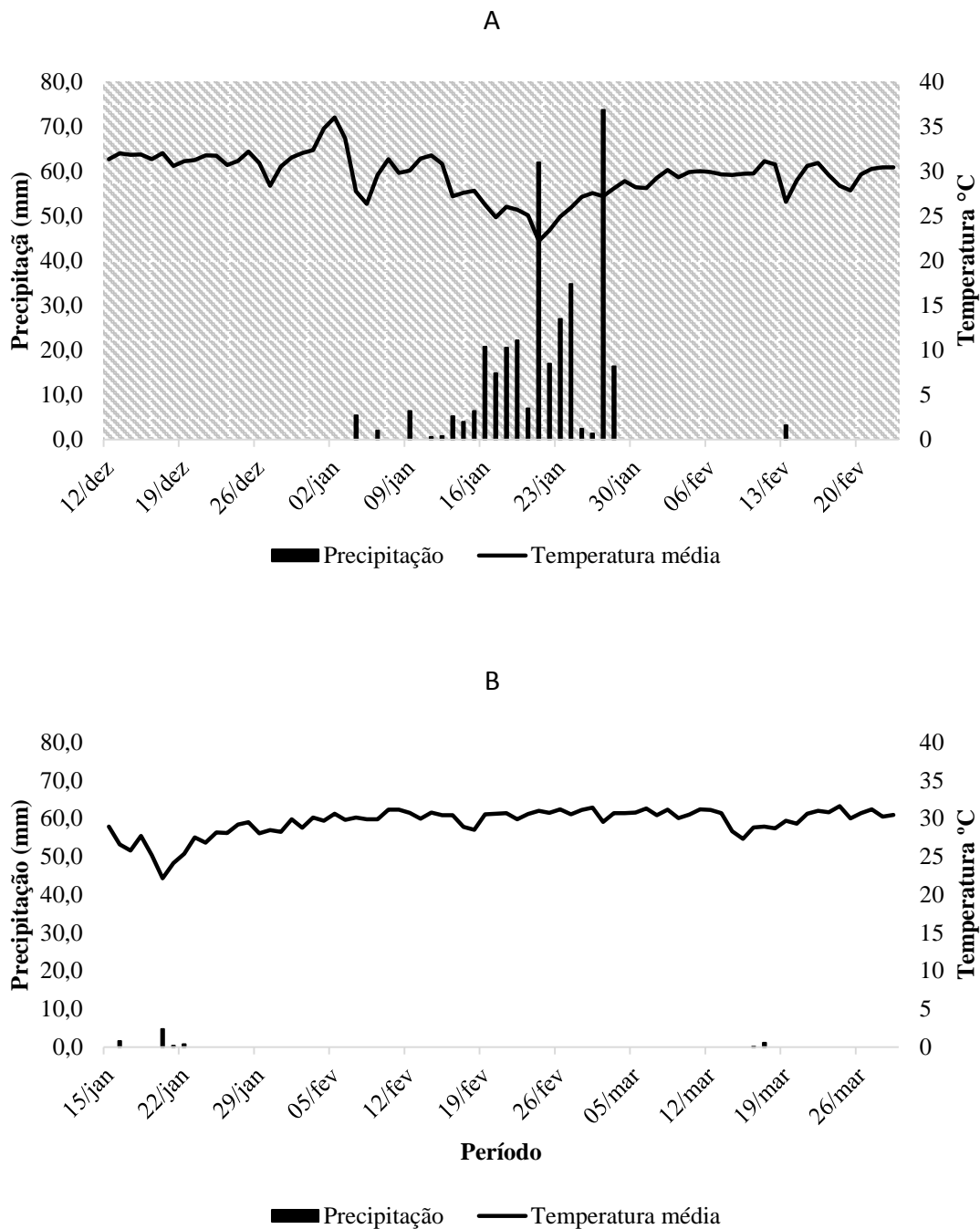
**Tabela 1** – Análise química e granulométrica dos solos dos três experimentos.

| <b>Experimento Irrigado- Município de Itaobim</b>  |                     |                |   |                  |                  |                        |     |      |     |              |      |                      |
|--|---------------------|----------------|---|------------------|------------------|------------------------|-----|------|-----|--------------|------|----------------------|
| pH   | P                   | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup>                              | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | H+Al                   | SB  | t    | T   | V            | m    | MO                   |
| H <sub>2</sub> O   | mg dm <sup>-3</sup> |                | -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |                  |                  |                        |     |      |     | ---%---      |      | dag kg <sup>-1</sup> |
| 5,5  | 25,6                | 99             | 3,5   | 1,4              | 1,0              | 2,0                    | 5,2 | 7,2  | 6,2 | 72,0         | 16,2 | 2,32                 |
| Argila   |                     | Silte          |   | Areia            |                  | Classificação Textural |     |      |     | Tipo de Solo |      |                      |
| -----%-----  |                     |                |   |                  |                  |                        |     |      |     |              |      |                      |
| 59,00  |                     | 8,00           |   | 33,00            |                  | Argila                 |     |      |     | Argiloso     |      |                      |
| <b>Experimento de sequeiro- Almenara/ Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG)</b> |                     |                |   |                  |                  |                        |     |      |     |              |      |                      |
| pH   | P                   | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup>                              | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | H+Al                   | SB  | t    | T   | V            | m    | MO                   |
| H <sub>2</sub> O   | mg dm <sup>-3</sup> |                | -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |                  |                  |                        |     |      |     | ---%---      |      | dag kg <sup>-1</sup> |
| 5,0  | 0,3                 | 51             | 3,0   | 1,3              | 1,2              | 2,9                    | 4,4 | 7,3  | 6,0 | 60,7         | 20,7 | 2,29                 |
| Argila   |                     | Silte          |   | Areia            |                  | Classificação Textural |     |      |     | Tipo de Solo |      |                      |
| -----%-----  |                     |                |   |                  |                  |                        |     |      |     |              |      |                      |
| 59   |                     | 10             |   | 31               |                  | Argila                 |     |      |     | Argiloso     |      |                      |
| <b>Experimento de sequeiro- Almenara/Comunidade Marobá</b>                                   |                     |                |   |                  |                  |                        |     |      |     |              |      |                      |
| pH   | P                   | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup>                              | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | H+Al                   | SB  | t    | T   | V            | M    | MO                   |
| H <sub>2</sub> O   | mg dm <sup>-3</sup> |                | -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |                  |                  |                        |     |      |     | ---%---      |      | dag kg <sup>-1</sup> |
| 5,8  | 8,0                 | 64             | 7,0   | 1,3              | 1,1              | 2,3                    | 8,5 | 10,8 | 9,6 | 78,3         | 11,7 | 2,52                 |
| Argila   |                     | Silte          |   | Areia            |                  | Classificação Textural |     |      |     | Tipo de Solo |      |                      |
| -----%-----  |                     |                |   |                  |                  |                        |     |      |     |              |      |                      |
| 55   |                     | 13             |   | 32               |                  | Argila                 |     |      |     | Argiloso     |      |                      |

pH em água; P e K<sup>+</sup> – Extrator Mehlich 1; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> – Extrator: KCl – 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; SB – Soma de bases trocáveis; t – Capacidade de troca catiônica efetiva; T – Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V – índice de saturação de bases; m – índice de saturação de alumínio.

Na semeadura foram utilizadas 03 sementes de feijão-caupi, da cultivar BRS Tumucumaque, nos sulcos a cada 0,1 m e 03 sementes de quiabo, cultivar Santa Cruz 47, em covas espaçadas de 0,5 m nas fileiras. Aos 15 DAE (dias após a emergência) realizou-se o desbaste, deixando apenas uma planta de feijão a cada 0,1 m e uma planta de quiabo a cada 0,5 m.

Os dados de precipitação pluvial acumulada e temperatura média semanal dos Municípios de Itaobim e Almenara, para o período experimental, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) estão apresentados nas Figuras 2A e 2B, respectivamente.



**Figura 2** - Temperatura média semanal (°C) e Precipitação acumulada (mm) do município de Itaobim-MG (A) e do município de Almenara (B), durante o período de condução do estudo. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2015.

As plantas de feijão-caupi da área útil da parcela foram avaliadas quanto ao número de dias após a semeadura (DAS) para a colheita; altura das plantas por ocasião da colheita; número de vagens por planta; massa de cem grãos, produção de grãos por planta e produtividade de grãos em

kg ha<sup>-1</sup>, sendo as três últimas variáveis avaliadas por meio da pesagem dos grãos, com correção da umidade para 13%.

As plantas de quiabeiro foram avaliadas quanto ao DAS para a emergência em campo, DAS para a primeira colheita, altura de plantas e diâmetro do caule das plantas no dia da primeira colheita, produção total por plantas (g/planta) e produtividade total (kg de frutos ha<sup>-1</sup>), ressaltando que a colheita do quiabeiro foi realizada a cada três dias durante dois meses. Amostras homogêneas com 10 frutos foram coletados em todas as colheitas dando origem a uma amostragem única. Esse material foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e levados à estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante. Após a secagem, as amostras foram usadas para determinação do teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação sólidos solúveis totais/acidez dos frutos.

O teor de sólidos solúveis totais foi obtido (SST) por meio da coleta de 20 frutos homogeneizados em liquidificador doméstico. Uma porção foi envolta em algodão e comprimida manualmente, para extrair o suco. O teor de SST do suco foi determinado com o auxílio de um refratômetro digital portátil Atago modelo N1, com leitura na faixa de 0 a 32 °Brix. Para cada repetição, foram feitas três leituras, sendo a média destas utilizada para a análise dos dados. Para avaliar a acidez total titulável (ATT) a polpa de 20 frutos foi homogeneizada em liquidificador doméstico. Alíquotas de 5,0 g cada, foram tomadas e trituradas em almofariz de porcelana. Posteriormente, foram transferidas para béqueres, completando-se o volume para 150,0 mL, com água destilada. Em seguida, procederam-se às titulações, sob agitação constante, com solução de NaOH 0,05 N, previamente padronizada com biftalato de potássio até pH 8,2. Os resultados foram expressos em g de ácido málico por 100,0 g de polpa. A relação sólidos solúveis totais/acidez foi obtida pela relação entre as duas variáveis (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Para o cálculo do índice de Uso Eficiente da Terra (UET) em função dos sistemas de cultivo, adaptou-se a fórmula proposta por Willey (1979):

$$UET = (Y_{qf}/Y_{qq}) + (Y_{fq}/Y_{ff})$$

Onde,  $Y_{qf}$  representa a produção de quiabo em consórcio com a cultura do feijão;  $Y_{qq}$  a produção de quiabo em monocultivo;  $Y_{fq}$  a produção de feijão em consórcio com o quiabo e  $Y_{ff}$  a produção de feijão em monocultivo. Para os cálculos dos índices foram utilizadas as produções em kg ha<sup>-1</sup> para cada um dos arranjos.

Os dados foram submetidos à análise da variância para cada um dos três experimentos isoladamente, sendo os dois cultivos em sequeiro também analisados de forma conjunta. Quando significativas pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento conduzido em condições irrigadas

Sob condições irrigadas, não houve diferença entre os sistemas consorciados e o monocultivo para as variáveis número de dias para a colheita, altura de plantas e diâmetro do caule das plantas de feijão-caupi (Tabela 2).

**Tabela 2** – Número de dias para a colheita (Dias para a colheita), altura de plantas e diâmetro de caule de plantas de feijão-caupi consorciado com quiabo em diferentes arranjos, sob condições irrigadas.

| Arranjo | Dias para a colheita <sup>ns</sup> | Altura de plantas <sup>ns</sup><br>(cm) | Diâmetro de caule <sup>ns</sup><br>(mm) |
|---------|------------------------------------|---|---|
| 1Q:1F   | 56,00                              | 45,25                                   | 7,25                                    |
| 1Q2F    | 56,00                              | 44,82                                   | 7,25                                    |
| 2Q:2F   | 56,00                              | 45,42                                   | 7,42                                    |
| 2Q:3F   | 56,00                              | 44,45                                   | 7,07                                    |
| 0Q:1F   | 56,00                              | 45,50                                   | 7,37                                    |
| CV (%)  | -                                  | 7,76                                    | 4,29                                    |

1Q:1F- uma fileira de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,0 m; 1Q2F- duas fileiras de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,5 m entre si; 2Q:2F- duas fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e de 1,5 m entre as duplas; 2Q:3F- três fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e 0Q:1F- monocultivo de feijão no espaçamento de 0,5 metros. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F.

As variáveis massa de cem grãos e produção por planta de feijão-caupi não diferiram, entretanto, maior número de vagens por planta foi obtido quando o feijão-caupi foi cultivado em monocultivo, não havendo diferença entre os arranjos no cultivo consorciado. A maior produtividade foi identificada no monocultivo, porém dentre os consórcios, o arranjo 1Q:2F foi o mais produtivo (Tabela 3), demonstrando que a planta de feijão-caupi quando em consórcio, ou seja, com a interferência do quiabeiro, reduz o número de vagens, mantendo a massa dos grãos. Bezerra et al. (2007) no entanto, não constataram diferença nas variáveis número de vagens por planta, número de sementes por vagem, comprimento da vagem e peso de 100 sementes de feijão-caupi consorciado com sorgo em diferentes arranjos de plantio.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os de Freitas et al. (2009) e Silva et al. (2013), que verificaram que em competição com plantas daninhas, houve redução no número de vagens por planta e na produtividade, enquanto que a massa de cem grãos permaneceu estável, demonstrando que esta característica é inerente ao cultivar, não sendo influenciada pelas condições de manejo. Ainda segundo Freitas et al. (2009), a queda de rendimento na cultura do feijão-caupi está relacionada à outras variáveis, como número vagens por planta e número de grãos por vagem.

Como a cultura foi irrigada, pressupõe-se que não houve competição por água, e neste caso atribui-se a redução no número de vagens por planta nos arranjos consorciados em relação ao

monocultivo à limitação de outros recursos, como nutrientes e, principalmente luz, haja vista que a altura média das plantas de quiabo entre os tratamentos consorciados foi de 103,95 cm, que associada à disposição e ao tamanho das folhas resulta em elevado potencial de interceptação da luminosidade fotossinteticamente ativa quando comparado ao monocultivo.

**Tabela 3** – Massa de cem grãos, número de vagens por planta, produtividade por planta e produtividade por hectare de feijão-caupi consorciado com quiabo em diferentes arranjos, sob condições irrigadas.

| Arranjo | Massa de cem grãos <sup>ns</sup> (g) | Vagens por Planta <sup>*</sup> | Produção por planta <sup>ns</sup> (g) | Produtividade <sup>*</sup> (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|---------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---|
| 1Q:1F   | 32,25                                | 4,80b                          | 7,25                                  | 522,00c   |
| 1Q2F    | 32,75                                | 4,90b                          | 8,00                                  | 767,90b   |
| 2Q:2F   | 32,50                                | 4,60b                          | 7,38                                  | 531,00c   |
| 2Q:3F   | 32,75                                | 5,10b                          | 8,00                                  | 639,90c   |
| 0Q:1F   | 32,00                                | 7,30a                          | 10,75                                 | 1.548,00a   |
| CV (%)  | 6,00                                 | 14,29                          | 22,19                                 | 17,18   |

1Q:1F- uma fileira de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,0 m; 1Q2F- duas fileiras de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,5 m entre si; 2Q:2F- duas fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e de 1,5 m entre as duplas; 2Q:3F- três fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e 0Q:1F- monocultivo de feijão no espaçamento de 0,5 metros. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Com relação ao quiabeiro, sob condições irrigadas, as variáveis número de dias para a colheita, altura de plantas e diâmetro do caule não diferiram. O número de folhas e a produção por planta foi maior nos arranjos 1Q:1F, 1Q:2F e 1Q:0F (Tabela 4), evidenciando o efeito das fileiras duplas (2Q:2F e 2Q:3F) na redução do potencial produtivo do quiabeiro.

Nas fileiras duplas, onde o espaçamento entre as fileiras simples era de apenas 0,7 m, essas variáveis apresentaram menores valores do que nos demais arranjos. Espaçamentos menores entre plantas de quiabeiros proporcionam menores números de hastes produtivas, massa e número de frutos por planta (Gaion et al., 2013). Essa redução no potencial produtivo da planta mais adensada pode ser atribuído a competição intraespecífica, onde as plantas competem pelos recursos de crescimento que se encontram limitados no ambiente. Segundo Oliveira et al. (2015), a intensidade da competição intraespecífica se eleva com a redução do espaçamento entre as plantas. O mesmo autor ressalta ainda o efeito do sombreamento mútuo que reduz a interceptação luminosa para as plantas, reduzindo os processos de fotossíntese. Além disso, o período de convivência do quiabo com o feijão-caupi foi menor do que a convivência entre as plantas de quiabeiro, haja vista que a colheita do feijoeiro que ocorreu aos 56 dias após o plantio (Tabela 2), antes do início da colheita do quiabeiro, ocorrida aos 74 DAS (Tabela 4).

No arranjo 1Q:2F, apesar de sua produção por planta ser similar aos tratamentos em monocultivo e 1Q:1F, houve menor produtividade em relação aos mesmos (Tabela 4), devido à redução de plantas em consequência do maior espaçamento entre fileiras, que passou de 1,0 m para 1,5 m, resultando em menor população por unidade de área. A menor produtividade de quiabeiros ocorreu no arranjo 2Q:3F, que aliou o menor potencial produtivo por planta à menor densidade de plantas de quiabo.

**Tabela 4** – Número de dias para a colheita (Dias para a colheita), altura de plantas, diâmetro do caule, produtividade, número de folhas por planta e produtividade por planta de quiabeiro consorciado em diferentes arranjos com feijão-caupi, sob condições irrigadas.

| Arranjo | Dias para a colheita <sup>ns</sup> | Altura <sup>ns</sup> (cm) | Diâmetro do caule <sup>ns</sup> (mm) | Número de folhas por planta | Produção por planta* (g) | Produtividade* (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|---------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| 1Q:1F   | 74,00                              | 104,50                    | 7,40                                 | 40,19a                      | 683,4a                   | 13.667,5a                             |
| 1Q2F    | 74,00                              | 104,25                    | 7,50                                 | 43,11a                      | 732,9a                   | 9.771,4b                              |
| 2Q:2F   | 74,00                              | 103,50                    | 7,37                                 | 25,49b                      | 433,4b                   | 7.879,6bc                             |
| 2Q:3F   | 74,00                              | 103,25                    | 7,60                                 | 26,93b                      | 457,9b                   | 6.782,9c                              |
| 1Q:0F   | 74,00                              | 104,25                    | 7,25                                 | 45,96a                      | 781,4a                   | 15.627,5a                             |
| CV (%)  | -                                  | 3,38                      | 6,22                                 | 8,5                         | 8,51                     | 9,59                                  |

1Q:1F- uma fileira de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,0 m; 1Q2F- duas fileiras de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,5 m entre si; 2Q:2F- duas fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e de 1,5 m entre as duplas; 2Q:3F- três fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e 1Q:0F- monocultivo de quiabo no espaçamento de 1,0 metro. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Os diferentes arranjos não influenciaram na qualidade dos frutos de quiabo, uma vez que não houve diferença entre os teores de Sólidos Solúveis Totais (SST), Acidez Total Titulável (ATT) e Relação Sólidos Solúveis Totais/Acidez Total Titulável (SST/ATT) (Tabela 5). Segundo Paulus et al. (2015), o adensamento de plantas reduz o teor de açúcares em pimenta. Já Alves et al. (2010), trabalhando com diferentes densidades populacionais em três cultivares de cenoura não encontraram diferenças significativas para estas variáveis. Entretanto, no presente trabalho, como a colheita do feijão-caupi ocorreu aos 56 após plantio (Tabela 2) e a primeira colheita do quiabo foi realizada aos 74 dias após a implantação do experimento (Tabela 4), o feijão-caupi pode não ter influenciado na qualidade dos frutos de quiabo devido ao curto período de convivência das duas culturas, sendo esta uma característica interessante para o consórcio, pois evita também que as plantas de feijão-caupi dificultem as operações de colheita do quiabo que é realizada várias vezes em intervalos de dois a três dias. Bacheга et al. (2015) trabalhando com os períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo, identificaram que o período anterior à interferência de plantas com quiabeiros foi de 57 dias após a emergência da cultura, justificando o fato do feijão-

caupi não ter influenciado no rendimento do quiabeiro em termos de produção por planta e produtividade.

**Tabela 5** – Sólidos Solúveis Totais (SST), Acidez Total Titulável (ATT) e Relação Sólidos Solúveis Totais/Acidez Total Titulável (SST/ATT), de frutos de quiabeiro consorciado em diferentes arranjos com feijão-caupi e uso eficiente da terra (UET) pelo consórcio de feijão-caupi com quiabeiro sob condições irrigadas.

| Arranjo | SST <sup>ns</sup> (°Brix) | ATT <sup>ns</sup><br>(eq.mg.ác.cítrico<br>100mL) | SST/ATT <sup>ns</sup> | UET  |
|---------|---------------------------|--|-----------------------|------|
| 1Q:1F   | 0,45                      | 0,60   | 0,74                  | 1,22 |
| 1Q2F    | 0,46                      | 0,62   | 0,75                  | 1,15 |
| 2Q:2F   | 0,51                      | 0,64   | 0,79                  | 0,85 |
| 2Q:3F   | 0,50                      | 0,64   | 0,79                  | 0,88 |
| 1Q:0F   | 0,51                      | 0,67   | 0,77                  | -    |
| CV (%)  | 10,17                     | 9,95   | 3,71                  | -    |

1Q:1F- uma fileira de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,0 m; 1Q2F- duas fileiras de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,50 m entre si; 2Q:2F- duas fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,70 m entre si e de 1,50 m entre as duplas; 2Q:3F- três fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,70 m entre si e 1Q:0F- monocultivo de quiabo no espaçamento de 1,0 metro. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F.

O Uso Eficiente da Terra (UET), que representa a área relativa cultivada em monocultivo requerida para proporcionar os rendimentos alcançados no consórcio, foi superior a 1,0 nos arranjos 1Q:1F e 1Q:2F, demonstrando ser estes os dois arranjos mais adequados. Segundo Willey (1979), valores de UET menores que 1,0 indicam que o consórcio apresentou desvantagens quando comparado com o monocultivo, ou seja, foi necessária área maior em consórcio do que em monocultivo para produzir a mesma quantidade. Quando o UET é igual a 1,0, indica a ausência de ação do consórcio na produtividade em relação ao monocultivo. Já o UET maior que 1,0, indica uma vantagem do consórcio em relação ao monocultivo.

Além dos ganhos demonstrados pelo uso eficiente da terra, o consórcio de quiabo com feijão-caupi teve ainda como vantagem o fato de uma cultura não atrapalhar a prática da colheita da outra. Isto ocorreu porque a colheita do feijão-caupi foi realizada 56 dias após o plantio da cultura e nesse momento as plantas de quiabo ainda não haviam atingido o seu crescimento máximo, com a colheita ocorrendo a partir dos 74 dias após o plantio, quando as plantas de feijão já haviam sido retiradas da área.

### Experimentos conduzidos em condições de sequeiro

Nos ensaios conduzidos em regime de sequeiro, ocorreram chuvas somente até por volta dos 15 dias após o plantio das culturas (Figura 1B), inviabilizando a produção do quiabo que possui ciclo bem maior que o feijão-caupi. Este, além do ciclo bem mais curto, possibilitando escape ao

período de déficit hídrico, é mais adaptado às de baixa disponibilidade hídrica, não ocorrendo diferença entre os dois locais onde os experimentos foram conduzidos para nenhuma das variáveis. Dutra et al. (2015), estudando os parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica, identificaram que as maiores taxas fisiológicas de feijoeiros foram encontradas com lâminas de 40% da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ). Segundo Freitas et al. (2017), a cultura é considerada uma espécie conservadora, que prioriza a manutenção do status hídrico em detrimento à produtividade e tem o fechamento estomático como principal estratégia de tolerância à seca.

Não houve diferença para as variáveis número de dias após o plantio para a colheita, altura de plantas e diâmetro do caule (Tabela 6) e massa de cem grãos (Tabela 7) entre os arranjos consorciados com quiabeiro e o feijão-caupi em monocultivo, assim como observado no experimento irrigado.

**Tabela 6** – Número de dias após o plantio para a colheita (Dias para a colheita), altura de plantas e diâmetro do caule de feijoeiro consorciado em diferentes arranjos com quiabo, sob condições de sequeiro, Almenara-MG.

| Arranjo | Dias para a colheita <sup>ns</sup> | Altura de plantas* (cm) | Diâmetro <sup>ns</sup> (mm) |
|---------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1Q:1F   | 56,00                              | 37,25                   | 7,02                        |
| 1Q2F    | 56,00                              | 39,00                   | 6,56                        |
| 2Q:2F   | 56,00                              | 38,00                   | 6,54                        |
| 2Q:3F   | 56,00                              | 38,17                   | 6,51                        |
| 0Q:1F   | 56,00                              | 39,48                   | 6,46                        |
| CV (%)  | -                                  | 6,00                    | 10,00                       |

1Q:1F- uma fileira de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,0 m; 1Q2F- duas fileiras de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,5 m entre si; 2Q:2F- duas fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e de 1,5 m entre as duplas; 2Q:3F- três fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e 0Q:1F- monocultivo de feijão no espaçamento de 0,5 metros. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F.

O número de vagens por planta e a produção de grãos por planta foi maior no arranjo 1Q:1F (Tabela 7), fato que é atribuído ao não desenvolvimento adequado do quiabeiro, resultando em maior espaçamento lateral para o crescimento das plantas de feijão-caupi, resultando em menor competição intra-específica, de modo a favorecer as plantas cultivadas neste arranjo, que tiveram suas fileiras espaçadas de um metro. Por outro lado, maiores produtividades por hectare do feijão foram obtidas quando cultivado em monocultura, devido a maior população de plantas por unidade de área, mesmo com menor produção por planta. Entre os cultivos consorciados, maiores produtividades foram obtidas os arranjos 1Q:2F e 2Q:3F com 573,88 e 525,88 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, que também foram favorecidos pela maior população de plantas por unidade de área em relação ao 1Q:1F e 2Q:2F.

**Tabela 7** – Massa de Cem Grãos, Número de Vargens por Planta (Vargens por Planta), Produtividade por planta e produtividade por hectare de feijoeiro consorciado em diferentes arranjos com quiabo, sob condições de sequeiro no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) e na comunidade Marobá.

| Arranjo | Massa de cem grãos <sup>ns</sup> (g) | Vargens por Planta* | Produção por planta* (g) | Produtividade* (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|---------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| 1Q:1F   | 29,25                                | 6,17a               | 5,96a                    | 502,13c                               |
| 1Q2F    | 29,25                                | 5,45b               | 4,69b                    | 573,88b                               |
| 2Q:2F   | 30,38                                | 5,25b               | 5,00b                    | 493,00c                               |
| 2Q:3F   | 30,13                                | 5,09b               | 4,91b                    | 525,88bc                              |
| 0Q:1F   | 30,13                                | 4,98b               | 4,86b                    | 893,38a                               |
| CV (%)  | 6,00                                 | 7,00                | 7,00                     | 7,00                                  |

1Q:1F- uma fileira de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,0 m; 1Q2F- duas fileiras de feijão-caupi entre duas fileiras de quiabo espaçadas de 1,5 m entre si; 2Q:2F- duas fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e de 1,5 m entre as duplas; 2Q:3F- três fileiras de feijão-caupi entre fileiras duplas de quiabo espaçadas de 0,7 m entre si e 0Q:1F- monocultivo de feijão no espaçamento de 0,5 metros. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Como não houve produção de quiabo, não foi possível calcular o Uso Eficiente da Terra nos experimentos em regime de sequeiro. Entretanto, o consórcio se torna muito importante, principalmente para os pequenos produtores, que muitas vezes não têm condições adequadas de cultivo e estão mais susceptíveis às variações climáticas. Esta técnica traz maior segurança e em caso de condições ambientais desfavoráveis à uma cultura, a produção da outra pode suprir a necessidade produtiva, como ocorreram nos experimentos de sequeiro, onde as condições ambientais não permitiram o desenvolvimento do quiabo, enquanto que para o feijão-caupi a queda na produtividade em monocultivo e consórcio foi aceitável, considerando as condições desfavoráveis e o baixo investimento. Alguns trabalhos como Alves et al. (2009) e Albuquerque et al. (2012) destacam a importância do consórcio na redução dos riscos de insucesso da produção, por diversificar as fontes de renda.

Assim, verifica-se que quando em cultivo irrigado, sendo o quiabo considerado a cultura principal, o sistema mais viável é 1Q:1F. Entretanto em condições de sequeiro, com maior risco para o quiabo, o sistema 1Q:2F mostra-se mais adequado por favorecer o rendimento do feijão-caupi.

Em face ao exposto conclui-se que, quando não houve deficiência hídrica (experimento com irrigação) o consórcio foi viável, com UET maior do que 1,0, nos arranjos com uma fileira de quiabo alternada com uma fileira de feijão-caupi e nos arranjos com uma fileira de quiabo alternada com duas fileiras de feijão-caupi. Nos experimentos de sequeiro houve apenas produção de feijão-caupi, demonstrando a importância dos sistemas consorciados como forma de reduzir o risco de insucesso.

## 2.6. LITERATURA CITADA

- ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; ALVES, J. M. A.; SILVA, A. A.; UCHÔA, S. C. P. 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.
- ALVES, J. M. A.; Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 03, n. 01, p. 15-30, 2009.
- ALVES, S. S. V.; NEGREIROS, M. Z.; AROUCHA, E. M. M.; LOPES, W. A. R.; TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; NUNES, G. H. S. Qualidade de cenouras em diferentes densidades populacionais. **Revista Ceres**, v. 57, n.2, p. 218-223, 2010.
- BACHEGA, L.P.S.; CARVALHO, L.B.; BIANCO, S.; CECÍLIO FILHO, A.B. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 63-70, 2013.
- BEZERRA, A. P.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F.; NETO, F. C. V. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.104-108, 2007.
- CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n.1, p.37-43, 2012.
- DEVIDE, A. C. P.; RIBEIRO, R. L. D.; VALLE, T. L.; ALMEIDA, D. L.; CASTRO, C. M.; FELTRAN, J. C. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia**, v. 68, n. 01, p. 145-153, 2009.
- DUTRA, A. F.; MELO, A. S.; FILGUEIRAS, L. M. B.; SILVA, A. R. F.; OLIVEIRA, I. M.; BRITO, M. E. B. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.2, p.189-197, 2015.
- FLESCH, R. D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 51-56, 2002.
- FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, V. F. L. P.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, M. G. O.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; NUNES, G.H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 241-247, 2009.
- FREITAS, R. M. O.; DOMBROSKI, J. L. D., FREITAS, F. C. L., NGUEIRA, W. N., PINTO, J. R. S. Physiological responses of cowpea under water stress and rewatering in no-tillage and conventional tillage systems. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 559-567, 2017.

FREITAS, R. M. O.; DOMBROSKI, J. L. D.; FREITAS, F. C. L.; NOGUEIRA, N. W.; SOUZA, J. R. Respostas fisiológicas de feijão-caupi sob estresse hídrico e reidratação em plantio direto e convencional. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 559 – 567, 2017.

GAION, L. A.; ITO, L. A.; GALATTI, F. S.; BRAZ, L. T. Densidade de plantio na cultura do quiabo. **Nucleus**, v.10, n 2, p.199-206, 2013.

GALATI, V. C.; CECÍLIO FILHO; A. B.; GALATI, V. C.; ALVES, A. U. Crescimento e acúmulo de nutrientes da cultura do quiabeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 191-200, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. p. 83-160 e 739-758. (1a. Ed. Digital).

MEENA, H. K.; KRISHNA, K. R. A. M.; SINGH, B. H. U. R. I. Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance in Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **The Journal of Plant Science Research**, v 31, n. 1, p. 13-16,2015.

MOTA, W. F; FINGER, F. L.; SILVA, D. J. H; CORRÊA.; P. C; FIRME, L. P.; NEVES, L. L. M. Caracterização físico-química de frutos de quatro cultivares de quiabo. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, 2005.

OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, A. N.; SILVA, O. P. R.; PINHEIRO, S. M; NETO, A. D. G. Rendimento do quiabo adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2629-2636, 2013.

OLIVEIRA, S. R. M.; ANDRADE JÚNIOR.; A. S.; RIBEIRO, V. Q.; BRITO, R. R.; CARVALHO, M. W. Interação de níveis de água e densidade de plantas no crescimento e produtividade do feijão-caupi, em teresina, PI. **Irriga**, v. 20, n. 3, p. 502-513, 2015.

PAULUS, D.; VALMORBIDA R.; SANTIN, A.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E. Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 91-100, 2015.

PINTO; C. M.; PINTO; O. R. O.; PITOMBEIRA, J. P. Mamona e girassol no sistema de consorciação em arranjo de fileiras: habilidade competitiva. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.2. p.103-113, 2012.

REZENDE, B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; FELTRIM, A. L.; COSTA, C. C; BARBOSA, J. C. Viabilidade da consorciação de pimentão com repolho, rúcula, alface e rabanete. **Horticultura Brasileira**. v. 24, n. 1, p. 36-41, 2006.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**, Viçosa, MG, 1999. 359p.

SILVA, K.S., FREITAS, F.C.L., SILVEIRA L.M., LINHARES, C.S., CARVALHO, D.R.2 e LIMA, M.F.P. Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 197-205, 2014.

TEIXEIRA, N. J. P.; MACHADO, C. F.; FILHO, F. R. F.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L. F. Produção, componentes de produção e suas inter-relações em genótipos de feijão-caupi (*Vigna Unguiculata* (L.) walp.) de porte ereto. **Revista Ceres**, v. 54, n. 314, p. 374-382, 2007.

WILLEY RW. 1979. **Intercropping: its importance and research needs**. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crops Abstract*; 32: 1-10.

### 3. HABILIDADE COMPETITIVA DE QUIABO COM PLANTAS DANINHAS

#### 3.1. RESUMO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) é uma planta muito popular em regiões de clima tropical e subtropical devido à rusticidade, sobretudo pela tolerância ao calor e pela possibilidade de cultivo com baixos níveis tecnológicos. Dentre os fatores que prejudicam o desenvolvimento do quiabeiro destaca-se a interferência exercida pelas plantas daninhas. Assim, objetivou-se com o presente trabalho identificar a habilidade competitiva de quiabeiro com as espécies infestantes *Urochloa brizantha*, *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*. Portanto, foram realizados três experimentos referentes à competição de quiabeiro com cada uma das espécies de plantas daninhas. Os ensaios foram realizados em série substitutiva e constituíram-se de cinco proporções (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100%) entre as plantas de quiabo e *U. brizantha*, quiabo e *B. pilosa* e quiabo e *C. benghalensis* conduzidos no delineamento inteiramente casualizado. A análise da competitividade foi realizada por meio de diagramas aplicados aos experimentos substitutivos e interpretações dos índices de competitividade. As relações competitivas entre plantas de quiabo e as espécies competidoras alteram-se em função das proporções de plantas que compõem a associação. A competição entre quiabeiro e *U. brizantha* interfere negativamente no crescimento das duas espécies. Em competição com *B. pilosa* e *C. benghalensis*, o quiabeiro possui vantagem competitiva.

**Palavras-chave:** Lei de Produção Final Constante, série substitutiva, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench).

#### 3.2. ABSTRACT

The okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) is a very popular plant in the regions of tropical and subtropical climate due to the rusticity, mainly by the tolerance to the heat and the possibility of cultivation with low technological levels. Among the factors that hinder the development of the okra, it is worth noting the interference exerted by the weeds. Thus, the objective of this work was to identify the competitive ability of okra with as weed species *Urochloa brizantha*, *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis*. However, three experiments were carried out concerning the competition of okra with each of the weed species. The experiments were carried out in a series of substitution series and constituted five proportions (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100%) among okra and *U. brizantha*, okra and *B. Pilosa* and okra and *C. benghalensis* conducted in a completely

randomized design. An analysis of the competitiveness was made through diagrams applied to the substitutive experiments and interpretations of the competitiveness indexes. The competitive relationships between okra plants and competing species change according to the proportions of plants that make up an association. The competition between okra and *U. brizantha* interferes negatively on the growth of both species. In competition with *B. pilosa* and *C. benghalensis*, the okra has a competitive advantage.

**Keywords:** Law of constant final yield, replacement series, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench).

### 3.3. INTRODUÇÃO

As culturas agrícolas estão sujeitas a efeitos de fatores bióticos e abióticos, que influenciam o seu rendimento. No quiabeiro um dos principais fatores bióticos que interferem negativamente na sua produtividade é a interferência de plantas daninhas (Santos et al., 2010) e a falta de controle ou controle inadequado destas intensifica o problema da interferência na cultura (Usman et al., 2005). Bachega et al. (2013) destacam que a convivência do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) com as plantas daninhas por todo o ciclo de cultivo reduz a produtividade da cultura em 95%.

A competição entre plantas ocorre quando um ou mais dos recursos essenciais encontram-se em quantidade limitada para atender às exigências destes indivíduos. Esta competição pode ocorrer entre indivíduos da mesma espécie (competição intraespecífica) ou entre indivíduos de diferentes espécies (competição interespecífica) (Bastiani et al., 2016; Rigoli et al., 2008).

Dentre os vários métodos existentes para pesquisar as relações competitivas entre plantas, destacam-se os experimentos em séries substitutivas, que têm sido amplamente utilizados para estudos de diversas culturas e espécies de plantas daninhas (Rigoli et al., 2008; Aminpanah; Javadi, 2011; Agostinetto et al., 2013; Wandscheer; Rizzardi, 2013; Galon et al., 2014; Bastiani et al., 2016). Tais estudos permitem o entendimento da competição entre plantas, principalmente quando relacionado com o efeito da população e da proporção entre plantas cultivadas e espécies consideradas daninhas (Bastiani et al., 2016; Aminpanah; Javadi 2011).

Nos experimentos substitutivos, primeiramente propostos por Radosevich (1987), o número total de plantas por unidade experimental é mantido constante e as proporções da mistura das duas espécies variam, tendo nos dois extremos o monocultivo de cada uma das espécies em competição. Mesmo com a densidade de plantas encontradas no campo sendo diferente daquelas testadas em condições experimentais, os ensaios substitutivos são importantes, pois permitem avaliar a interferência dos dois genótipos em uma única densidade total e determinar os efeitos relativos da interferência dentro e entre as espécies, podendo indicar a espécie mais competitiva (Bastiani et al., 2016).

Assim, objetivou-se com o presente trabalho identificar a habilidade competitiva de quiabeiros em relação às espécies de plantas infestantes *U. brizantha*, *B. pilosa*, *C. benghalensis*, utilizando-se o método de experimentos em série substitutiva.

### 3.4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), *campus* Almenara, localizado na Rodovia BR 367, Km 07, s/n- Zona Rural, Almenara, MG durante os meses de janeiro a março de 2016, sob condições irrigadas. Foram realizados três experimentos, ambos no delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições.

Primeiro, foi realizado um experimento preliminar, com a finalidade de obter a população de plantas a partir da qual a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) por unidade de área ( $\text{g m}^{-2}$ ) tornasse independente da população, de acordo com a "Lei de Produção Final Constante" (Radosevich et al., 2007). Para isso, testou-se em série aditiva, utilizando o monocultivo de quiabo e de cada uma das espécies competidoras (*U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis*).

Avaliou-se as populações de 1, 2, 4, 8, 16 e 32 plantas/vaso equivalentes a 37, 74, 148, 296, 592 e 1.184 plantas  $\text{m}^{-2}$  de quiabo, seguindo a mesma proporção para cada uma das espécies competidoras. Aos 40 dias após a emergência (DAE), coletou-se a parte aérea das plantas que foram condicionadas em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 horas. O valor encontrado para a produção final constante neste experimento foi de oito plantas/vaso, equivalentes a 296 plantas  $\text{m}^{-2}$ , sendo utilizada esta densidade nos demais experimentos.

Os três experimentos foram realizados em série substitutiva e constituíram-se de cinco proporções (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100%) entre as plantas de quiabo e *U. brizantha*, quiabo e *B. pilosa* e quiabo e *C. benghalensis*.

Foram utilizados vasos de 27,03  $\text{cm}^2$ , preenchidos com oito  $\text{dm}^3$  de um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa, previamente adubado com o equivalente a 240,0  $\text{kg ha}^{-1}$  de superfosfato simples, 50,0  $\text{kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio e 50,0  $\text{kg ha}^{-1}$  de ureia. Considerou-se oito plantas por vaso como o número de indivíduos correspondente a 100%. A semeadura do quiabo e das plantas daninhas foram efetuadas em sementeiras e transplantadas após a emergência da cultura. Em todas as unidades experimentais as plantas daninhas que não faziam parte do estudo foram controladas manualmente.

Aos 50 dias após a emergência (DAE) das plantas foram avaliadas as variáveis área foliar ( $\text{cm}^2$ ), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) e massa de matéria seca de raízes (MMSR). Para avaliar a área foliar (AF), as folhas foram fotografadas à distância padronizada, e a área foliar, determinada por meio de analisador de imagem. Em seguida, as plantas foram cortadas rente ao

solo, separadas por espécie, e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 60 °C até massa constante, para posterior pesagem para determinação da massa de matéria seca da parte aérea (g/planta). Após a retirada da parte aérea, procedeu-se a remoção do solo das raízes por meio de lavagem com água corrente, para determinação da massa de matéria seca de raiz (g/planta) seguindo o procedimento adotado para a parte aérea.

Para análise das variáveis área foliar, massa de matéria seca da raiz e massa de matéria seca da parte aérea do quiabeiro e das espécies competidoras, utilizou-se o método da análise gráfica ou convencional para experimentos substitutivos, que consiste na construção de diagramas com base na produtividade relativa (PR) e produtividade relativa total (PRT) (Radosevich, 1987). Esse procedimento consiste na construção de um diagrama com base na produtividade relativa (PR) da cultura, produtividade relativa (PR) do competidor e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de plantas de 0, 25, 50, 75 e 100% do quiabo e das plantas daninhas (Rigoli et al., 2008).

As produtividades relativas (PR) das variáveis avaliadas foram obtidas com a divisão da produção em competição pela produção em monocultivo, incluindo-se no cálculo a média por planta de cada espécie em cada unidade experimental. A produtividade relativa total (PRT) foi realizada somando-se a produtividade relativa da cultura com a produtividade relativa das plantas daninhas nas respectivas proporções (Rigoli et al., 2008).

Para a estimativa dos índices de competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamento relativo (K) e de agressividade (A) foi utilizada a proporção de 50% de plantas da cultura e dos respectivos competidores. A CR representa o crescimento comparativo da cultura (quiabo) em relação à espécie competidora; K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra e A indica qual espécie se manifesta mais competitiva (Cousens, 1991). Contudo, a interpretação conjunta dos índices revela com maior segurança a competitividade das espécies envolvidas. Os cálculos foram realizados por meio das seguintes equações propostas por Rigoli et al. (2008); Cousens; O'Neill (1993):

$$CR = PR \text{ da } \frac{\text{cultura}}{PR} \text{ da espécie competidora}$$

$$K \text{ da cultura} = PR \text{ da cultura} / (1 - PR \text{ da cultura})$$

$$K \text{ da planta daninha} = PR \text{ da planta daninha} / (1 - PR \text{ da planta daninha})$$

$$A = PR \text{ da cultura} - PR \text{ da planta daninha}$$

A análise estatística da produtividade relativa consistiu primeiramente nos cálculos das diferenças de produtividade relativa (DPR) obtidos nas proporções de 25, 50 e 75% de plantas em relação aos valores pertencentes às retas hipotéticas obtidas nessas proporções. Posteriormente, realizou-se o teste t ( $p \leq 0,05$ ) para comparar as diferenças nos índices DPR, PRT, CR, K e A

(Agostinetto et al., 2013; Hoffman; Buhler, 2002). Para considerar as curvas de PR e PRT diferentes das retas hipotéticas adotou-se o critério de que no mínimo em duas proporções, ocorressem diferenças significativas pelo teste t (Agostinetto et al., 2013).

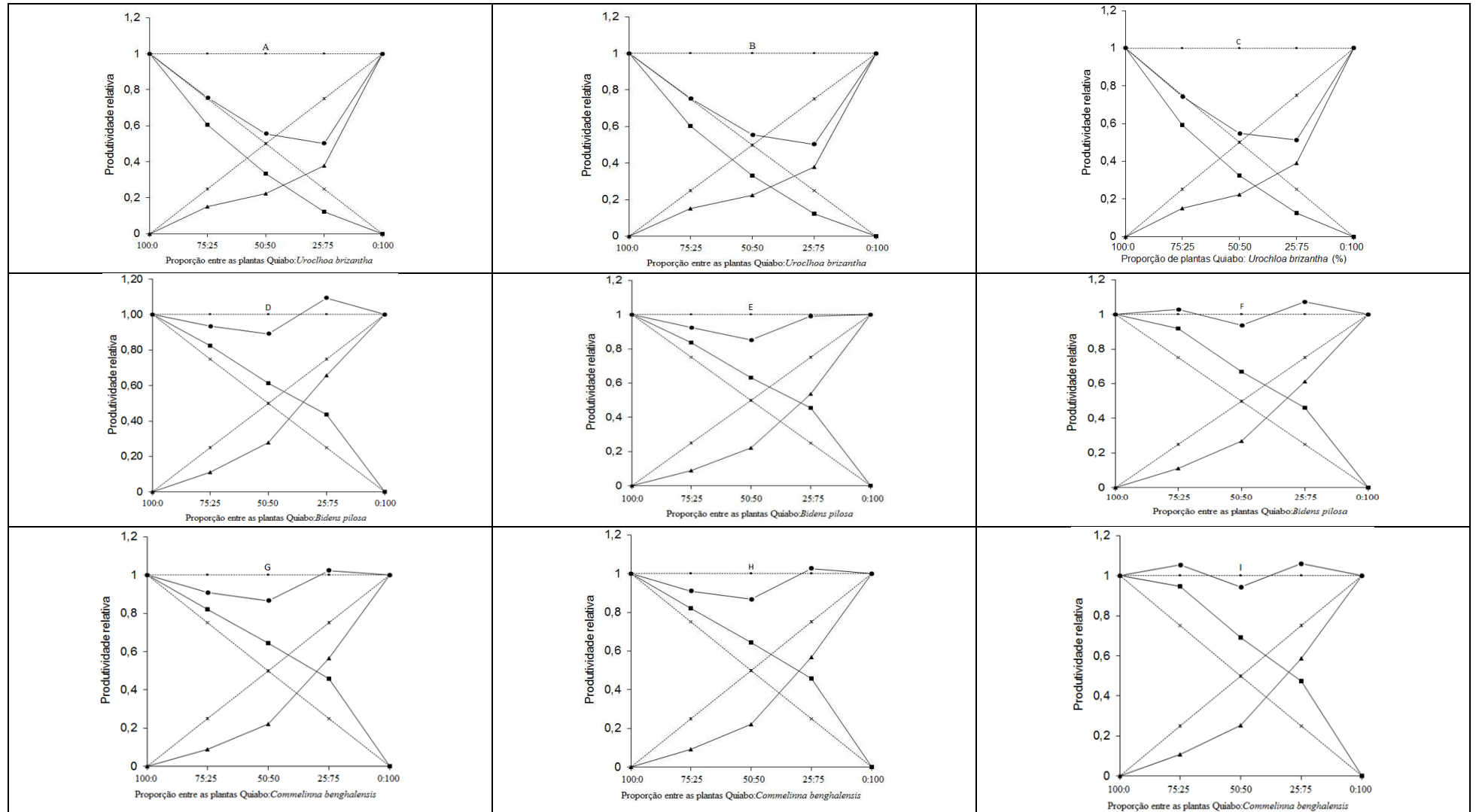
Os resultados obtidos para AF, MMSPA e MMSR, expressos em valores médios por planta foram verificados quanto à normalidade e homogeneidade e submetidos à análise de variância e quando o teste F indicou significância ( $p \leq 0,05$ ) as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ), considerando as respectivas monoculturas como testemunhas.

### 3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise gráfica dos resultados obtidos para PR e PRT referente às variáveis área foliar (AF), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) e massa de matéria seca da raiz (MMSR) demonstrou que a interação entre quiabo e *U. brizantha* foram prejudiciais para as duas espécies, sendo a PR de ambas representadas por linha côncava (Figura 1). Assim, pode ter ocorrido efeito alelopático de uma espécie sobre a outra.

Souza Filho e Mourão Jr. (2010) trabalhando com o padrão de resposta de *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia* à atividade alelopática identificaram que *U. brizantha* apresentou a atividade inibitória superior às demais espécies do gênero, tanto da germinação como do alongamento da radícula e do hipocótilo, especialmente sobre *M. pudica*. Segundo Rodrigues et al. (2012) *U. brizantha* apresenta efeito alelopático que reduz a germinação de *Stylosanthes capitata*. Apesar de liberar compostos alelopáticos, as plantas de *U. brizantha* também são influenciadas pela liberação destes compostos por outras plantas.

Segundo Carvalho et al. (2016), a palhada de milho e feijão-de-porco apresentam potencial alelopático para o controle de *U. brizantha*. Com relação ao potencial alelopático de plantas de quiabo em outras espécies, Chuah et al. (2011) identificaram redução de 77% na massa de matéria verde de *Eleusine indica*, apresentando atividade herbicida na germinação e no crescimento de plantas infestantes.



**Figura 1-** Produtividade relativa de quiabeiro (■) de *U. brizantha* (▲) e produtividade relativa total (●), quanto à área foliar (A), massa de matéria seca da parte aérea (B) e massa de matéria seca de raiz (C); produtividade relativa de quiabeiro (■) de *B. pilosa* (▲) e produtividade relativa total (●), quanto à área foliar (D), massa de matéria seca da parte aérea (E) e massa de matéria seca de raiz (F); produtividade relativa de quiabeiro (■) de *C. benghalensis* *U. brizantha* (▲) e produtividade relativa total (●), quanto à área foliar (G), massa de matéria seca da parte aérea (H) e massa de matéria seca de raiz (I).

Quando as plantas de quiabeiro e *U. brizantha* foram cultivadas no mesmo vaso, a produtividade relativa total foi inferior a 1,0 para as variáveis AF, MMSPA e MMSR e os desvios de produtividade relativa da cultura e da planta daninha em relação às retas hipotéticas foram negativos em todas as proporções para as variáveis AF, MMSPA e MMSR (Tabela 1). Estes resultados evidenciam o efeito prejudicial mútuo entre as espécies.

**Tabela 1** – Diferenças relativas de produtividade (DRP) para as variáveis área foliar, massa de matéria seca da parte aérea, massa de matéria seca da raiz e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de 75:25, 50:50 e 25:75 de plantas de quiabo associadas com *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis*.

| <b>Proporções de plantas de quiabo: <i>U. brizantha</i></b>    |                            |                            |                            |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|  | 75:25                      | 50:50                      | 25:75                      |
| Quiabo   | -0,14(±0,01)*              | -0,17(±0,03)*              | -0,13(±0,04)*              |
| <i>U. brizantha</i>  | -0,10(±0,02)*              | -0,28(±0,01)*              | -0,37(±0,01)*              |
| PRT  | 0,76(±0,02)*               | 0,56(±0,03)*               | 0,50(±0,03)*               |
| <b>Massa da matéria seca da parte aérea</b>                    |                            |                            |                            |
| Quiabo   | -0,15(±0,01)*              | -0,17(±0,03)*              | -0,13(±0,04)*              |
| <i>U. brizantha</i>  | -0,10(±0,02)*              | -0,28(±0,01) <sup>ns</sup> | -0,37(±0,02) <sup>ns</sup> |
| PRT  | 0,75(±0,03)*               | 0,55(±0,01)*               | 0,50(±0,01)*               |
| <b>Massa de matéria seca da raiz</b>                           |                            |                            |                            |
| Quiabo   | -0,16(±0,01)*              | -0,18(±0,03)*              | -0,13(±0,04)*              |
| <i>U. brizantha</i>  | -0,10(±0,03) <sup>ns</sup> | -0,28(±0,01)*              | -0,36(±0,02)*              |
| PRT  | 0,74(±0,02)*               | 0,55(±0,04)*               | 0,51(±0,02)*               |
| <b>Proporções de plantas de quiabo: <i>B. pilosa</i></b>       |                            |                            |                            |
| <b>Área foliar</b>   |                            |                            |                            |
| Quiabo   | 0,07(±0,03)*               | 0,11(±0,01)*               | 0,19(±0,01)*               |
| <i>B. pilosa</i>   | -0,14(±0,01)*              | -0,22(±0,03)*              | -0,09(±0,03)*              |
| PRT  | 0,93(±0,01)*               | 0,89(±0,03)*               | 1,09(±0,04)*               |
| <b>Massa de matéria seca da parte aérea</b>                    |                            |                            |                            |
| Quiabo   | 0,09(±0,04)*               | 0,13 (±0,01)*              | 0,21(±0,07)*               |
| <i>B. pilosa</i>   | -0,16(±0,01)*              | -0,28(±0,02)*              | -0,22(±0,01)*              |
| PRT  | 0,92(±0,02)*               | 0,85(±0,04)*               | 0,99(±0,03) <sup>ns</sup>  |
| <b>Massa de matéria seca da raiz</b>                           |                            |                            |                            |
| Quiabo   | 0,17(±0,01)*               | 0,17(±0,02)*               | 0,21(±0,03)*               |
| <i>B. pilosa</i>   | -0,14(±0,01)*              | -0,23(±0,01)*              | -0,14(±0,02)*              |
| PRT  | 1,03(±0,02) <sup>ns</sup>  | 0,94(±0,02) <sup>ns</sup>  | 1,07(±0,02)*               |
| <b>Proporções de plantas de quiabo: <i>C. benghalensis</i></b> |                            |                            |                            |
| <b>Área foliar</b>   |                            |                            |                            |
| Quiabo   | 0,07(±0,06) <sup>ns</sup>  | 0,145(±0,01)*              | 0,208(±0,01)*              |
| <i>C. benghalensis</i>   | -0,161(±0,03)*             | -0,28(±0,03)*              | -0,19(±0,04)*              |
| PRT  | 0,91(±0,03)*               | 0,87(±0,05)*               | 1,02(±0,02) <sup>ns</sup>  |
| <b>Massa de matéria seca da parte aérea</b>                    |                            |                            |                            |
| Quiabo   | 0,07(±0,02) <sup>ns</sup>  | 0,145(±0,04)*              | 0,21(±0,03)*               |
| <i>C. benghalensis</i>   | -0,16(±0,04)*              | -0,28(±0,05)*              | -0,18(±0,07)*              |
| PRT  | 0,91(±0,05)*               | 0,87(±0,03)*               | 1,03(±0,05) <sup>ns</sup>  |
| <b>Massa de matéria seca da raiz</b>                           |                            |                            |                            |
| Quiabo   | 0,20(±0,02)*               | 0,20(±0,02)*               | 0,22(±0,05)*               |
| <i>C. benghalensis</i>   | -0,14(±0,10)*              | -0,25(±0,1)*               | -0,16(±0,01)*              |
| PRT  | 1,05(±0,10) <sup>ns</sup>  | 0,94(±0,05) <sup>ns</sup>  | 1,06(±0,04) <sup>ns</sup>  |

<sup>ns</sup>/ Não-significativo pelo teste F e \*significativo pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ). Valores entre parênteses representam o erro-padrão da média. Almenara-MG, 2017.

A AF do quiabeiro apresentou CR menor que 1,0 e K menor que o K do competidor *U. brizantha*. Já para a MMSPA do quiabeiro, o CR foi maior que 1,0 e o K do quiabo maior que o K

do competidor (Tabela 2). Para a variável MMSR não houve diferença em nenhum dos índices de competitividade e a agressividade (A) não foi significativa para nenhuma das variáveis. Assim, em competição com *U. brizantha*, o quiabeiro resultou em maior crescimento do caule em detrimento do desenvolvimento da área foliar, reduzindo o sombreamento.

As plantas quando submetidas ao aumento populacional ou outros processos com restrição da luminosidade, como proximidade de plantas de outras espécies competidoras, tendem a apresentar estiolamento (alongamento do caule) e reduzir os incrementos em diâmetro do colmo e área foliar, evitando o sombreamento e aumentando as suas chances de crescer acima do dossel (Brachtvogel et al., 2012). Segundo Dourado Neto et al. (2003), estas alterações ocorrem devido à quantidade e qualidade de luz que incide nos ambientes de elevada competição. Em competição com *Bidens pilosa*, as plantas de milho alocam assimilados para o caule aumentando a altura das plantas como estratégia de competição pela luz (Carvalho et al., 2011).

**Tabela 2** – Índices de competitividade entre quiabo e *Urochloa brizantha*, quiabo e *Bidens pilosa* e quiabo e *Commelina bengalensis* expressos por competitividade relativa (CR) e coeficientes de agrupamento relativo (K) e de agressividade (A).

|                    | <b>CR</b>                 | <b>K quiabo</b> | <b>K <i>U. brizantha</i></b>   | <b>A</b>                   |
|--------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------|
| AF <sup>1</sup>    | 0,33(±0,03)*              | 0,14(±0,03)     | 0,61(±0,03)*                   | -0,26(±0,04) <sup>ns</sup> |
| MMSPA <sup>2</sup> | 1,47(±0,03)*              | 1,49 (±0,07)    | 0,29(±0,02)*                   | 0,11(±0,03) <sup>ns</sup>  |
| MMSR <sup>3</sup>  | 1,45(±0,05) <sup>ns</sup> | 0,48(±0,07)     | 0,29(±0,01) <sup>ns</sup>      | 0,10(±0,02) <sup>ns</sup>  |
|                    | <b>CR</b>                 | <b>K quiabo</b> | <b>K <i>B. pilosa</i></b>      | <b>A</b>                   |
| AF <sup>1</sup>    | 2,19(±0,07)*              | 1,58(±0,06)     | 0,39(±0,02)*                   | 0,33(±0,02)*               |
| MMSPA <sup>2</sup> | 2,84(±0,09)*              | 1,70(±0,03)     | 0,29(±0,04)*                   | 0,41(±0,01)*               |
| MMSR <sup>3</sup>  | 2,51(±0,05)*              | 2,02(±0,3)      | 0,36(±0,02)*                   | 0,40(±0,02)*               |
|                    | <b>CR</b>                 | <b>K quiabo</b> | <b>K <i>C. bengalensis</i></b> | <b>A</b>                   |
| AF <sup>1</sup>    | 2,92(±0,06)*              | 1,82(±0,04)     | 0,28(±0,02)*                   | 0,42(±0,03)*               |
| MMSPA <sup>2</sup> | 2,91(±0,09)*              | 1,82(±0,06)     | 0,29(±0,04)*                   | 0,42(±0,02)*               |
| MMSR <sup>3</sup>  | 2,73(±0,08)*              | 2,23(±0,04)     | 0,34(±0,04)*                   | 0,44(±0,03)*               |

<sup>1</sup>Área foliar; <sup>2</sup>Massa de matéria seca da parte aérea; <sup>3</sup>Massa de matéria seca da raiz; <sup>ns</sup>Não-significativo e \*Significativo pelo teste t (p≤0,05). Valores entre parênteses representam os erros-padrão das médias. Almenara-MG, 2017.

A competição interespecífica foi importante tanto para a cultura do quiabeiro quanto para a espécie competidora, visto que AF, MMSPA e MMSR por planta foram maiores no monocultivo (Tabela 3). Estes resultados contrastam com os encontrados por Agostinetto et al. (2013), que trabalhando com a competição de soja com capim-milhã (*Digitaria ciliares*) em experimentos substitutivos, constataram que a competição intraespecífica foi mais severa para a cultura.

**Tabela 3** – Resposta das plantas de quiabo (Q) à interferência do competidor *Urochloa brizantha*, *Bidens pilosa* e *Commelina bengalensis* aos 50 dias após a emergência, para as variáveis área foliar (AF, cm<sup>2</sup>/planta), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA, g/planta) e massa de matéria seca da raiz (MMSR, g/planta).

|                    |                       | Proporções Quiabo e <i>U. brizantha</i>   |        |        |        |       |        |        |
|--------------------|-----------------------|---|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| Variável           | Espécie               | 100:0                                     | 75:25  | 50:50  | 25:75  | 0:100 | CV (%) | Média  |
| AF <sup>1</sup>    | Quiabo                | 198,9                                     | 160,7* | 132,6* | 98,4*  | -     | 26,8   | 147,60 |
|                    | <i>U. brizantha</i>   | -   | 141,2* | 105,0* | 118,7* | 235,1 | 37,8   | 150,10 |
| MMSPA <sup>2</sup> | Quiabo                | 1,0                                       | 0,8*   | 0,7*   | 0,5*   | -     | 27,1   | 0,72   |
|                    | <i>U. brizantha</i>   | -   | 0,7*   | 0,5*   | 0,6*   | 1,2   | 37,5   | 0,73   |
| MMSR <sup>3</sup>  | Quiabo                | 0,3                                       | 0,3*   | 0,2*   | 0,2*   | -     | 27,5   | 0,24   |
|                    | <i>U. brizantha</i>   | -   | 0,2*   | 0,2*   | 0,2*   | 0,3   | 38,0   | 0,24   |
|                    |                       | Proporções Quiabo e <i>B. pilosa</i>      |        |        |        |       |        |        |
| Variável           | Espécie               | 100:0                                     | 75:25  | 50:50  | 25:75  | 0:100 | C.V.   | Média  |
| AF <sup>1</sup>    | Quiabo                | 179,5                                     | 197,2* | 219,6* | 313,8* | -     | 23,6   | 227,6  |
|                    | <i>B. pilosa</i>      | -   | 80,7*  | 102,6* | 161,0* | 184,0 | 32,8   | 132,1  |
| MMSPA <sup>2</sup> | Quiabo                | 0,9                                       | 1,0*   | 1,1*   | 1,6*   | -     | 25,2   | 1,2    |
|                    | <i>B. pilosa</i>      | -   | 0,4*   | 0,5*   | 0,8*   | 1,2   | 41,5   | 0,8    |
| MMSR <sup>3</sup>  | Quiabo                | 0,2                                       | 0,2*   | 0,2*   | 0,3*   | -     | 13,5   | 0,3    |
|                    | <i>B. pilosa</i>      | -   | 0,1*   | 0,1*   | 0,2*   | 0,2   | 33,5   | 0,2    |
|                    |                       | Proporções Quiabo e <i>C. bengalensis</i> |        |        |        |       |        |        |
| Variável           | Espécie               | 100:0                                     | 75:25  | 50:50  | 25:75  | 0:100 | C.V.   | Média  |
| AF <sup>1</sup>    | Quiabo                | 186,3                                     | 203,7* | 240,5* | 341,3* | -     | 25,6   | 242,9  |
|                    | <i>C. bengalensis</i> | -   | 83,6*  | 103,7* | 177,0* | 234,9 | 43,3   | 149,8  |
| MMSPA <sup>2</sup> | Quiabo                | 0,9                                       | 1,0*   | 1,2*   | 1,7*   | -     | 25,5   | 1,2    |
|                    | <i>C. bengalensis</i> | -   | 0,4*   | 0,5*   | 0,9*   | 1,2   | 23,3   | 0,7    |
| MMSR <sup>3</sup>  | Quiabo                | 0,2                                       | 0,2*   | 0,2*   | 0,3*   | -     | 2,4    | 0,3    |
|                    | <i>C. bengalensis</i> | -   | 0,1*   | 0,1*   | 0,2*   | 0,2   | 36,6   | 0,2    |

<sup>ns</sup>Não-significativo e <sup>\*</sup>Significativo em relação à testemunha (t) pelo teste de Dunnett (p<0,05). Almenara-MG, 2017.

Nos ensaios em que se avaliou a convivência de quiabeiro com *B. pilosa* e com *C. bengalensis*, observa-se na análise gráfica dos resultados obtidos para PR e PRT referentes às variáveis AF, MMSPA e MMSR, que as espécies infestantes foram menos competitivas do que o quiabeiro, sendo a PR do quiabeiro representada por linha convexa e as das plantas daninhas por linha côncava (Figura 1).

Tais resultados indicam a ocorrência de competição pelos mesmos recursos e que uma espécie é mais agressiva que a outra e contribui mais que o esperado para o rendimento total (Radosevich, 1987). Assim, a cultura do quiabeiro mostrou-se mais eficiente em relação às plantas daninhas, o que corrobora com Agostinetto et al. (2013), Wandscheer et al. (2013) e Rigoli et al.,

(2008), que identificaram maior habilidade competitiva da cultura em relação à espécie competidora. Já Bastiani et al. (2016) trabalhando com capim arroz em competição com diferentes cultivares de soja identificaram que a planta daninha apresenta habilidade competitiva similar às cultivares de soja BMX Apollo RR e BMX Potência RR e superior a cultivar de soja BMX Apolo RR. Segundo Dias et al. (2010), a habilidade competitiva de soja é equivalente à de *C. benghalensis* e não tem efeito sobre a produtividade total das espécies.

Os desvios de PR da cultura foram superiores aos da reta hipotética nas proporções 75:25, 50:50 e 25:75 para a AF, MMSPA e MMSR entre plantas de quiabeiro e *B. pilosa* e quiabeiro e *C. benghalensis* (Tabela 1), demonstrando desvantagem das espécies infestantes quando em competição com o quiabeiro. A PRT foi inferior à reta hipotética para as variáveis AF e MMSPA nas proporções 25:75, 50:50 entre plantas de quiabeiro e *B. pilosa* e quiabeiro e *C. benghalensis*. Segundo Santos et al. (2010), plantas de *C. benghalensis* em convivência com quiabeiros são muito afetadas pela competição. Já a PRT da variável MMSR não foi influenciada pelas diferentes proporções entre quiabeiros e *B. pilosa* e quiabeiro e *Commelina benghalensis*.

Espécies melhoradas geneticamente, quando em competição com variação na proporção de indivíduos tendem a apresentar maiores produtividades relativas do que as plantas daninhas (Woldeamlak et al., 2001). Segundo Vilà et al. (2004), geralmente a cultura é mais competitiva do que o competidor porque o efeito das plantas daninhas não se deve somente à sua maior habilidade competitiva individual, mas, principalmente, à população total de plantas.

A competição entre a cultura e a espécie competidora ocorreu pelo(s) mesmo(s) recurso(s) do meio, sendo este(s) utilizado(s) mais eficientemente pela cultura e proporcionando-lhe maior desenvolvimento (Agostinetto et al., 2013).

Santos et al. (2010) trabalhando com competição de plantas daninhas em quiabeiros identificaram que *B. pilosa* foi muito afetada pela competição com as plantas de quiabo. Os mesmos autores relataram redução nas variáveis MSPA e AF quando em competição com *B. pilosa*, sem, entretanto, alterar o número de folhas e a altura de plantas. Ferreira et al. (2015) trabalhando com a cultura da soja, encontraram resultados similares, identificando que *B. pilosa* é menos competitiva com a cultura quando comparado com *U. brizantha*. Os autores afirmam ainda que a última espécie proporciona maiores decréscimos na maioria das características fisiológicas estudadas e na matéria seca das plantas de soja, com o incremento de sua densidade.

Por meio da comparação dos valores de AF, MMSPA e MMSR das plantas de quiabo em relação à espécie competidora e dos valores obtidos para esta espécie em competição com o quiabeiro em cada proporção da mistura (25, 50 e 75%), com os obtidos na monocultura (100%) (Tabela 3), constatou-se que a competição intraespecífica foi mais importante para a cultura e a

competição interespecífica foi mais importante para as plantas de *B. pilosa* e *Commelina benghalensis*.

Segundo Dias et al. (2010), *C. Benghalensis* apresenta habilidade competitiva similar à soja. Ainda de acordo esses autores, a competição intraespecífica teve maior importância do que a competição interespecífica tanto para a cultura quanto para a espécie competidora. Aspiazú et al. (2010) trabalhando com a atividade fotossintética de plantas de mandioca submetidas a competição com plantas daninhas, constataram que *C. benghalensis* afeta a composição da luz incidente sobre a cultura. No entanto, tem menor interferência no acesso à radiação solar e água, quando comparado com *B. pilosa* e *Urochloa Plantaginea*.

As relações competitivas entre plantas de quiabo e as espécies competidoras *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis* alteram-se em função das proporções de plantas que compõem a associação. A competição entre quiabeiro e *U. brizantha* interfere negativamente no crescimento das duas espécies. Já em competição com *B. pilosa* e *C. benghalensis*, o quiabeiro apresenta vantagem competitiva.

### 3.6. LITERATURA CITADA

AGOSTINETTO, D.; FONTANA, L. C.; VARGAS, L.; MARKUS, C.; OLIVEIRA, E. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.10, p.1315-1322, 2013.

AMINPANAH, H. E.; JAVADI, M. Competitive ability of two rice cultivars (*Oryza sativa* L.) with barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* (L.) p. beauv.) in a replacement series study. **Environmental Biology**, v. 5, p. 2669-2675, 2011.

ASPIAZÚ, I.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO JR., J. I.; SILVA, A. A. CONCENCO, G.; FERREIRA, E. A.; GALON, L. SILVA, A. F.; BORGES, E. T.; ARAUJO, W. F. Photosynthetic activity of cassava plants under weed competition. **Planta Daninha**, v. 28, p. 963-968, 2010.

BACHEGA, L. P. S.; CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; CECÍLIO FILHO, A. B. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 63-70, 2013.

BASTIANI, O. M.; PINTO LAMEGO, F.; AGOSTINETTO, D.; LANGARO, A. C.; COELHO DA SILVA, D. Competitividade relativa de cultivares de soja com capim-arroz. **Bragantia**, v. 75, n. 4, p.435-445, 2016.

BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. S; CRUZ, S. C. SILVA; ABREU, M. L.; BICUDO, S. J. População, arranjo de plantas uniforme e a competição intraespecífica em milho. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n. 1, p. 75-83, 2012.

CARVALHO, F. P.; SANTOS, J. B.; CURY, J. P.; VALADÃO SILVA, D.; BRAGA, R. R.; BYRRO, E. C. M. Alocação de matéria seca e capacidade competitiva de cultivares de milho com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 373-382, 2011.

CARVALHO, W. P.; TEIXEIRA, L. G. V.; NETO, D. O. A.; MOREIRA, J. M. S.; CUNHA, C. E. Alelopatia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n.2, p. 60-69. 2016.

CHUAH, T. S.; TIUN, S. M.; ISMAIL, B.S. Allelopathic potential of crops on germination and growth of goosegrass (*Eleusine indica* L. Gaertn) weed. **Allelopathy Journal**, v. 27, n. 1, p. 33-42, 2011.

CORREIA, L. G.; FILHO, J. A. A.; NAGAI, H. Quiabo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999, p. 202.

COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, v.5, n.3, p.664-673, 1991.

COUSENS, R.; O'NEILL, M. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos**, v. 66, n. 2, p. 347-352, 1993.

DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S. J. P.; MARCOLINI, L.W.; MELO, M. S. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Competitiveness of alexandergrass or bengal dayflower with soybean. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 515-522, 2010.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

FERREIRA; E. A.; MATOS, C. C.; BARBOSA, E. A.; DINIZ MELO, C. A. D.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B. Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. **Revista Ciências Agrárias**, v.58, n.2, p. 115-121, 2015.

GALON, L.; GUIMARÃES, S.; LIMA, A. M.; RADUNZ, A. L.; BEUTLER, A. N.; BURG, G. M.; ZANDONÁ, R. R.; PERIN, G. F.; BASTIANI, M. O.; BELARMINO, J. G.; RADUNZ, L. L. Interação competitiva de genótipos de arroz e papuã. **Planta Daninha**, v.32, p.533-542, 2014.

HOFFMAN, M. L.; BUHLER, D. D. Utilizing Sorghum as functional model of crop-weed competition. I. Establishing a competitive hierarchy. **Weed Science**, v. 50, n. 4, p. 466-472, 2002.

MARTINS, D.; MARTINS, C. C.; COSTA, N. V. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: Efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas de pastagens. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 61-70, 2006.

- RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S. e GHERSA, C. M. **Ecology of weeds and invasive plants: Relationship to agriculture and natural resource management**. 3.ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.
- RADOSEVICH, S. R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technology**, v. 1, n. 1, p. 190-198, 1987.
- RIGOLI, R. P.; AGOSTINETTO, D.; SCHAEGLER, C. E.; DAL MAGRO, T.; TIRONI, S. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 93-100, 2008.
- RODRIGUES, A. P. D. C.; PEREIRA, V. A. L. S. R.; DEISS, C. Alelopatia de duas espécies de braquiária em sementes de três espécies de estilósantes. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p.1758-1763, 2012.
- SANTOS, J. B.; SILVEIRA, T. P.; COELHO, P. S.; COSTA, O. G.; MATTA, P. M.; SILVA, M. B.; DRUMOND NETO, A. P. Interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 255-262, 2010.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; MOURÃO JR., M. Padrão de resposta de *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia* à atividade potencialmente alelopática de espécies de poaceae. **Planta Daninha**, v. 28, p. 927-938, 2010. Número Especial.
- USMAN, K.; AHMAD, E.; KHAN, M. U.; AHMAD, A.; IMDAD, A.; IQBAL, J. Integrated weed management in okra. **Pakistan Journal Weed Sciences Research**, v. 11, n. 1, p. 55-60, 2005.
- VILÀ, M., WILLIAMSON, M.; LONSDALE, M. (2004). Competition experiments on alien weeds with crops: lessons for measuring plant invasion impact? **Biological Invasions**, 6, 59-69.
- WANDSCHEER, A. C. D. E RIZZARDI, M. A. Interference of soybean and corn with *Chloris distichophylla*. **Ciência e Agrotecnologia**, v, 37, p. 306-312, 2013.
- WOLDEAMLAK, A.; BASTIAANS, L.; STRUIK, P. C. Competition and niche differentiation in barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*) mixtures under rainfed conditions in the Central Highlands of Eritrea. **Journal of Agricultural Science**, v. 49, n. 5, p. 95-112, 2001.

## 4. HABILIDADE COMPETITIVA DE FEIJÃO-CAUPI COM PLANTAS DANINHAS

### 4.1. RESUMO

O feijão-caupi é uma cultura de grande importância socioeconômica no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Dentre os fatores que prejudicam o desenvolvimento dessa cultura destacam-se as plantas daninhas, que competem por luz, nutrientes e água, provocando redução quantitativa e qualitativa da produção, além de aumentar os custos operacionais de colheita, secagem e beneficiamento dos grãos. Assim, objetivou-se com o presente trabalho identificar a habilidade competitiva de feijão-caupi com as espécies infestantes *Urochloa brizantha*, *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*. Foram realizados três experimentos, referentes à competição das plantas de feijão-caupi com as espécies competidoras *U. brizantha*, *B. pilosa*, *C. benghalensis*. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos arranjados em série de substituição. As proporções de plantas de feijão-caupi e dos competidores *U. brizantha*, *B. pilosa*, *C. benghalensis* foram: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100. A análise da competitividade foi realizada por meio de diagramas aplicados aos experimentos substitutivos e interpretações dos índices de competitividade. As relações competitivas entre plantas de feijão-caupi e as espécies competidoras alteram-se em função das proporções de plantas que compuseram a associação. A competição intraespecífica foi mais importante para a cultura e a competição interespecífica foi mais importante para as plantas de *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis*. O feijão-caupi é mais competitivo do que as plantas de *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis*.

**Palavras-chave:** Lei de Produção Final Constante, série substitutiva, *Vigna unguiculata* (L. Walp).

### 4.2. ABSTRACT

Cowpea is a crop of great socioeconomic importance in Brazil, mainly in the North and Northeast regions. Among the factors that undermine the development of this crop are weeds, which compete for light, nutrients and water, causing a quantitative and qualitative reduction of production, besides increasing the operational costs of harvesting, drying and processing of the grains. Thus, the objective of this work was to identify the competitive ability of cowpea with the infested species *Urochloa brizantha*, *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis*. Therefore, three experiments were carried out regarding the competition of the cowpea plants with the competing species *U. brizantha*, *B. pilosa*, *C. benghalensis*. The design was a completely randomized design, with four replications, and the treatments were arranged in series of substitution. The proportions of cowpea plants and of

the competitors *U. brizantha*, *B. pilosa*, *C. benghalensis* were: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100. The competitiveness analysis was carried out through diagrams applied to the substitutive experiments and interpretations of the competitiveness indexes. The competitive relations between cowpea plants and competing species change according to the proportions of plants that make up the association. Intraspecific competition was more important for the crop and interspecific competition was more important for the plants of *U. brizantha*, *B. pilosa* and *C. benghalensis*. Cowpea is more competitive than the plants of *U. brizantha*, *B. Pilosa* and *C. benghalensis*.

**Keywords:** Law of constant final yield, replacement series, *Vigna unguiculata* (L. Walp).

### 4.3. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi ou feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*) apresenta significativa importância socioeconômica no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, sendo uma das principais fontes de proteína de baixo custo para a alimentação humana e geração de emprego e renda para a população, predominando o cultivo por pequenos produtores (Corrêa et al., 2015; Zilli et al., 2009).

Dentre os fatores que prejudicam o desenvolvimento do feijão-caupi, destaca-se a interferência exercida pelas plantas daninhas, que competem por luz, nutrientes e água, o que reflete na redução quantitativa e qualitativa da produção, além de aumentar os custos operacionais de colheita, secagem e beneficiamento dos grãos (Freitas et al., 2009). As plantas daninhas reduzem o estande final, o número de vagens por planta e o rendimento de grãos do feijão-caupi em até 90% (Freitas et al., 2009).

Diversos trabalhos (Corrêa et al., 2015; Freitas et al., 2009; Oliveira et al., 2010) têm avaliado a competição de feijão-caupi com plantas daninhas, entretanto não foram encontradas pesquisas sobre a habilidade competitiva dessa cultura com plantas daninhas. A competição entre plantas ocorre quando um ou mais dos recursos essenciais encontra-se em quantidade limitada para atender às exigências destes indivíduos. Esta competição pode ocorrer entre indivíduos da mesma espécie (competição intraespecífica) ou entre indivíduos de diferentes espécies (competição interespecífica) (Bastiani et al., 2016; Rigoli et al., 2008).

Dentre os vários métodos existentes para pesquisar as relações competitivas entre plantas, destacam-se os experimentos em séries substitutivas, que têm sido amplamente utilizados para estudos de diversas culturas e espécies de plantas daninhas (Bastiani et al., 2016; Galon et al., 2014; Agostinetto et al., 2013; Wandscheer; Rizzardi, 2013; Aminpanah; Javadi, 2011; Rigoli et al., 2008; Bianchi et al., 2006). Tais estudos permitem o entendimento da competição entre plantas,

principalmente quando relacionado com o efeito da população e da proporção entre plantas cultivadas e espécies consideradas daninhas (Bastiani et al., 2016; Aminpanah; Javadi 2011).

Nos experimentos substitutivos, primeiramente propostos por Radosevich (1987), o número total de plantas por unidade experimental é mantido constante e as proporções da mistura das duas espécies são variáveis, tendo nos dois extremos o monocultivo de cada uma das espécies em competição. Mesmo com a densidade de plantas encontradas no campo sendo diferentes das densidades testadas em condições experimentais, os experimentos substitutivos são importantes, pois permitem avaliar a interferência dos dois genótipos em uma única densidade total e determinar os efeitos relativos da interferência dentro e entre as espécies, podendo indicar a espécie mais competitiva (Bastiani et al., 2016).

Assim, objetivou-se com o presente trabalho identificar a habilidade competitiva de feijão-caupi com as espécies infestantes *U. brizantha*, *B. pilosa*, *C. benghalensis*, utilizando-se o método de experimentos em série substitutiva.

#### 4.4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), *campus* Almenara, localizado na Rodovia BR 367, Km 07, s/n- Zona Rural, Almenara, MG durante os meses de janeiro a março de 2016, sob condições irrigadas. Foram realizados quatro experimentos, utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas por sacos plásticos com capacidade de oito litros, preenchidos com Argissolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa.

O primeiro, em caráter preliminar, com a finalidade de obter a população de plantas a partir da qual a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) por unidade de área ( $\text{g m}^{-2}$ ) tornasse independente da população, de acordo com a "Lei de Produção Final Constante" (Radosevich et al., 2007). Para isso, testou-se em série aditiva, utilizando o monocultivo de feijão-caupi e de cada uma das espécies competidoras (*U. brizantha*, *B. pilosa*, *C. benghalensis*).

Avaliou-se as populações de 1, 2, 4, 8, 16 e 32 plantas vaso<sup>-1</sup> equivalentes a 37, 74, 148, 296, 592 e 1.184 plantas  $\text{m}^{-2}$  de feijão-caupi, seguindo a mesma proporção para cada uma das espécies competidoras. Aos 40 dias após a emergência (DAE), coletou-se a parte aérea das plantas que foram condicionadas em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 horas. O valor encontrado para a produção final constante neste experimento foi de oito plantas/vaso, equivalentes a 296 plantas  $\text{m}^{-2}$ , sendo utilizada esta densidade nos demais experimentos.

Posteriormente, foram conduzidos três experimentos em série substitutiva, que se constituíram de cinco proporções (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100%) entre as plantas de feijão-caupi e as espécies infestantes *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis*.

Foram utilizados vasos com capacidade de oito dm<sup>3</sup> e altura de 25,0 cm, preenchidos com solo previamente adubado de acordo com as recomendações para a cultura do feijão-caupi propostas por Carrijo et al. (1999). Considerou-se oito plantas por vaso como o número de indivíduos correspondente a 100%. A semeadura do feijão-caupi e das plantas daninhas foram efetuadas em sementeiras e transplantadas após a emergência da cultura. Em todas as unidades experimentais as plantas daninhas que não faziam parte do estudo foram controladas manualmente.

Aos 50 dias após a emergência (DAE) das plantas foram avaliadas as variáveis área foliar (cm<sup>2</sup>), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) e massa de matéria seca de raízes (MMSR). Para avaliar a área foliar (AF), as folhas foram fotografadas à distância padronizada, e a área foliar, determinada por meio de analisador de imagem. Em seguida, as plantas foram cortadas rente ao solo, separadas por espécie, e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 60 °C até massa constante, para posterior pesagem para determinação da massa de matéria seca da parte aérea (g/planta). Após a retirada da parte aérea, procedeu-se a remoção do solo das raízes por meio de lavagem com água corrente, para determinação da massa de matéria seca de raiz (g/planta) seguindo o procedimento adotado para a parte aérea.

Para a análise das variáveis área foliar, massa de matéria seca da raiz e massa de matéria seca da parte aérea da cultura e das espécies competidoras, utilizou-se o método da análise gráfica ou convencional para experimentos substitutivos, que consiste na construção de diagramas com base na produtividade relativa (PR) e produtividade relativa total (PRT) (Radosevich, 1987). Esse procedimento consiste na construção de um diagrama com base na produtividade relativa (PR) da cultura, produtividade relativa (PR) do competidor e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de plantas de 0, 25, 50, 75 e 100% do feijão-caupi e das plantas daninhas (Rigoli et al., 2008). As produtividades relativas (PR) das variáveis avaliadas foram obtidas com a divisão da produção em competição pela produção em monocultivo, incluindo-se no cálculo a média por planta de cada espécie em cada unidade experimental. A produtividade relativa total (PRT) foi realizada somando-se a produtividade relativa da cultura com a produtividade relativa das plantas daninhas nas respectivas proporções (Rigoli et al., 2008).

Para a estimativa dos índices de competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamento relativo (K) e de agressividade (A) foi utilizada a proporção de 50% de plantas da cultura e dos respectivos competidores. A CR representa o crescimento comparativo da cultura (feijão-caupi) em relação à espécie competidora; K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra e A indica qual espécie se manifesta mais competitiva (Cousens, 1991). Contudo, a interpretação

conjunta dos índices revela com maior segurança a competitividade das espécies envolvidas. Os cálculos foram realizados por meio das seguintes equações propostas por Cousens; O'neill (1993); Rigoli et al. (2008):

$$CR = PR \text{ da } \frac{\text{cultura}}{PR} \text{ da espécie competidora}$$

$$K \text{ da cultura} = PR \text{ da cultura} / (1 - PR \text{ da cultura})$$

$$K \text{ da planta daninha} = PR \text{ da planta daninha} / (1 - PR \text{ da planta daninha})$$

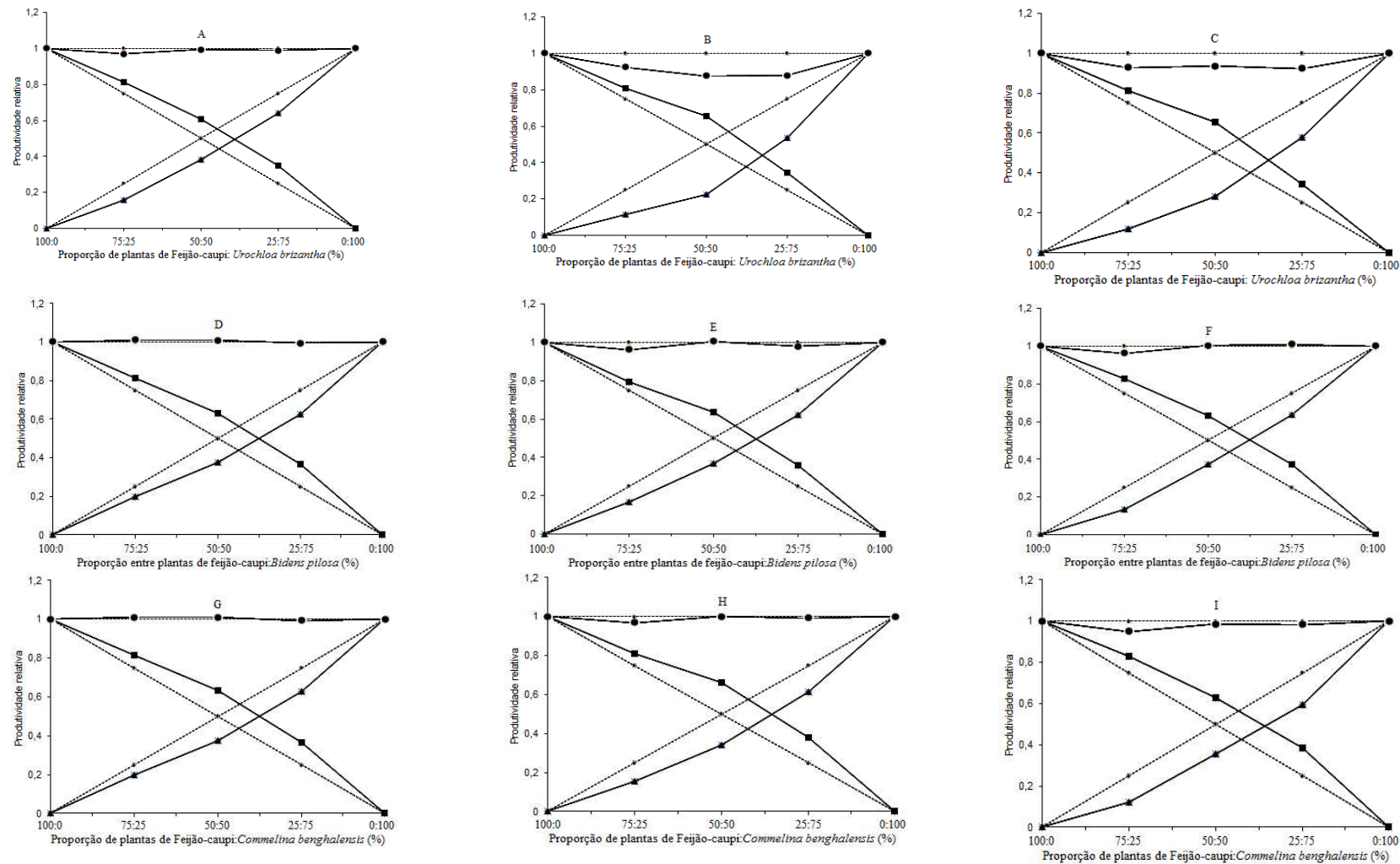
$$A = PR \text{ da cultura} - PR \text{ da planta daninha}$$

A análise estatística da produtividade relativa consistiu primeiramente nos cálculos das diferenças de produtividade relativa (DPR) obtidos nas proporções de 25, 50 e 75% de plantas em relação aos valores pertencentes às retas hipotéticas obtidas nessas proporções. Posteriormente, realizou-se o teste t ( $p \leq 0,05$ ) para comparar as diferenças nos índices DPR, PRT, CR, *K* e *A* (Agostinetto et al., 2013; Hoffman; Buhler, 2002; Roush et al., 1989). Para considerar as curvas de PR e PRT diferentes das retas hipotéticas adotou-se o critério de que no mínimo em duas proporções, ocorressem diferenças significativas pelo teste t (Agostinetto et al., 2013; Bianchi et al., 2006).

Os resultados obtidos para AF, MMSPA e MMSR, expressos em valores médios por planta foram verificados quanto à normalidade e homogeneidade e submetidos à análise de variância e quando o teste F indicou significância ( $p \leq 0,05$ ) as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ), considerando as respectivas monoculturas como testemunhas.

#### 4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise gráfica das variáveis área foliar (AF), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) e massa de matéria seca da raiz (MMSR), as retas de produtividade relativa (PR) do feijão-caupi em relação às retas hipotéticas esperadas são representadas por linhas convexas enquanto que para as espécies *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis* são representadas por linhas côncavas (Figura 1).



**Figura 1-** Produtividade relativa de feijão-caupi (■) de *U. brizantha* (▲) e produtividade relativa total (●), quanto à área foliar (A), massa de matéria seca da parte aérea (B) e massa de matéria seca de raiz (C); produtividade relativa de feijão-caupi (■) de *B. pilosa* (▲) e produtividade relativa total (●), quanto à área foliar (D), massa de matéria seca da parte aérea (E) e massa de matéria seca de raiz (F); produtividade relativa de feijão-caupi (■) de *C. benghalensis* *U. brizantha* (▲) e produtividade relativa total (●), quanto à área foliar (G), massa de matéria seca da parte aérea (H) e massa de matéria seca de raiz (I).

Tais resultados indicam a ocorrência de competição pelos mesmos recursos e que uma espécie é mais agressiva que a outra e contribui mais que o esperado para o rendimento total (Radosevich, 1987). A cultura do feijão-caupi mostrou-se mais eficiente, o que corrobora com Agostinetto et al. (2013), Wandscheer et al. (2013) e Rigoli et al. (2008), que identificaram maior habilidade competitiva da cultura em relação à espécie competidora. Já Bastiani et al. (2016) trabalhando com capim arroz em competição com diferentes cultivares de soja identificaram que a planta daninha apresenta habilidade competitiva similar às cultivares de soja BMX Apollo RR e BMX Potência RR e superior a cultivar de soja BMX Apolo RR. Segundo Dias et al. (2010) a habilidade competitiva de soja é equivalente à de *Commelina benghalensis* e não tem efeito sobre a produtividade total das espécies.

Para que as curvas de PR e PRT fossem diferentes das retas hipotéticas considerou que no mínimo em duas proporções, ocorressem diferenças significativas pelo teste t. Portanto as PR do feijão-caupi com relação a AF, MMSPA e MMSR foram superiores às retas hipotéticas quando em competição com *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. bengalensis*. Já as PR para a AF, MMSPA e MMSR das plantas *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. bengalensis* foram inferiores às respectivas retas hipotéticas (Tabela 1).

A PRT de feijão-caupi e *U. brizantha* em competição não diferiu para a variável AF e foi inferior aos valores esperados. Assim, em competição de feijão-caupi e *U. brizantha* as perdas em AF da planta daninha são compensadas pelo maior rendimento da cultura. Já a PRT para a MMSPA e MMSR foram inferiores às retas hipotéticas quando em competição, indicando que a massa seca total produzida por feijão-caupi e *U. brizantha* em competição são prejudicados apesar do maior rendimento da cultura.

Já a PRT de *B. pilosa* com feijão-caupi e de *C. bengalensis* com feijão-caupi em competição não diferiu em relação à reta hipotética para a AF, MMSPA e MMSR, demonstrando que as perdas da planta daninha foram compensadas pelo maior rendimento do feijão-caupi.

A queda na PRT quando se avalia a *U. brizantha* ocorre provavelmente, pelo sombreamento que o feijão-caupi exerce sobre a *U. brizantha*, que é uma espécie do metabolismo C4 e, sob sombreamento, tem a taxa fotossintética reduzida, prejudicando o acúmulo de matéria seca da parte aérea e das raízes, enquanto que as espécies *B. pilosa* e *C. bengalensis*, por possuírem metabolismo C3, são menos afetadas pelo sombreamento exercido pelo feijão-caupi.

**Tabela 1** – Diferenças relativas de produtividade (DRP) para as variáveis área foliar, massa de matéria seca da parte aérea, massa de matéria seca da raiz e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de 75:25, 50:50 e 25:75, de feijão-caupi e *U. brizantha*, *B. pilosa*, *C. benghalensis*.

| <b>Proporções de plantas de feijão-caupi: <i>U. brizantha</i></b>    |                            |                           |                           |
|--|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
|  | 75:25                      | 50:50                     | 25:75                     |
| Área foliar  |                            |                           |                           |
| Feijão-caupi   | -0,10(±0,01)*              | 0,11(±0,03)*              | 0,10(±0,02)*              |
| <i>U. brizantha</i>  | -0,09(±0,02)*              | -0,12(±0,01)*             | -0,11(±0,01)*             |
| PRT  | 0,97(±0,03) <sup>ns</sup>  | 0,99(±0,03) <sup>ns</sup> | 0,99(±0,03) <sup>ns</sup> |
| Massa da matéria seca da parte aérea                                 |                            |                           |                           |
| Feijão-caupi   | 0,06(±0,01) <sup>ns</sup>  | 0,15(±0,02)*              | 0,09(±0,02) <sup>ns</sup> |
| <i>U. brizantha</i>  | -0,13(±0,01)*              | -0,28(±0,02)*             | -0,21(±0,02)*             |
| PRT  | 0,93(±0,01)*               | 0,88(±0,01)*              | 0,87(±0,03)*              |
| Massa de matéria seca da raiz  |                            |                           |                           |
| Feijão-caupi   | 0,06(±0,01) <sup>ns</sup>  | 0,15(±0,03)*              | 0,09(±0,01)*              |
| <i>U. brizantha</i>  | -0,13(±0,03)*              | -0,22(±0,01)*             | -0,17(±0,01)*             |
| PRT  | 0,93(±0,03)*               | 0,94(±0,03)*              | 0,92(±0,03)*              |
| <b>Proporções de plantas de feijão-caupi: <i>B. pilosa</i></b>       |                            |                           |                           |
| Área foliar  |                            |                           |                           |
| Feijão-caupi   | 0,06(±0,01)*               | 0,13(±0,01)*              | 0,12(±0,01)*              |
| <i>B. pilosa</i>   | -0,05(±0,01)*              | -0,12(±0,02)*             | 0,13(±0,03)*              |
| PRT  | 1,01(±0,01) <sup>ns</sup>  | 1,01(±0,01) <sup>ns</sup> | 0,99(±0,01) <sup>ns</sup> |
| Massa de matéria seca da parte aérea                                 |                            |                           |                           |
| Feijão-caupi   | 0,04(±0,03) <sup>ns</sup>  | 0,14 (±0,02)*             | 0,11(±0,02)*              |
| <i>B. pilosa</i>   | -0,08(±0,01)*              | -0,13(±0,01)*             | -0,13(±0,01)*             |
| PRT  | 0,96(±0,01)*               | 1,01(±0,02) <sup>ns</sup> | 0,98±0,02) <sup>ns</sup>  |
| Massa de matéria seca da raiz  |                            |                           |                           |
| Feijão-caupi   | 0,08(±0,03) <sup>ns</sup>  | 0,13(±0,01)*              | 0,12(±0,02)*              |
| <i>B. pilosa</i>   | -0,12(±0,01)*              | -0,13(±0,02)*             | -0,11(±0,02)*             |
| PRT  | 0,95(±0,01)*               | 1,00(±0,03) <sup>ns</sup> | 1,01±0,01) <sup>ns</sup>  |
| <b>Proporções de plantas de feijão-caupi: <i>C. benghalensis</i></b> |                            |                           |                           |
| Área foliar  |                            |                           |                           |
| Feijão-caupi   | 0,07(±0,01)*               | 0,13(±0,01)*              | 0,12(±0,01)*              |
| <i>C. benghalensis</i>   | -0,06(±0,02) <sup>ns</sup> | -0,11(±0,01)*             | -0,12(±0,01)*             |
| PRT  | 1,01(±0,02) <sup>ns</sup>  | 1,03(±0,03) <sup>ns</sup> | 0,99(±0,02) <sup>ns</sup> |
| Massa de matéria seca da parte aérea                                 |                            |                           |                           |
| Feijão-caupi   | 0,06(±0,02) <sup>ns</sup>  | 0,16(±0,02)*              | 0,13(±0,02)*              |
| <i>C. benghalensis</i>   | -0,09(±0,01)*              | -0,16(±0,03)*             | -0,14(±0,02)*             |
| PRT  | 0,97(±0,02) <sup>ns</sup>  | 1,00(±0,02) <sup>ns</sup> | 0,99(±0,02) <sup>ns</sup> |
| Massa de matéria seca da raiz  |                            |                           |                           |
| Feijão-caupi   | 0,08(±0,03) <sup>ns</sup>  | 0,13(±0,01)*              | 0,14(±0,02)*              |
| <i>C. benghalensis</i>   | -0,13(±0,01)*              | -0,14(±0,02)*             | -0,15(±0,02)*             |
| PRT  | 0,95(±0,01)*               | 0,99(±0,02) <sup>ns</sup> | 0,98±0,01) <sup>ns</sup>  |

<sup>ns</sup>Não-significativo pelo teste F; \*Significativo pelo teste t (p≤0,05). Valores entre parênteses representam o erro-padrão da média. Almenara-MG, 2017.

O crescimento relativo (CR) das plantas de feijão-caupi foi superior ao das plantas de *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis* nas proporções 75:25, 50:50 e 25:75. Portanto, houve

dominância da cultura em relação às plantas daninhas, conforme indicado pelos índices “K”, que foi superior ao da espécie competidora, e “A” maior que 0,0 (Tabela 3), indicando maior poder competitivo da cultura em relação ao competidor (Hoffman; Buhler, 2002).

Espécies domesticadas quando em competição com variação na proporção de indivíduos tendem a apresentar maiores produtividades relativas do que as plantas daninhas (Woldeamlak et al., 2001). Geralmente a cultura é mais competitiva do que o competidor, porque o efeito das plantas daninhas não se deve somente à sua maior habilidade competitiva individual, mas, principalmente, à população total de plantas (Vilà et al., 2004).

Segundo Ferreira et al. (2015) a competição com *U. brizantha* e *B. pilosa* reduz a taxa fotossintética, transpiração, condutância estomática, eficiência no uso da água e a matéria seca da parte aérea, na cultura da soja, sendo que *U. brizantha* é mais prejudicial para a cultura. A competição de *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis* reduz a capacidade da cultura do milho acumular nutrientes (Cury et al., 2012), o que provoca severa redução no conteúdo relativo dessas espécies infestantes em função dessa convivência. Ainda segundo esses autores a *U. brizantha* e a *C. benghalensis* foram as espécies com maior capacidade competitiva.

**Tabela 2** – Índices de competitividade entre feijão-caupi e *U. brizantha*, feijão-caupi e *B. pilosa* e feijão-caupi e *C. benghalensis* expressos por competitividade relativa (CR) e coeficientes de agrupamento relativo (K) e de agressividade (A).

|                    | CR           | K feijão-caupi | K <i>U. brizantha</i>    | A                         |
|--------------------|--------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| AF <sup>1</sup>    | 1,59(±0,03)* | 1,58(±0,03)    | 0,62(±0,03)*             | 0,23(±0,04) <sup>ns</sup> |
| MMSPA <sup>2</sup> | 2,91(±0,03)* | 1,89(±0,02)    | 0,29(±0,02)*             | 0,43(±0,01)*              |
| MMSR <sup>3</sup>  | 2,36(±0,05)* | 1,89(±0,01)    | 0,40(±0,01)*             | 0,37(±0,01)*              |
|                    | CR           | K feijão-caupi | K <i>B. pilosa</i>       | A                         |
| AF <sup>1</sup>    | 1,68(±0,01)* | 1,72(±0,02)    | 0,60(±0,01)*             | 0,26(±0,01)*              |
| MMSPA <sup>2</sup> | 1,73(±0,02)* | 1,79(±0,02)    | 0,59(±0,02)*             | 0,27(±0,02)*              |
| MMSR <sup>3</sup>  | 1,84(±0,02)* | 1,72(±0,02)    | 0,62(±0,01)*             | 0,26(±0,02)*              |
|                    | CR           | K feijão-caupi | K <i>C. benghalensis</i> | A                         |
| AF <sup>1</sup>    | 1,62(±0,02)* | 1,74(±0,3)     | 0,64(±0,03)*             | 0,24(±0,02)*              |
| MMSPA <sup>2</sup> | 1,95(±0,02)* | 1,96(±0,02)    | 0,52(±0,01)*             | 0,32(±0,01)*              |
| MMSR <sup>3</sup>  | 1,91(±0,03)* | 1,72(±0,3)     | 0,57(±0,02)*             | 0,27(±0,01)*              |

<sup>1/</sup>Área foliar; <sup>2/</sup>Massa de matéria seca da parte aérea; <sup>3/</sup>Massa de matéria seca da raiz; <sup>ns</sup>Não-significativo e \*Significativo pelo teste t (p≤0,05). Valores entre parênteses representam os erros-padrão das médias. Almenara-MG, 2017.

A comparação dos valores de AF, MMSPA e MMSR das plantas de feijão-caupi e das espécies competidoras em cada proporção da mistura (25, 50 e 75%), com os obtidos nas respectivas monoculturas (100%) (Tabela 3), permite as inferências sobre a competição intraespecífica e interespecífica. Assim, em geral, a competição intraespecífica foi mais importante

para a cultura e a competição interespecífica foi mais importante para as plantas de *B. brizantha*, *B. pilosa* e *C. bengalensis*, visto que as variáveis MMSPA e MMSR do feijão-caupi foram maiores em competição quando comparado ao monocultivo. Já a AF e MMSPA das três plantas daninhas e a e MMSR de *U. brizantha* foram menores no monocultivo em relação à competição.

**Tabela 3** – Resposta das plantas de feijão-caupi à interferência do competidor *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. bengalensis* aos 50 dias após a emergência, para as variáveis área foliar (AF, cm<sup>2</sup>/planta), massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA, g/planta) e massa de matéria seca da raiz (MMSR, g/planta).

|                    |                       | Proporções Feijão-caupi e <i>U. brizantha</i>   |                   |                   |                   |       |        |       |
|--------------------|-----------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|-------|
| Variável           | Espécie               | 100:0   | 75:25             | 50:50             | 25:75             | 0:100 | CV (%) | Média |
| AF <sup>1</sup>    | Feijão-caupi          | 115,0   | 124,4*            | 140,3*            | 160,7*            | -     | 20,2   | 135,1 |
|                    | <i>U. brizantha</i>   | -   | 150,0*            | 180,5*            | 200,5*            | 234,7 | 18,1   | 191,4 |
| MMSPA <sup>2</sup> | Feijão-caupi          | 1,0   | 1,1 <sup>ns</sup> | 1,3*              | 1,4*              | -     | 14,1   | 1,2   |
|                    | <i>U. brizantha</i>   | -   | 0,6*              | 0,6*              | 0,9*              | 1,3   | 15,5   | 0,9   |
| MMSR <sup>3</sup>  | Feijão-caupi          | 1,0   | 1,1 <sup>ns</sup> | 1,3 <sup>ns</sup> | 1,4 <sup>ns</sup> | -     | 17,0   | 1,2   |
|                    | <i>U. brizantha</i>   | -   | 0,2*              | 0,2*              | 0,3*              | 0,4   | 10,1   | 0,9   |
|                    |                       | Proporções Feijão-caupi e <i>B. pilosa</i>      |                   |                   |                   |       |        |       |
| Variável           | Espécie               | 100:0   | 75:25             | 50:50             | 25:75             | 0:100 | C.V.   | Média |
| AF <sup>1</sup>    | Feijão-caupi          | 115,0   | 124,7*            | 145,7*            | 168,7*            | -     | 17,6   | 238,5 |
|                    | <i>B. pilosa</i>      | -   | 150,0*            | 143,3*            | 159,3*            | 190,5 | 21,0   | 160,8 |
| MMSPA <sup>2</sup> | Feijão-caupi          | 1,0   | 1,1*              | 1,3*              | 1,5*              | -     | 13,2   | 1,2   |
|                    | <i>B. pilosa</i>      | -   | 0,8*              | 0,9*              | 1,0*              | 1,2   | 18,2   | 0,9   |
| MMSR <sup>3</sup>  | Feijão-caup           | 1,0   | 1,1*              | 1,3*              | 1,5*              | -     | 19,0   | 1,2   |
|                    | <i>B. pilosa</i>      | -   | 0,1 <sup>ns</sup> | 0,2 <sup>ns</sup> | 0,2 <sup>ns</sup> | 0,2   | 18,1   | 0,2   |
|                    |                       | Proporções Feijão-caupi e <i>C. bengalensis</i> |                   |                   |                   |       |        |       |
| Variável           | Espécie               | 100:0   | 75:25             | 50:50             | 25:75             | 0:100 | C.V.   | Média |
| AF <sup>1</sup>    | Feijão-caupi          | 115,0   | 125,6*            | 146,0*            | 168,6*            | -     | 21,7   | 138,8 |
|                    | <i>C. bengalensis</i> | -   | 132,8*            | 136,8*            | 146,0*            | 174,9 | 23,4   | 147,6 |
| MMSPA <sup>2</sup> | Feijão-caupi          | 1,0   | 1,3*              | 1,4*              | 1,6*              | -     | 12,6   | 1,3   |
|                    | <i>C. bengalensis</i> | -   | 0,8*              | 0,9*              | 1,0*              | 1,3   | 09,1   | 1,0   |
| MMSR <sup>3</sup>  | Feijão-caupi          | 1,0   | 1,1*              | 1,3*              | 1,5*              | -     | 16,4   | 1,2   |
|                    | <i>C. bengalensis</i> | -   | 0,1 <sup>ns</sup> | 0,2 <sup>ns</sup> | 0,2 <sup>ns</sup> | 0,2   | 12,0   | 0,2   |

<sup>1/</sup>Área foliar; <sup>2/</sup>Massa de matéria seca da parte aérea; <sup>3/</sup>Massa de matéria seca da raiz; <sup>ns</sup>Não-significativo pelo teste F; \*Significativo em relação à testemunha (t) pelo teste de Dunnett (p≤0,05). Almenara-MG, 2017.

Estes dados corroboram com Agostinetti et al. (2013) que trabalhando com a competição de soja com capim-milhã (*Digitaria ciliares*) em experimentos substitutivos, constataram que a competição intraespecífica foi mais importante para cultura. Segundo esses autores, quando as culturas do arroz irrigado ou da soja estão associadas ao milhã, a competição intraespecífica é a mais severa, enquanto, para a planta daninha, prevalece a competição interespecífica como a mais prejudicial. Por outro lado, Dias et al. (2010), relatam que a *C. Benghalensis* possui habilidade competitiva similar à soja, com maior importância da competição intraespecífica em relação à interespecífica tanto para a cultura quanto para a planta daninha. Também, Bastiani et al. (2016) relatam que a competição intraespecífica é mais importante para o capim-arroz do que a competição

interespecífica com os cultivares de soja, resultando em efeitos negativos sobre características morfofisiológicas da espécie.

Santos et al. (2010) trabalhando com competição de plantas daninhas em quiabeiros identificaram que *B. pilosa* foi muito afetada pela competição com as plantas de quiabo. Os mesmos autores relataram redução nas variáveis MSPA e AF quando em competição com *B. pilosa*. Estes mesmos autores relatam que plantas de *C. benghalensis* em convivência com quiabeiros são muito afetadas pela competição.

Aspiazú et al. (2010) trabalhando com a atividade fotossintética de plantas de mandioca submetidas a competição com plantas daninhas, identificaram que *C. benghalensis* afeta a composição da luz incidente sobre a cultura. No entanto, tem menor interferência no acesso à radiação solar e água, quando comparado com *B. pilosa* e *Urochloa Plantaginea*.

As relações competitivas entre plantas de feijão-caupi e as espécies de plantas daninhas *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis* alteram-se em função das proporções de plantas que compõem a associação. O feijão-caupi é mais competitivo do que as plantas de *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis*.

#### 4.6. LITERATURA CITADA

AGOSTINETTO, D.; FONTANA, L. C.; VARGAS, L.; MARKUS, C.; OLIVEIRA, E. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.10, p.1315-1322, 2013.

AMINPANA, H. E.; JAVADI, M. Competitive ability of two rice cultivars (*Oryza sativa* L.) with barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* (L.) p. beauv.) in a replacement series study. **Environmental Biology**, v. 5, p. 2669-2675, 2011.

ASPIAZÚ, I.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO JR., J. I.; SILVA, A. A. CONCENCO, G.; FERREIRA, E. A.; GALON, L. SILVA, A. F.; BORGES, E. T.; ARAUJO, W. F. Photosynthetic activity of cassava plants under weed competition. **Planta Daninha**, v. 28, p. 963-968, 2010.

BASTIANI, O. M.; PINTO LAMEGO, F.; AGOSTINETTO, D.; LANGARO, A. C.; COELHO DA SILVA, D. Competitividade relativa de cultivares de soja com capim-arroz. **Bragantia**, v. 75, n. 4, p.435-445, 2016.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1380-1387, 2006.

CARRIJO, I. V.; FILGUEIRA, F. A. R.; TRANI, P. E. Feijão-Vagem (trepador). In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999, p. 202.

CORRÊA, M. J. P.; ALVES, G. L.; ROCHA, L. G. F.; SILVA, M. R. M. S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.13, n.2, p.50-56, 2015.

CURY, J. P.; SANTOS, J. B.; SILVA, E. B.; BYRRO, E. C. M.; BRAGA, R. R.; CARVALHO, F. P.; VALADÃO SILVA, D. Acúmulo e partição de nutrientes de cultivares de milho em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 287-296, 2012.

COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, v.5, n.3, p.664-673, 1991.

COUSENS, R.; O'NEILL, M. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos**, v. 66, n. 2, p. 347-352, 1993.

DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S. J. P.; MARCOLINI, L.W.; MELO, M. S. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Competitiveness of alexandergrass or bengal dayflower with soybean. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 515-522, 2010.

FERREIRA; E. A.; MATOS, C. C.; BARBOSA, E. A.; DINIZ MELO, C. A. D.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B. Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. **Revista Ciências Agrárias**, v.58, n.2, p. 115-121, 2015.

GALON, L.; GUIMARÃES, S.; LIMA, A. M.; RADUNZ, A. L.; BEUTLER, A. N.; BURG, G. M.; ZANDONÁ, R. R.; PERIN, G. F.; BASTIANI, M. O.; BELARMINO, J. G.; RADUNZ, L. L. Interação competitiva de genótipos de arroz e papuã. **Planta Daninha**, v.32, p.533-542, 2014.

HOFFMAN, M. L.; BUHLER, D. D. Utilizing Sorghum as functional model of crop-weed competition. I. Establishing a competitive hierarchy. **Weed Science**, v. 50, n. 4, p. 466-472, 2002.

OLIVEIRA, O.M.S.; SILVA, J.F.; GONÇALVES, J.R.P.; KLEHM, C.S. Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.523-530, 2010.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S. e GHERSA, C. M. **Ecology of weeds and invasive plants: Relationship to agriculture and natural resource management**. 3.ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.

RADOSEVICH, S. R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technology**, v. 1, n. 1, p. 190-198, 1987.

RIGOLI, R. P.; AGOSTINETTO, D.; SCHAEGLER, C. E.; DAL MAGRO, T.; TIRONI, S. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 93-100, 2008.

SANTOS, J. B.; SILVEIRA, T. P.; COELHO, P. S.; COSTA, O. G.; MATTA, P. M.; SILVA, M. B.; DRUMOND NETO, A. P. Interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 255-262, 2010.

WANDSCHEER, A. C. D. E RIZZARDI, M. A. Interference of soybean and corn with *Chloris distichophylla*. **Ciência e Agrotecnologia**, v, 37, p. 306-312, 2013.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dos arranjos adequados que potencializem o desenvolvimento das culturas é essencial para o sucesso de um sistema de consórcio. Outro aspecto importante na produção agrícola é o manejo das plantas daninhas. Nesta tese foram avaliados o comportamento do quiabeiro e do feijão-caupi nos diferentes arranjos e a habilidade competitiva dessas duas culturas com as plantas daninhas *Urochloa brizantha*, *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*. Os resultados mostraram que em condições irrigadas o cultivo em consórcio foi viável nos arranjos com uma fileira de quiabo alternada com uma fileira de feijão-caupi e nos arranjos com uma fileira de quiabo alternada com duas fileiras de feijão-caupi. Nos experimentos de sequeiro houve apenas produção de feijão-caupi, demonstrando a importância dos sistemas consorciados como forma de reduzir o risco de insucesso. A competição do quiabeiro com *U. brizantha*, foi prejudicial para as duas culturas e em competição com *B. pilosa* e *C. benghalensis* o quiabeiro é mais competitivo. Já as plantas de feijão-caupi são mais competitivas que *U. brizantha*, *B. pilosa* e *C. benghalensis*. Os resultados dessa pesquisa evidenciam a importância dos melhores arranjos para o cultivo em consórcio e das relações competitivas das culturas com as plantas daninhas.