

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**

**INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA
DO GRÃO-DE-BICO CULTIVADO SOB DOSES DE
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Carita Liberato do Amaral

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**

**INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA
DO GRÃO-DE-BICO CULTIVADO SOB DOSES DE
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Carita Liberato do Amaral

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2013

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CARITA LIBERATO DO AMARAL: nascida na cidade de Jaboticabal (São Paulo), no dia 02 de março de 1981, realizou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Câmpus Jaboticabal – junto à LX turma do curso de Agronomia. Durante a graduação foi membro da diretoria do GIEU - Grupo Integração Empresa Universidade (2008/2009), estagiou no Laboratório de Biologia e Manejo de plantas daninhas e desenvolveu projetos científicos na área de biologia e manejo de plantas daninhas, sendo bolsista de Iniciação Científica pela FAPESP. Em 2011 ingressou no curso de Mestrado em Agronomia, pelo programa de Produção Vegetal, nessa mesma instituição, atuando na mesma área de pesquisa iniciada durante a graduação, com auxílio financeiro da FAPESP, que possibilitou a elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, José Pedro e Aparecida,
pelo apoio, força, educação, sacrifício
e amor, exemplo de ética e caráter, perseverança e fé.
Ao meu irmão Leonardo, pela amizade e incentivo.
DEDICO.

Aos meus avós, Rosa e Arnaldo (*in memorian*),
Francisca (*in memorian*) e Orlando (*in memorian*),
pelo apoio, amor e carinho.
OFEREÇO.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais	1
Referências	5
CAPÍTULO 2 - Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do grão-de-bico cultivado sob doses de adubação nitrogenada	11
RESUMO	11
ABSTRACT	12
2.1. INTRODUÇÃO	13
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.2.1. Área experimental	14
2.2.2. Caracterização climática	15
2.2.3. Caracterização do solo	15
2.2.4. Semeadura do grão-de-bico	17
2.2.5. Tratamentos experimentais	17
2.2.6. Desenho experimental	18
2.2.7. Avaliações do grão-de-bico e das plantas daninhas	18
2.2.8. Análise dos dados	19
2.3. RESULTADOS	19
2.3.1. Comunidade infestante	19
2.3.2. Períodos de interferência	20
2.4. DISCUSSÃO	24
2.5. REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO 3 - Fitossociologia de plantas daninhas em área de cultivo de grão-de-bico sob diferentes adubações nitrogenadas de cobertura	32
RESUMO	32
ABSTRACT	33
3.1. INTRODUÇÃO	34
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	35

3.2.1. Caracterização da área do levantamento	35
3.2.2. Caracterização do solo	35
3.2.3. Caracterização climática	36
3.2.4. Banco de sementes	37
3.2.5. Amostragem da comunidade infestante	37
3.2.6. Levantamento fitossociológico	38
3.2.7. Análise estatística	38
3.3. RESULTADOS	38
3.3.1. Banco de sementes	38
3.3.2. Composição florística e comportamento da comunidade infestante	39
3.3.3. Densidade populacional e acúmulo de massa seca	41
3.3.4. Estudo fitossociológico	46
3.3.5. Índice de diversidade	50
3.4. DISCUSSÃO	52
3.5. REFERÊNCIAS	56
CAPÍTULO 4 - Considerações finais	59

INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO GRÃO-DE-BICO CULTIVADO SOB DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO - A interferência das plantas daninhas pode prejudicar o desenvolvimento de culturas em ecossistemas agrícolas, comprometendo a produtividade e a qualidade do produto colhido. Estudos ecológicos das comunidades infestantes e o conhecimento do período de interferência podem auxiliar no desenvolvimento de programas de manejo das plantas daninhas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estimar os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do grão-de-bico, em resposta a doses de cobertura de nitrogênio e realizar o levantamento florístico e fitossociológico de comunidade infestante da área. Nos anos de 2011 e 2012 foram conduzidos três experimentos utilizando doses de nitrogênio em cobertura (0, 50 e 75 kg N ha⁻¹), aos 40 dias após a semeadura do grão-de-bico. Os experimentos foram conduzidos utilizando períodos crescentes (0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 56, 63 e 140 dias após a emergência) de convivência e controle de plantas daninhas na cultura do grão-de-bico em duas situações: inicialmente livre das plantas daninhas (LPD) e inicialmente infestado pelas plantas daninhas (IPD). Os períodos de interferência das plantas daninhas sobre o grão-de-bico foram baseadas nas perdas de produtividade ao longo do tempo. Os levantamentos florísticos e fitossociológicos foram realizados ao término de cada período de convivência da cultura com as plantas daninhas (períodos IPD) e aos 70 dias após a emergência para o grupo de períodos crescentes de controle das plantas daninhas (LPD70), utilizando três quadrados de 0,25 m² por parcela para o estudo florístico e fitossociológico. As plantas daninhas interferiram negativamente na produtividade do grão-de-bico, causando perdas de rendimento. Os períodos críticos de interferência, nos experimentos adubados com 50 e 75 kg N ha⁻¹ (entre 5 a 65 dias após a emergência em 2011 e 10 a 61 em 2012, para perda aceitável de 5%), mantiveram-se próximos aos períodos do experimento sem adubação (0 kg N ha⁻¹) (7 a 76 dias após a emergência em 2011 e 11 a 64 em 2012, para perda 5%), e a adubação nitrogenada aumentou a produtividade do grão-de-bico. Tanto em 2011, como em 2012, *Raphanus raphanistrum* foi a espécie de maior índice de importância e também destacou-se com elevado acúmulo de massa seca.

Palavras-chave: *Cicer arietinum* L., diversidade, estudo fitossociológico, períodos de convivência, período crítico de interferência, produtividade

INTERFERENCE OF WEEDS IN CHICKPEAS PRODUCTIVITY WITH DOSES OF NITROGEN

ABSTRACT - Weeds can cause several interferences on the development of crops in agricultural ecosystems, affecting mainly the productivity and the quality of the harvested product. Ecological studies of weed communities and the knowledge of periods of weed interference on crops may assist in developing programs for weed management. The aims of this study were estimate the periods of weed interference in the chick-peas crop, grown under different concentrations of nitrogen topdressing and evaluate the flora and phytosociology of the weed community in this area. During the 2011 and 2012 harvests we conducted three experiments in each year, using the nitrogen topdressing concentrations at 0, 50 and 75 kg N ha⁻¹ at 40 days after sowing the crop. The experiments were conducted using increasing periods (0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 56, 63 and 140 days after emergence) of coexistence and control weeds in chick-peas and weeds in two situations: initially weed-free (WF) and initially weed-infested (WI) periods. The determinations of the weed-period interferences on chick-peas were performed based on loses of productivity over time. The floristic and phytosociological surveys were conducted at the end of each period of coexistence among the crop and the weeds in all WI periods and at 70 days after emergence for the period WF70 using three squares 0,25 m² per plot for floristic and phytosociological studies. Weeds negatively interfered on chick-peas productivity, causing yield losses. The critical weed-interference periods for the experiments with 50 and 75 kg N ha⁻¹ (5-65 DAE in 2011 and 10-61 in 2012 accepting 5% of losses), remained close the times the experiment without nitrogen topdressing (0 kg N ha⁻¹) (7-76 days after emergence in 2011 and 11-64 in 2012 accepting 5% of losses). The nitrogen topdressing increased the chick-peas productivity. In both years, *Raphanus raphanistrum* presented high index of importance as well the higher dry mass accumulation among the weeds.

Keywords: *Cicer arietinum* L., diversity, phytosociological study, coexistence periods, critical period of weed interference, yield

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

O grão-de-bico é uma planta anual diplóide ($2n = 2x = 16$), pertencente à ordem Rosales, família *Fabaceae* (Leguminosas), sub-família *Lotoideae* (primeiramente classificada na tribo *Vicieae* e atualmente na tribo *Cicereae* Alef. Kupicha), gênero *Cicer* L. e espécie *Cicer arietinum* L. (CAMPOS & CANÉCCHIO FILHO, 1987; AHMAD et al., 2005).

O grão-de-bico, também conhecido como garbanzo na América Latina, é produzido em mais de 50 países (FAO, 2011). É cultura importante em vários países tropicais e subtropicais, principalmente na Ásia, sendo usado na preparação de vários alimentos tradicionais e na formulação de produtos de panificação, de laticínios e de alimentos infantis (RAVI & BHATTACHARYA, 2004).

O grão-de-bico é uma leguminosa de inverno que tem apresentado características favoráveis de alta rusticidade, tais como: baixa incidência de pragas e doenças e tolerância à seca (BRAGA, 1986).

O grão-de-bico possui grande expressão mundial dentre as leguminosas, apresentando excelente fonte de carboidratos e de proteínas, que abrangem cerca de 80% da massa total das sementes secas (BRAGA, 1997), sendo uma importante fornecedora de energia nas dietas alimentares (MAÇÃS, 2003). A proteína do grão-de-bico tem sido considerada a de melhor valor nutricional dentre as leguminosas (TAVANO, 2002), diferenciando-se das outras leguminosas por sua digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais, além de apresentar a melhor disponibilidade de ferro (CANNIATTI-BRAZACA & SILVA, 2004). A quantidade de amilose é em torno de 28,6 a 34,3%, dependendo da variedade (SINGH ET AL., 2004). Apresenta considerável quantidade de óleo, cujos valores variam de 3,8 a 10,2%, com alto teor de ácidos graxos insaturados, principalmente linoléico e oléico (FERREIRA et al. 2006).

O consumo deste grão ainda é muito limitado no Brasil, quando comparado a outras leguminosas como o feijão (FERREIRA et al. 2006). O grão-de-bico é uma leguminosa que tem, nutricionalmente, grande potencial a ser explorado, a fim de minimizar as deficiências protéicas e minerais da população, uma vez que o grão-

de-bico é boa fonte de minerais (P, Mg, Fe, K, Co, Mn) (FERREIRA et al. 2006), além de possuir potencial tecnológico no desenvolvimento de processos e produtos adequados às necessidades e hábitos de consumo dos brasileiros (OLIVEIRA, 2007).

No Brasil a produção de grão-de-bico não é auto-suficiente, sendo necessária a importação para o consumo, o que encarece o seu preço final. No entanto, segundo Braga e Vieira (1998), a cultura do grão-de-bico adapta-se às condições do outono-inverno, se irrigada. O Estado de São Paulo pode se tornar uma importante opção agrícola para a semeadura no período de fevereiro a abril (VALIM & BATISTUTI, 2000).

Em São Paulo, os rendimentos máximos obtidos com genótipos dos grupos “kabuli” e “desi” foram de 1.766 e 2.709 kg ha⁻¹, respectivamente (BRAGA, 1997). Minas Gerais tem grande potencial para o cultivo do grão-de-bico, por causa da vasta área irrigada por aspersão e do clima ameno no outono-inverno na maior parte do Estado (VIEIRA et al., 1999). No Brasil Central, os rendimentos alcançados com cultivares precoces do grupo “kabuli” variaram de 1.891 a 2.828 kg ha⁻¹ (NASCIMENTO et al. 1994). Em 1994, a cultivar Cícero, selecionada de introduções procedentes do México, foi recomendada para cultivo no inverno nas condições edafoclimáticas do Brasil Central. Nessa região, essa cultivar apresentou um ciclo de vida de, aproximadamente, 110 dias (GIORDANO & NASCIMENTO, 1994).

No entanto, a cultura de grão-de-bico ainda não se firmou no Brasil, sendo escassos os trabalhos sobre os problemas que podem afetar o seu desenvolvimento, principalmente no que diz respeito à interferência causada pelas plantas daninhas, que é um dos fatores que pode provocar a redução da produtividade da cultura de grão-de-bico, devido a seus efeitos sobre o crescimento e os componentes de rendimento da cultura. Assim, estudos ecológicos das comunidades infestantes e o conhecimento do período de interferência tornam-se de grande importância para a viabilização e efetivação do cultivo de grão-de-bico no Brasil, proporcionando o desenvolvimento de programas de manejo das plantas daninhas.

O conhecimento da habilidade competitiva das plantas é um elemento básico na previsão das perdas de rendimento causadas por elas e, dessa forma, da vantagem econômica das práticas de seu controle (OLIVER et al. 1976;

SHURTLEFF & COBLE, 1985). A composição e densidade da comunidade infestante também desempenha papel importante na tomada de decisão referente às práticas de manejo e controle, nas mais diversas formas de cultivo, como têm sido evidenciado pelos trabalhos de Weber et al. (1995), Bárberi et al. (1997) e Stevenson et al. (1997).

Pitelli (2001) afirma que os índices fitossociológicos são importantes para analisar o impacto que os sistemas de manejo e as práticas agrícolas exercem sobre a dinâmica de crescimento e ocupação de comunidades infestantes em agroecossistemas. O método fitossociológico é uma ferramenta que, se usada adequadamente, permite fazer várias inferências sobre a comunidade em estudo (ERASMO et al., 2004).

A cultura do grão-de-bico apresenta problemas principalmente com a competição de plantas daninha anuais de folha larga, devido ao padrão de crescimento similar (SOLH & PALA, 1990). As espécies de infestantes têm diferentes efeitos sobre as perdas de rendimento do grão-de-bico, dependendo do seu hábito de crescimento, das exigências nutricionais e da absorção de água (SOLH & PALA, 1990).

As perdas de rendimento decorrentes da competição com plantas daninhas variam consideravelmente em função do nível de infestação e da espécie predominante (ICARDA, 1987; BHAN & KUKULA, 1987). Quando não controladas adequadamente, as plantas daninhas além de competirem por fatores essenciais ao crescimento e dificultarem a operação de colheita, depreciam a qualidade do produto, servindo, ainda, como hospedeiras intermediárias de insetos, nematóides e agentes causadores de doenças (COBUCCI et al., 1999). Foram observadas que as perdas no rendimento do grão-de-bico variaram de 40 a 94% no subcontinente indiano (ICARDA, 1987; BHAN & KUKULA, 1987), entre 40 a 75% no Oeste da Ásia (ICARDA, 1987), 13 a 98% no Norte de África (EL-BRAHLI, 1988; KNOTT & HALILA, 1988; ICARDA, 1987), de 35% na Itália (CALCAGNO et al., 1987), e redução de 30 a 67% na matéria seca do grão-de-bico, no centro-oeste do Estado de São Paulo (AMARAL et al., 2010). O controle eficaz das plantas daninhas pode aumentar a produtividade do grão-de-bico de 17 a 105% (ICARDA, 1986).

As plantas daninhas podem interferir diretamente nesta cultura, competindo pelos recursos do meio, principalmente água, luz e nutrientes, e depreciando a qualidade do produto colhido, indiretamente quando atuam como hospedeiras alternativas de pragas, moléstias, nematóides e plantas parasitas e também interferindo nas práticas de colheita (PITELLI, 1987).

As plantas daninhas não interferem com a mesma intensidade em todas as etapas de desenvolvimento das culturas (MULUGETA & BOERBOOM, 2000). Pitelli (1985) comentou que os períodos de convivência tolerados por uma cultura com as plantas daninhas são determinados estudando-se os períodos críticos de interferência.

O grau de tolerância à interferência entre as plantas cultivadas e as plantas daninhas depende de diversos fatores relacionados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), porte e arquitetura, extensão, profundidade do sistema radicular; ao ambiente (PITELLI, 1987; KASAI et al. 1997; KUVA et al. 2001; KUVA et al. 2003), e à própria cultura (gênero, espécie ou cultivar, espaçamento entre sulcos e densidade de semeadura). Estudos demonstram que a interferência imposta pelas plantas daninhas às culturas é mais severa principalmente na fase inicial de crescimento (VIDAL et al., 2010). A época e duração do período de convivência também são modificadas pelas condições edafoclimáticas e pelos tratos culturais, que também são componentes importantes nesta relação (ALDRICH, 1987; PITELLI et al. 2002).

Dentre os fatores de competição entre as plantas cultivadas e as plantas daninhas, os nutrientes (principalmente nitrogênio, fósforo e potássio) apresentam-se de grande importância no que se refere à perda de produção das culturas agrícolas (BLACKSHAW et al. 2003). Algumas espécies de plantas daninhas apresentam maior competitividade em relação às culturas absorvendo mais nutrientes por unidade de biomassa radicular, atribuindo esse fato à seleção voltada à sobrevivência, sofrida pelas plantas daninhas (CHAPIN, 1980). Do ponto de vista de Di Tomaso (1995), algumas espécies de plantas daninhas presentes em solos de boa fertilidade tornam-se mais competitivas com as culturas, devido à sua maior eficiência na absorção e utilização desses nutrientes.

O conhecimento de aspectos da biologia das espécies é fundamental, destacando-se os padrões de crescimento, as exigências nutricionais e as respostas às alterações do ambiente, entre outros (BIANCO et al., 2005)

Na literatura são encontrados poucos estudos com interferência de plantas daninhas na cultura do grão-de-bico, principalmente referentes ao estudo de índices fitossociológicos das comunidades infestantes nas áreas de produção. Para viabilizar uma produção rentável no Brasil torna-se necessária a intensificação de trabalhos de pesquisa com o grão-de-bico.

Assim, estudos dos efeitos do período de interferência de plantas daninhas na cultura do grão-de-bico podem auxiliar nas práticas de manejo adequado de plantas daninhas para reduzir as perdas e o impacto ao meio ambiente provocado pelo uso inadequado de medidas de controle. Para Solh e Pala (1990), qualquer medida que assegure um efetivo controle de plantas daninhas durante este período deverá evitar perda de produtividade.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estimar os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do grão-de-bico, em resposta a doses de adubação em cobertura de nitrogênio e realizar o levantamento florístico e fitossociológico de comunidade infestante da área.

1.1. Referências

AHMAD, F.; GAUR, P.; CROSER, J. **Chickpea (*Cicer arietinum* L.)**. In Genetic Resources, Chromosome Engineering and Crop Improvement – Grain Legumes. Volume 1. Edited by: USA: CRC Press. Singh R, Jauhar P; 2005, p.185-214.

ALDRICH, R. J. Predicting crop yield reductions from weeds. **Weed Technology**, Champaign, v. 1, n. 3, p. 199-206, 1987.

AMARAL, C. L.; PAVAN, G. B.; ALVES, P. L. C. A. Efeito da espécie nas relações de interferência entre as plantas daninhas e o grão-de-bico. In: XXVII Congresso Brasileiro da ciência das Plantas Daninhas, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.

BARBERI, P.; SILVESTRI, N.; BONARI, E. Weed communities of winter as influenced by imput level and rotation. **Weed Research**, v.37, n. 5, p.301-313, 1997.

BHAN, V. M.; KUKULA, S. **Weeds and their control in chickpea**. In: SAXENA, M. C.; SINGH, K. B. (Ed.). The chickpea. Wallingford: C.A.B. International, 1987. p. 319-328.

BIANCO, S.; TONHÃO, M. A. R.; PITELLI, R. A. Crescimento e nutrição de capim-braquiária. **Planta daninha**, v. 23, n. 3. p. 423-428, 2005.

BLACKSHAW, R. E.; BRANDT, R. N.; JANZEN, H. H.; ENTZ, T.; GRANT, C. A.; DERKSEN, D. A. Differential response of weed species to added nitrogen. **Weed Science**, Lawrence, v. 51, n. 4, p. 532-539, 2003.

BRAGA, N. R. Grão-de-bico: IAC avalia introdução no Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, v. 38, n. 2, p. 137-138, 1986.

BRAGA, N. R. **Possibilidades da cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) na Microrregião de Viçosa, Minas Gerais**: competição entre cultivares e nutrição mineral. 1997. 112 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

BRAGA, N. R.; VIEIRA, C. Efeito da inoculação com *Bradyrhizobium* sp., nitrogênio e micronutrientes no rendimento do grão-de-bico. **Bragantia**, v. 57, n. 2, p. 349-353, 1998.

BRAGA, N. R.; VIEIRA, R. F.; RAMOS, J. A. O. A cultura do grão-de-bico. **Informe Agropecuário**, v. 16, n. 174, p. 47-52, 1992.

CALCAGNO, F.; GALLO, G.; VENORA, G.; RESTUCCIA, G. **Primi resultati di ricerche sperimentali sul diserbo chimico del cece. Zn La Coltura Del Cece in Italia**. Roma: ENEA. 1987.

CAMPOS, T.; CANÉCCHIO FILHO, V. **Principais culturas**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987, v. 2, p.95-99.

CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SILVA, F. C. Enhancers and inhibitors of iron availability in legumes. **Plant Food for Human Nutrition**, v. 58, p. 1-8, 2004.

CHAPIN, F. S. The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review Ecology Systematics**, Palo Alto, v. 11, p. 233-260, 1980.

COBUCCI, T.; DI STEFANO, J. G.; KLUTHCOUSKI, J. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. P. 56. (Circular Técnica, 35).

DI TOMASO, J. M. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. **Weed Science**, Champaign, v. 43, n. 3, p. 491-497, 1995.

EL-BRAHLI, E. Lutte contre les mauvaises herbes dans la lentille et le pois-chiche d'hiver en zone semi arid. In: THE SEMINAR ON FOOD LEGUMES IN MOROCCO, Settat. **Proceeding...** 1988. p. 7-9.

ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas daninhas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.195-201, 2004.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Base de dados FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: dez. 2011.

FERREIRA, A. C. P.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, V. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 80-88, 2006.

GIORDANO, L. B.; NASCIMENTO, W. M. Cícero: nova cultivar de grão-de-bico para cultivo de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 80, 1994.

ICARDA - International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. **International Nursery Reports of Food Legume Improvement**, Program 5 to 10. Aleppo (Syria), 1987.

ICARDA - International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. **Farming System Program, annual report**. Aleppo (Syria), 1986.

KASAI, F. S.; PAULO, E. M.; CAVICHIOLI, J. C.; PERESSIN, V. A.; IGUE, T. . Efeito dos períodos de competição do mato na cultura do amendoim: I - safra da seca de 1988. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 323-331, 1997.

KNOTT, C. M.; HALILA, M. H. Weeds in food legumes problems, effects and control methods. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOOD LEGUME RESEARCH, 1986. Spokane, Washington, USA. **Proceeding...** p. 535-548, 1988.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar III - capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II - Capim Braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 323-330, 2001.

MAÇÃS, I. M. D. **Seleção de linhas de grão de bico (*Cicer arietinum* L.) adaptadas ao ambiente mediterrânico - critérios morfológicos e fisiológicos**. 2003. 169 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Universidade de Évora, Évora, 2003.

MULUGETA, D.; BOERBOOM, C. M. Critical time of weed removal in glyphosate-resistant *Glycine max*. **Weed Science**, Lawrence, v. 48, n. 1, p. 34-42, 2000.

NASCIMENTO, W. M.; GIORDANO, L. B.; BEVITORI, R. Avaliação de cultivares de grão-de-bico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 93, 1994.

OLIVEIRA, T. M. **Desenvolvimento e avaliação de filme biodegradável de polietileno incorporado de amido de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)**. Viçosa, MG, 2007, 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

OLIVER, L. R.; FRANS, R. E.; TALBERT, R. E. Field competition between tall morningglory and soybean. I - Growth analysis. **Weed Science**, v. 24, p. 482-488, 1976.

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

PITELLI, R. A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A.; GAVIOLI, V. D.; GRAVENA, R.; ROSSI, C. A. Efeito de período de controle de plantas daninhas na cultura de amendoim. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 389-397, 2002.

PITELLI, R. A. Estudo fitossociológico de uma comunidade infestante na cultura da cebola. **Journal Consherb**, v.1, p.1-6, 2001.

RAVI, R.; BHATTACHARYA, S. Flow behaviour of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour dispersions: effect of additives. **Journal of Food Engineering**, v. 65, n. 4, p. 619-624, 2004.

SHURTLEFF, J. L.; COBLE, H. D. Interference of certain broadleaf weed species in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v. 33, p. 654-657, 1985.

SINGH, N.; SANDHU, K. S.; KAUR, M. Characterization of starches separated from Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. **Journal of Food Engineering**, v. 63, n. 4, p. 441-449, 2004.

SOLH M. B.; PALA, M. **Weed control in chickpea**. Aleppo (Syria): ICARDA - International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, 1990. p. 93-99. (CIHEAM - Options Mediterraneennes, 9).

STEVENSON, F.C.; LEGERE, A.; SIMARD, R.R.; ANGERS, D.A.; PAGEAU, D.; LAFOND, J. Weed species diversity in spring barley varies with crop rotation and tillage, but not with nutrient source. **Weed Science**, v.45, n. 6, p.798-806, 1997.

TAVANO, O. L. **Avaliação nutricional de frações protéicas do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) var. IAC- Marrocos: estudo *in vivo* e *in vitro***. 2002. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2002.

VALIM, M. F. C. F. A.; BATISTUTI, J. P. Efeito da extrusão termoplástica no teor de lisina disponível da farinha desengordurada de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). **ALAN**, Caracas, v. 50, n. 3, p. 270-273, 2000.

VIDAL, R. A.; PORTUGAL, J.; SKORA NETO, F. Nível crítico de dano de infestantes em culturas anuais. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 133 p.

VIEIRA, R. F.; RESENDE, M. A. V.; CASTRO, M. C. S. Comportamento de cultivares de grão-de-bico na Zona da Mata e Norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 166-170, 1999.

WEBER, G.; ELEMÓ, K.; LAGOKE, S.T.O. Weed communities in intensified cereal based cropping systems of the northern Guinea savanna. **Weed Research**, v.35, p.167-178, 1995.

CAPÍTULO 2 - Períodos de interferência das plantas daninhas na produtividade de grão-de-bico cultivado sob doses de adubação nitrogenada em cobertura

RESUMO - A interferência causada pelas plantas daninhas é um dos fatores que pode reduzir a produtividade da cultura de grão-de-bico, comprometendo o desenvolvimento e rendimento da cultura. Foi desenvolvida uma pesquisa em campo para estimar o período crítico de interferência das plantas daninhas (PCPI) e a produção do grão-de-bico, cultivado sob três condições de adubação nitrogenada em cobertura (0, 50 e 75 kg ha⁻¹). Os experimentos foram conduzidos utilizando períodos crescentes (0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 56, 63 e 140 dias após a emergência) de convivência do grão-de-bico em duas situações: inicialmente livre das plantas daninhas (LPD) e inicialmente infestado pelas plantas daninhas (IPD). Em relação à comunidade infestante foi avaliada a massa seca total e a composição específica. A presença das plantas daninhas interferiu negativamente na produção do grão-de-bico, causando perdas de rendimento, inviabilizando economicamente o desenvolvimento da cultura. Os períodos críticos de interferência, nos experimentos adubados com 50 e 75 kg N ha⁻¹ (entre 5 a 65 dias após a emergência em 2011 e 10 a 61 em 2012, para perda aceitável de 5%), mantiveram-se próximos aos períodos do experimento sem adubação (0 kg N ha⁻¹) (7 a 76 dias após a emergência em 2011 e 11 a 64 em 2012, para perda 5%), e a adubação nitrogenada aumentou a produtividade do grão-de-bico.

Palavras-chave: *Cicer arietinum* L., períodos de convivência, período crítico de interferência.

CRITICAL PERIOD OF WEED INTERFERENCE IN CHICK-PEAS PRODUCTIVITY WITH DIFFERENT DOSES OF TOPDRESSING NITROGEN

ABSTRACT - The interference caused by weeds must be considered one of the main factors that can interfere and reduce the chick-peas productivity. A field study was conducted to determine the critical period of weed interference (CPWI) and the percentage of grains production in chick-peas, cultivated with three different doses of topdressing nitrogen (0, 50 e 75 kg ha⁻¹). A quantitative series of treatments concerned (0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 56, 63 and 140 days after emergence) with both increasing duration of interference and length of weed-free period were carried out. The presence of weeds negatively interfered on chick-peas grains production, being necessary the management of weeds to enable the production of this crop. Whereas even the CPWI were similar on the treatments with (50 e 75 kg ha⁻¹) (between 5 to 65 days after emergence in 2011 and 10-61 in 2012 to 5% acceptable loss in productivity) and without (0 kg ha⁻¹) topdressing nitrogen (7-76 days after emergence in 2011 and 11-64 in 2012 to 5% loss), the topdressing increased the chick-peas productivity.

Keywords: *Cicer arietinum* L., coexistence periods, critical period of weed interference.

2.1. INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma cultura de grande expressão mundial, utilizada principalmente para a alimentação humana e animal (MOHAMMADI et al., 2005). Suas sementes são ricas em fibras, proteínas, vitaminas, carboidratos, sais minerais (ULUKAN et al., 2012), ácidos graxos insaturados e β -caroteno (GAUR et al., 2012). Além da utilização das sementes, sua palha pode ser utilizada para alimentação animal (TEPE et al., 2011).

As folhas jovens de grão-de-bico podem ser consumidas após cozimento, sendo considerada uma fonte alternativa de proteínas e nutrientes, principalmente para populações com baixo poder aquisitivo (IBRIKCI et al., 2003). Além das características nutricionais, a cultura do grão-de-bico também pode desempenhar um papel importante na manutenção da fertilidade do solo, principalmente em regiões tropicais (VARSHNEY et al., 2009), podendo se tornar uma boa opção como cultura de rotação.

No Brasil, a produção de grão-de-bico ainda é incipiente (FAO, 2011). Praticamente todo o produto consumido internamente é importado, verificando assim a necessidade de estudos para a viabilização da produção comercial da cultura no país.

A convivência entre as culturas e as plantas daninhas é considerada um dos grandes problemas da agricultura, podendo afetar sensivelmente o desenvolvimento das culturas, de modo que o controle adequado das plantas daninhas na cultura do grão-de-bico pode aumentar a produtividade de 17 a 105% (ICARDA-FSP, 1986).

A presença das plantas daninhas em ecossistemas agrícolas condiciona diversos fatores bióticos atuantes sobre as plantas cultivadas que podem interferir no seu crescimento, desenvolvimento e produtividade (PITELLI, 1985). No entanto, essa interferência não ocorre com a mesma intensidade em todas as etapas do desenvolvimento das culturas (MULUGETA & BOERBOOM, 2000), constatando-se assim, que em alguns períodos a cultura tolera a presença das plantas daninhas sem reflexos negativos na produtividade.

Os períodos de interferência entre as plantas daninhas e as culturas agrícolas podem ser utilizados para otimizar o período de controle das plantas daninhas

(HALL et al., 1992; Martin et al., 2001), reduzindo a utilização de produtos fitossanitários e/ou capinas à partir do desenvolvimento de modelos bioeconômicos utilizados em sistemas de manejo integrados de plantas daninhas (MOHAMMADI et al., 2005), além de evitar perdas ou danos à cultura, resultando em um rendimento economicamente viável (TEPE et al., 2011).

Os períodos de interferência variam muito em função de vários fatores que podem estar relacionados às condições ambientais, características do solo, da comunidade infestante e da própria cultura (TEPE et al., 2011).

Dentre os fatores que podem alterar as relações de competitividade entre a cultura e as plantas daninhas, a disponibilidade de nutrientes no solo encontra grande destaque (MARSCHNER, 1995), principalmente em relação ao nitrogênio (N), ao fósforo (P) e ao potássio (K). As respostas das plantas às doses de fertilizante são interessantes no auxílio para o desenvolvimento de estratégias em relação à adubações, constituindo-se um componente importante em programas de manejo integrado de plantas daninhas (BLACKSHAW et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi estimar os períodos críticos à interferência [período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção da interferência (PTPI) e período crítico de prevenção da interferência (PCPI)] da comunidade infestante natural sobre a produtividade da cultura do grão-de-bico, cultivada em diferentes doses de adubação de cobertura nitrogenada. Dessa forma almeja-se responder as questões: (i) A adubação de cobertura nitrogenada pode alterar o período crítico de interferência? (ii) A adubação de cobertura nitrogenada pode melhorar a produtividade do grão-de-bico e interferir na comunidade infestante?

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Área experimental

Três experimentos foram conduzidos em condições de campo nos anos de 2011 e 2012, no município de Jaboticabal (São Paulo), a uma altitude média de 615 metros do nível do mar, situado na latitude 21° 14' S e longitude 48° 17' W.

As áreas experimentais utilizadas no experimento foram anteriormente utilizadas para o cultivo de soja (*Glycine max*) em 2011 e milho (*Zea mays*) em 2012.

2.2.2. Caracterização climática

O clima da região é definido como tropical, e classificado, de acordo com o sistema internacional de Köppen (1948), como Cwa. A precipitação anual média dos últimos 38 anos foi de 1.443,8 mm, caracterizada por uma distribuição de chuvas concentrada no verão e por um inverno seco.

Os dados de precipitação pluvial e temperaturas no decorrer do período experimental foram coletados junto à Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV - UNESP - Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo.

A partir dos dados climatológicos (Tabela 1) observa-se que os experimentos foram conduzidos em condições ambientais semelhantes. A temperatura média foi similar para os dois anos, mas a precipitação foi maior em 2012, com uma somatória de 110,5 mm, enquanto em 2011 registrou-se menos da metade (44,9 mm). Essas variações foram supridas pela irrigação suplementar, acionando-se os aspersores sempre que visualmente necessário, de modo a totalizar 400 mm de água ao final do experimento nas duas áreas, seguindo recomendações de aplicação de água para a cultura do grão-de-bico (adaptado NASCIMENTO et al., 1998)..

Tabela 1. Temperatura máxima, média e mínima, e precipitação mensal entre maio e setembro de 2011 e 2012. Jaboticabal –SP.

Safra	mês	Tmax (°C)	Tmed (°C)	Tmin (°C)	Precipitação (mm)
2011	maio	31,60	20,20	8,80	6,50
	junho	30,10	16,75	3,40	26,70
	julho	31,60	19,10	6,60	0,00
	agosto	35,40	19,80	4,20	9,40
	setembro	37,30	22,85	8,40	2,30
2012	maio	30,30	19,55	8,80	20,40
	junho	30,20	21,00	11,80	48,60
	julho	31,70	18,75	5,80	9,00
	agosto	31,60	21,15	10,70	0,00
	setembro	36,60	21,40	6,20	32,50

2.2.3. Caracterização do solo

Aos sessenta dias antes da semeadura do grão-de-bico foram coletadas vinte amostras de solo cobrindo toda a área experimental nos anos de 2011 e 2012. As amostras foram homogeneizadas formando uma amostra completa. As propriedades químicas e físicas dessa amostra foram analisadas no Departamento de Solos e

Aubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV - UNESP - Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo segundo os procedimentos para análise de solos no Brasil.

Os parâmetros químicos e físicos do solo avaliados em 2011 e 2012 (Tabela 2) estão dentro dos valores requeridos pela cultura (VAN RAIJ et al., 1997) com exceção da saturação por base (V %) que deveria ser ao redor 70%. No entanto, nota-se que em 2011 o V% está próximo do valor esperado para a cultura e, em 2012, foi inferior a metade desse valor. Observou-se também que o valor de $H+Al^{3+}$ foi superior, e de Ca^{2+} e P inferior em 2012, caracterizando assim um solo mais ácido, visto que os principais fatores que caracterizam a acidez dos solos estão relacionados aos elevados níveis de Al^{3+} e pelos baixos níveis de Ca^{2+} e P (HUE & LICUNIDE, 1999). Os solos mais ácidos apresentam, entre outros, uma baixa saturação por base e baixa capacidade de troca de cátions, além da baixa capacidade de retenção de água podendo induzir a deficiência hídrica de plantas e esses fatores e/ou interações reduzem a produtividade de muitas culturas (FAGERIA, 2001).

Tabela 2. Propriedades físicas e químicas do solo utilizado para semeadura do grão-de-bico em 2011 e 2012. Jaboticabal – São Paulo.

Parâmetro do solo	Ano	
	2011	2012
pH (CaCl ₂)	5,5	4,5
MO (g dm ⁻³)	20,0	19,0
P _{resina} (mg dm ⁻³)	69,0	24,0
K ⁺ (mMol _c dm ⁻³)	3,0	3,4
Ca ²⁺ (mMol _c dm ⁻³)	40,0	11,0
Mg ²⁺ (mMol _c dm ⁻³)	18,0	6,0
H+Al ³⁺ (mMol _c dm ⁻³)	34,0	42,0
SB (mMol _c dm ⁻³)	61,0	20,4
T (mMol _c dm ⁻³)	95,0	62,4
V (%)	64	33
Argila	546	380
Limo	241	37
Areia fina	130	245
Areia grossa	83	338
Textura	Argilosa	Argilosa

2.2.4. Semeadura do grão-de-bico

A cultivar utilizada foi a BRS Cícero (CNPQ 91-008), do grupo Kabuli, selecionada a partir de introduções oriunda do México. Segundo EMBRAPA (2010), o grão-de-bico 'BRS Cícero' adaptou-se bem às condições edafoclimáticas do Brasil Central no período seco de inverno, em locais de maiores altitudes, necessitando de irrigação suplementar.

A cultivar BRS Cícero apresenta ciclo médio de 110 dias, porte semi-ereto, com cerca de 50 cm de altura, uma a duas sementes por vagens, e produtividade média entre 1600 e 2700 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2010).

As sementeiras do grão-de-bico, nas safras 2011 e 2012 foram realizadas na primeira quinzena de maio em sistema de sementeira convencional, utilizando uma média de 13,8 plantas por metro a 5 cm de profundidade e espaçamento entre linhas de 45 cm.

Neste momento, foi realizada a adubação de 150 kg ha⁻¹ de adubo formulado (04-14-08). Nos dois anos agrícolas foram utilizadas doses de adubação de cobertura nitrogenada, sendo elas: I – 0 kg N ha⁻¹; II - 50 kg N ha⁻¹ (VAN RAIJ et al., 1997); e III - 75 kg N ha⁻¹. As adubações foram realizadas aos 40 dias após a sementeira da cultura, quando as plantas encontravam-se no estágio fenológico "crescimento vegetativo" (KHANNA-CHOPRA & SINHA, 1987), antes da floração.

Até os dez dias após a sementeira foi realizado desbaste das plântulas para estabelecimento da densidade de 12 plantas por metro, caracterizando esta data como o início do experimento.

2.2.5. Tratamentos experimentais

Antecedendo a sementeira, 100 kg de sementes grão-de-bico foram tratadas com 20 g de tiametoxam e 50 g de carboxina + tiram, utilizando um tambor rotativo para tratamento de sementes.

Nos dois anos, 30 dias após a sementeira do grão-de-bico, foram aplicados 200 g ha⁻¹ de tiofanato-metílico em área total para controle preventivo de *Sclerotium rolfsii*.

2.2.6. Desenho experimental

Os experimentos foram conduzidos em esquema fatorial utilizando delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. O primeiro fator foi o cultivo do grão-de-bico inicialmente livre das plantas daninhas (LPD) e o segundo fator foi o cultivo do grão-de-bico inicialmente infestado pelas plantas daninhas (IPD). Foram utilizados 20 tratamentos, sendo 10 tratamentos LPD até 0 (LPD₀), 7 (LPD₇), 14 (LPD₁₄), 21 (LPD₂₁), 28 (LPD₂₈), 35 (LPD₃₅), 42 (LPD₄₂), 56 (LPD₅₆), 63 (LPD₆₃) e 140 (LPD₁₄₀) dias após emergência (DAE); e 10 tratamentos IPD até 0 (IPD₀), 7 (IPD₇), 14 (IPD₁₄), 21 (IPD₂₁), 28 (IPD₂₈), 35 (IPD₃₅), 42 (IPD₄₂), 56 (IPD₅₆), 63 (IPD₆₃) e 140 (IPD₁₄₀) DAE (AHMADVAND et al., 2009).

Cada parcela experimental foi constituída por cinco linhas de semeadura de grão-de-bico e seis metros de comprimento cada, resultando em uma área total de 13,5 m². As amostragens e avaliações foram realizadas utilizando apenas as três linhas centrais, descartando-se um metro em cada extremidade, resultando em uma área útil final de 5,4 m².

2.2.7. Avaliações do grão-de-bico e das plantas daninhas

A colheita do grão-de-bico foi realizada por arranquio manual aos 140 DAE e em seguida trilhado em uma colhedora de soja. Neste momento, o teor de umidade dos grãos encontrava-se entre 13 a 15%.

A cada sete dias, foram coletadas duas plantas de cada unidade experimental para a verificação de nodulação, sendo que não foi verificada a presença de nódulos em todo o período experimental nos três experimentos dos dois anos.

A caracterização da comunidade das plantas daninhas foi realizada ao término de cada período de IPD e aos 70 DAE para LPD, utilizando três amostragens aleatórias (quadrado amostral de 25 cm²) por parcela, com quatro repetições por tratamentos. As plantas daninhas foram removidas das parcelas, identificadas, quantificadas e secas em estufa com circulação de ar a 70°C por 96 horas para determinação da massa seca total.

2.2.8. Análise dos dados

Os dados de produtividade do grão-de-bico obtidos nos diferentes períodos de convivência com as plantas daninhas foram ajustados a um modelo de regressão sigmoidal de Boltzmann para estimativa do período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção da interferência (PTPI) e do período crítico de prevenção da interferência (PCPI), conforme utilizado por Kuva et al. (2000): $y = [(P1 - P2) / (1 + e^{(x - xi) / dx})] + P2$, em que: y é produtividade de grão-de-bico ($t\ ha^{-1}$) em função dos períodos de convivência ou controle; $P1$, a produção máxima ($t\ ha^{-1}$) obtida nas plantas mantidas livre das plantas daninhas durante todo o ciclo; $P2$, a produção mínima ($t\ ha^{-1}$) obtida nas plantas em convivência com as plantas daninhas durante o período máximo; $(P1 - P2)$, perdas de produção ($t\ ha^{-1}$); x , o limite superior do período de convivência ou controle (dias); xi , o limite superior do período de convivência ou controle, que corresponde ao valor intermediário entre a produção máxima e mínima (dias); e dx , o parâmetro que indica a velocidade de perda de produção em função do tempo de convivência [$(t\ ha^{-1})\ dia^{-1}$].

O PCPI, identificado pelo final do período anterior à interferência, foi determinado tolerando-se uma redução aceitável de produção de 2,5, 5 e 10% em relação àquela obtida nas parcelas mantidas livre das plantas daninhas durante todo o ciclo agrícola do grão-de-bico. Esses valores, embora escolhidos arbitrariamente, encontra-se entre um provável valor aceito pelo produtor, além de necessário para as distinções estatísticas na produtividade (EVANS et al., 2003).

2.3. RESULTADOS

2.3.1. Comunidade infestante

Em 2011 a comunidade infestante da área experimental foi composta por 15 espécies, pertencentes a 11 famílias botânicas, de modo que *Alternanthera tenella*, *Amaranthus viridis*, *Portulaca oleracea* e *Raphanus raphanistrum* apresentaram maior representabilidade numérica. Quanto a massa seca total da amostragem das plantas daninhas (36,16 kg em $180\ m^2$) que ocorreram nos diferentes períodos de 2011 constatou-se que *R. raphanistrum* e *A. viridis* apresentaram maior valor dentro

da comunidade analisada, correspondendo, respectivamente, a 72,58 e 12,38% da massa seca total das plantas daninhas

Diferente de 2011, a comunidade infestante de 2012 foi composta por 23 espécies de plantas daninhas pertencentes a 13 famílias, totalizando um acúmulo de massa seca de 18,46 kg. Entre as espécies mais numerosas (*Amaranthus viridis*, *Bidens pilosa*, *Coronopus didymus*, *Cyperus rotundus*, *Lepidium virginicum*, *Nicandra physaloides*, *Parthenium hysterophorus*, *Portulaca oleracea*, *Raphanus raphanistrum*), *R. raphanistrum* e *B. pilosa* destacaram-se nesse agroecossistema, com os maiores acúmulos de massa seca (67,72 e 10,21%, respectivamente).

2.3.2. Períodos de interferência

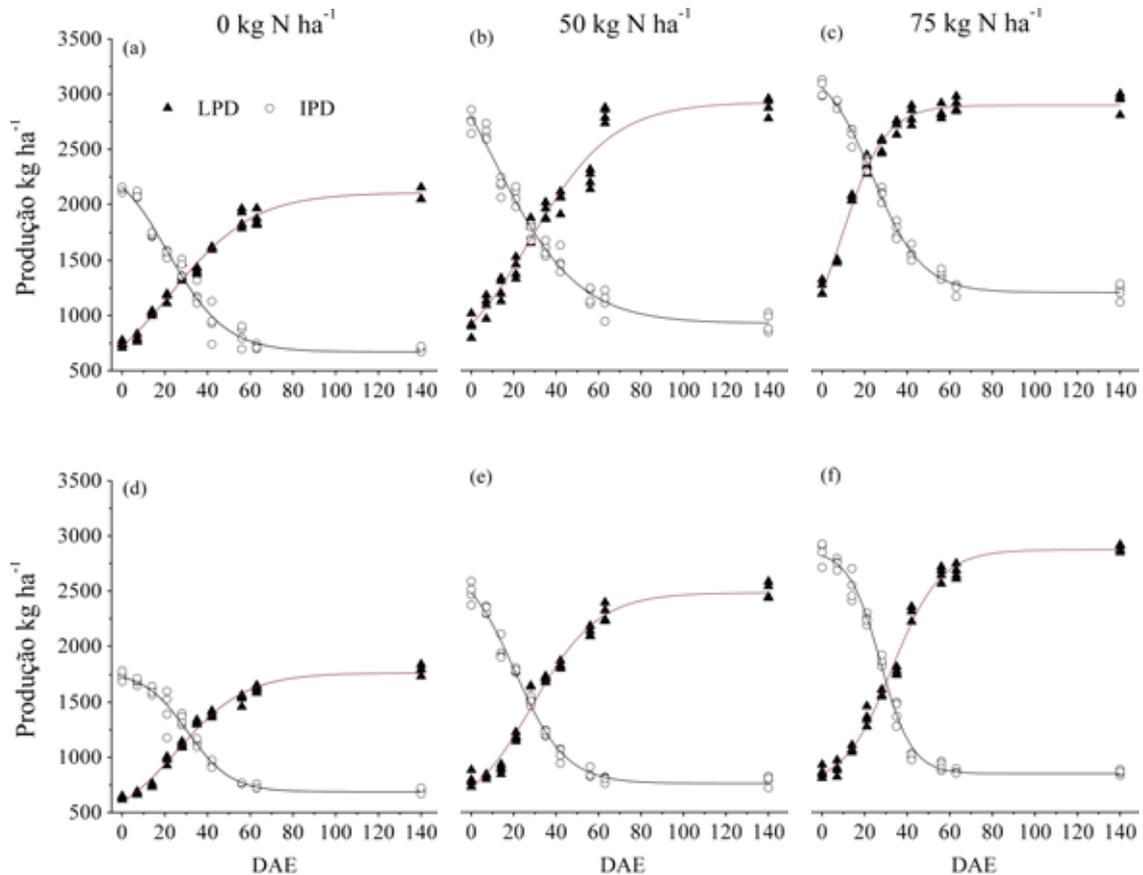
A Figura 1 representa as curvas ajustadas segundo Boltzman (KUVA et al., 2000): sendo que uma curva representa a produtividade de grão-de-bico inicialmente infestado com as plantas daninhas (○ IPD), permitindo assim a determinação do período anterior à interferência (PAI); e a outra curva representa a produtividade das plantas que permaneceram inicialmente livre das plantas daninhas (▲ LPD), permitindo a determinação do período total de prevenção da interferência (PTPI).

Em relação a equação, observou-se redução na produtividade de 2450,34 para 670,02 kg ha⁻¹ (0 kg de N ha⁻¹), 3876,75 para 925,59 kg ha⁻¹ (50 kg de N ha⁻¹), 3302,40 para 1205,85 kg ha⁻¹ (75 kg de N ha⁻¹) em 2011, considerando a produção máxima e mínima segundo o modelo adotado, o que representa redução de 72,66, 76,12 e 63,49%, respectivamente. Em 2012, ainda em relação a equação, verificou-se redução na produtividade de 1779,58 para 687,79 kg ha⁻¹ (0 kg de N ha⁻¹), 2786,67 para 758,55 kg ha⁻¹ (50 kg de N ha⁻¹) e 2865,24 para 846,84 kg ha⁻¹ (75 kg de N ha⁻¹), com reduções de 61,35, 72,78 e 70,44%.

No ano de 2011, em relação ao experimento 0 kg de N ha⁻¹, considerando perdas aceitáveis de 2,5; 5 e 10% na produtividade da cultura do grão-de-bico, observou-se que a convivência das plantas daninhas afetou a cultura a partir dos 6, 7 e 11 DAE (PAI), respectivamente (Figura 1 a; Tabela 3).

Também foi possível verificar que as plantas daninhas devem ser controladas até os 82 DAE para uma perda máxima de 2,5% de produção, 76 DAE para 5% e 61 DAE para 10% (PTPI), obtendo-se, assim, o período em que as plantas daninhas

devem ser controladas: dos 6 aos 82 DAE (perda aceitável de 2,5% da produtividade), dos 7 aos 76 DAE (perda aceitável de 5% da produtividade) e dos 11 aos 61 DAE (perda aceitável de 10% da produtividade).



	▲ LPD		○ IPD	
(a)	$y = \frac{-1832,42}{1 + e^{(x - 22,34) / 19,64}} + 2105,98$	$R^2: 0,98$	$y = \frac{1780,33}{1 + e^{(x - 21,81) / 13,41}} + 670,02$	$R^2: 0,97$
(b)	$y = \frac{-2495,48}{1 + e^{(x - 27,75) / 19,54}} + 2928,62$	$R^2: 0,95$	$y = \frac{2951,16}{1 + e^{(x - 10,76) / 19,78}} + 925,59$	$R^2: 0,97$
(c)	$y = \frac{-2373,92}{1 + e^{(x - 9,19) / 10,20}} + 2900,02$	$R^2: 0,98$	$y = \frac{2096,54}{1 + e^{(x - 23,72) / 11,72}} + 1205,85$	$R^2: 0,99$
(d)	$y = \frac{-1407,61}{1 + e^{(x - 25,77) / 16,11}} + 1765,49$	$R^2: 0,99$	$y = \frac{1091,79}{1 + e^{(x - 30,61) / 10,15}} + 687,79$	$R^2: 0,97$
(e)	$y = \frac{-2033,21}{1 + e^{(x - 28,74) / 15,47}} + 2480,61$	$R^2: 0,98$	$y = \frac{2028,12}{1 + e^{(x - 20,52) / 11,91}} + 758,55$	$R^2: 0,99$
(f)	$y = \frac{-2135,03}{1 + e^{(x - 32,93) / 11,35}} + 2869,02$	$R^2: 0,99$	$y = \frac{2018,40}{1 + e^{(x - 27,33) / 7,45}} + 846,84$	$R^2: 0,99$

Figura 1. Produtividade de grão-de-bico em função dos períodos de convivência e ausência das plantas daninhas em 2011 (a, b, c) e 2012 (d, e, f) para adubação de cobertura de 0 kg de N ha⁻¹ (a, d), 50 kg de N ha⁻¹ (b, e) e 75 kg de N ha⁻¹ (c, f).

Tabela 3. Período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI) em função das porcentagens de redução de rendimento toleradas para experimentos conduzidos em 2011 e 2012 com adubação de cobertura de 0 kg de N ha⁻¹, 50 kg de N ha⁻¹ e 75 kg de N ha⁻¹.

Ano	Experimento	Porcentagem de redução											
		2,5%			5%			10%					
		PAI DAE	PTPI DAE	PCPI Dias	PAI DAE	PTPI DAE	PCPI Dias	PAI DAE	PTPI DAE	PCPI Dias			
2011	0 kg N ha ⁻¹	6	82	6-82	76	7	76	7-76	69	11	61	11-61	50
	50 kg N ha ⁻¹	4	69	4-69	65	5	65	5-65	60	9	57	9-57	48
	75 kg N ha ⁻¹	9	45	9-45	36	10	40	10-40	30	14	31	14-31	17
2012	0 kg N ha ⁻¹	8	59	8-59	51	11	64	11-64	53	17	55	17-55	38
	50 kg N ha ⁻¹	9	59	9-59	50	10	57	10-57	47	13	50	13-50	37
	75 kg N ha ⁻¹	7	63	7-63	56	10	61	10-61	51	15	53	15-53	38

DAE = dias após a emergência.

Após o PTPI, o controle das plantas daninhas não proporcionou aumento na produtividade do grão-de-bico. Sendo assim, o período de 6 a 82 DAE (76 dias), 7 a 76 DAE (69 dias) e 11 a 61 DAE (50 dias), para perdas de 2,5, 5 e 10 % de produtividade, caracterizado como o PCPI do experimento 0 kg de N ha⁻¹, período esses em que a cultura deve ser, efetivamente, mantida na ausência das plantas daninhas.

No experimento 50 kg de N ha⁻¹ em 2011 (Figura 1 b), admitindo-se perdas de 2,5, 5 e 10% na produtividade do grão-de-bico (Tabela 5), observou-se que a convivência com a comunidade infestante começou a afetar a produtividade da cultura aos 4, 5 e 9 DAE (PAI), respectivamente, sendo que o controle das plantas daninhas para perdas máximas de 2,5, 5 e 10% devem ser realizados até 69, 65 e 57 DAE (PTPI) caracterizando um intervalo de 65 dias para 2,5%, 60 dias para 5% e 57 dias para 10% para o período crítico de prevenção à interferência (PCPI).

No experimento com 75 kg de N ha⁻¹ (Figura 1 c) ainda em 2011, para perdas de 2,5, 5 e 10% na produtividade do grão-de-bico (Tabela 3), obteve-se PAI de 9, 10 e 14 DAE e PTPI de 45, 40, e 31, respectivamente, verificando-se assim o PCPI de

36 dias para 2,5%, 40 dias para 5% e 31 dias para 10% de tolerância a perda de produtividade em relação ao tratamento LPD_0 .

Para o ano de 2012, no experimento $0 \text{ kg de N ha}^{-1}$ (Figura 1 d), aceitando perdas de 2,5, 5 e 10% na produtividade da cultura (Tabela 3). Os PAIs observados foram de 8, 11, 17 DAE, PTPI de 59, 64 e 55 DAE, e assim o PCPI de 8 a 59 DAE (51 dias), 11 a 64 DAE (53 dias) e 17 a 55 DAE (38 dias), respectivamente.

Nesta mesma safra, no experimento $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$ (Figura 1 e) em 2012, observou-se que o PAI foi de 9, 10 e 13 DAE e o PTPI de 59, 57 e 50 DAE para perdas aceitáveis de 2,5, 5 e 10% da produtividade e o PCPI neste experimento foi de 50 dias para perda de 2,5%, 47 dias para 5% e 37 dias para perda de 10% da produtividade dos grãos (Tabela 3).

Ainda em relação aos períodos de interferência, o experimento $75 \text{ kg de N ha}^{-1}$ do ano 2012 (Figura 1 f) obteve-se PAI de 7, 10 e 15 DAE, PTPI de 63, 61 e 53 DAE e PCPI de 56, 51 e 38 dias para perdas de 2,5, 5 e 10% da produtividade (Tabela 3).

Em relação a produtividade do grão-de-bico, quando comparado os tratamentos na ausência total de plantas daninhas (LPD_{140}) em relação ao tratamento de convivência destas durante todo o ciclo (IPD_{140}) em 2011, é possível constatar redução de 67,16, 67,65 e 58,69% na produtividade de grãos para 0, 50 e 75 kg de N ha^{-1} , respectivamente, sendo a produtividade máxima alcançada foi de 2101, 2890 e 2936 kg ha^{-1} (LPD_{140}), evidenciando, assim, a alta suscetibilidade do grão-de-bico à interferência das plantas daninhas.

A produtividade do grão-de-bico nos períodos IPD_0 referente a safra 2011 foi de 2138; 2755 e 3051 kg ha^{-1} , respectivamente para os experimentos adubados com 0, 50 e 75 kg N ha^{-1} . Em relação à safra 2012, observou-se reduções em relação aos experimentos correspondentes de 2011, com produtividade total de 1733; 2482 e 2846 kg ha^{-1} para os tratamentos adubados com 0, 50 e 75 kg N ha^{-1} , representando respectivamente reduções de 18,94; 9,91 e 6,72%, em relação a produtividade máxima do ano anterior. Para os períodos de LPD_{140} , em 2011 a produtividade foi de 2101, 2890 e 2936 kg ha^{-1} e em 2012 foi de 1792, 2501 e 2883, reduzindo assim 14,71, 13,46 e 1,80% para os tratamentos adubados com 0, 50 e 75 kg N ha^{-1} , respectivamente.

2.4. DISCUSSÃO

A comunidade infestante da cultura de grão-de-bico diferiu entre os anos avaliados quanto à composição específica, a densidade e ao acúmulo de massa seca. Tais diferenças podem ser justificadas pelos diferentes históricos de práticas culturais utilizadas nas culturas precedentes que podem beneficiar algumas espécies em detrimento de outra, reunindo as características adequadas para a ocupação e/ou estabelecimento de determinadas espécies no nicho. Não somente as práticas culturais anteriores, bem como a adubação nitrogenada pode ter afetado a flora infestante, uma vez que os tratamentos com maiores doses de N proporcionaram as menores quantidades e diversidades de espécies para os dois anos (dados não mostrados). Para algumas espécies vegetais, principalmente gramíneas, a utilização de altas doses de fertilizantes pode afetar negativamente a diversidade de espécies (LORENZO et al., 2007), sugerindo uma relação inversamente proporcional entre disponibilidade de nutrientes no solo e diversidade de espécies vegetais.

Nas duas safras (2011 e 2012), o aumento da duração da pressão das plantas daninhas sobre a cultura proporcionou altas reduções na produtividade do grão-de-bico, predizendo assim a sensibilidade da cultura à convivência com uma comunidade infestante, independentemente da utilização ou não de adubações nitrogenadas de cobertura ou da composição dessa comunidade. A interferência de plantas daninhas sob as plantas cultivadas causa efeitos muitas vezes irreversíveis e a recuperação do crescimento, desenvolvimento ou produtividade pode não ocorrer após a retirada do estresse provocado pela convivência imposta com as plantas daninhas (KOZLOWSKI, 2002; KOZLOWSKI et al., 2002).

A redução de produtividade observada nos experimentos conduzidos em 2012 em relação a 2011 pode ter sido influenciada pela diversidade de plantas daninhas (15 espécies em 2011 e 23 em 2012), pela cultura antecessora (soja em 2011 e milho em 2012), pelas condições ambientais e pelas características do solo. Nota-se, no entanto, que mesmo no solo mais desfavorável e sem adubação de cobertura (experimento com menor produtividade - ano 2012, experimento I), o rendimento da produção nas parcelas LDP₀ (média de 1732,8 kg ha⁻¹) manteve-se

dentro da produtividade esperada para a cultivar, entre 1600 e 2700 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2010).

Os PAIs nos experimentos dos dois anos obtiveram valores variando entre 4 e 17 DAE considerando uma perda aceitável de 2,5 a 10%. Quando considerada apenas a perda de 5%, o PAI ficou entre 5 e 11 DAE. Valores de PAI parecidos também foram estimados em outras espécies pertencentes à família Fabaceae, como feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris*) com 4 DAE (Borchardt et al., 2011), para soja (*Glycine max*) foi de 11 a 17 DAE (Silva et al., 2009) para perdas de 5% e também para o grão-de-bico da cultivar Jam (também do grupo Kabuli), em Tabriz, noroeste do Irã, no ano de 2003 em que o PAI foi de 17 DAE e o PTPI de 60 DAE (MOHAMMADI et al., 2005). Na cultura do grão-de-bico, os baixos valores de PAI podem ser justificados pelo lento desenvolvimento da planta, com a arquitetura da copa aberta e porte baixo, reduzindo assim a capacidade de competir com as plantas daninhas (MOHAMMADI et al., 2005).

No ano de 2011, o aumento da adubação nitrogenada proporcionou uma redução no número de dias do PCPI. Entretanto, tal padrão não foi verificado em 2012, sugerindo que provavelmente não há relação entre a quantidade de adubação de cobertura nitrogenada com o PCPI.

O aumento do período de convivência da cultura com a comunidade infestante reduziu drasticamente a produtividade independentemente da ausência ou presença de adubação. Em todos os experimentos foram observadas reduções superiores a 50% em relação às plantas que permaneceram todo o período livre das plantas daninhas (LPD₁₄₀). A maioria das plantas daninhas apresenta crescimento inicial mais rápido que o grão-de-bico, proporcionando uma grande vantagem competitiva para as populações infestantes, inibindo o crescimento da cultura, reduzindo a incidência de luz, podendo afetar a fotossíntese e, conseqüentemente, interferir no rendimento (TEPE et al., 2011).

Neste experimento observou-se diferenças entre os períodos de 2011 e 2012. Essa variação entre os períodos interferência de uma safra para outra sugere que os períodos críticos podem variar de acordo com vários fatores e características (HALL et al., 1992; KNEZEVIC et al., 2002), como a temperatura e umidade do solo; ao nível de fertilidade do solo; a densidade de plantas daninhas; a composição

específica da flora infestante (TEPE et al., 2011); o tempo para a emergência das plantas daninhas (NORSWORTHY & OLIVEIRA, 2004); o clima (MOHAMMADI et al., 2005; TEPE et al., 2011); a intensidade de luz (RETTA et al., 1991); a fertilidade do solo (EVANS et al., 2003; MOHAMMADI et al., 2005); e características da própria cultura como a espécie e cultivar utilizada (AGOSTINHO et al., 2006), densidade de semeadura da cultura e padrões de distribuição (NORSWORTHY & OLIVEIRA, 2004), e a época de semeadura (MOHAMMADI et al., 2005), dentre outros.

A necessidade de fertilizantes para a cultura de grão-de-bico não é muito bem conhecida e ainda requer novos estudos nesta área (MAÇÃS, 2003). O grão-de-bico, apesar de ser uma leguminosa, tem respondido positivamente à adubação nitrogenada em cobertura, fato este que pode lhe conferir vantagem competitiva frente à comunidade de plantas daninhas infestantes. Quando comparados os tratamentos infestados e livres das plantas daninhas, em 2011, os experimentos com adubação de cobertura nitrogenada proporcionaram acréscimos de 37,55 e 28,86% (50 kg de N ha⁻¹) e 39,74 e 42,70% (75 kg de N ha⁻¹) em relação ao experimento na ausência dessa adubação, para os períodos LPD e IPD, respectivamente. No ano 2012, os acréscimos na produtividade foram ainda maiores, 39,56 e 43,22% (50 kg de N ha⁻¹) e 60,88 e 64,22% (75 kg de N ha⁻¹), para os períodos LPD e IPD, respectivamente. Para a cultura do feijão, técnicas como a adubação nitrogenada em cobertura tem sido preconizada, visto os efeitos positivos encontrados para aumentar o rendimento de grãos (GOMES et al., 2005).

Considerando que o preço médio anual do fertilizante utilizado na adubação de cobertura nitrogenada (uréia) (CONAB, 2012), foi de US\$ 0,61 por quilograma (ano base 2012) e que seria necessário entre 112 e 167 kg de uréia para realizar as respectivas adubações de 50 e 75 kg N ha⁻¹, acrescentando o coeficiente técnico para a adubação do grão-de-bico (NASCIMENTO et al., 1998) com custo hora/máquina do trator e adubadora para o mês junho de 2012 (CONAB, 2012); e que o preço internacional de mercado do grão-de-bico é aproximadamente US\$ 1 por quilograma (FAO, 2011; Where Food Comes From, 2012), a adubação de cobertura nitrogenada proporcionou um acréscimo na produtividade, em 2011, de 617 e 913 kg ha⁻¹ quando utilizado 50 e 70 kg ha⁻¹ de N, e de 749 e 1113 kg ha⁻¹ para 2012. Dessa forma verificou-se que a adubação de cobertura utilizando 50 a 75

kg N ha⁻¹ custou ao redor de US\$ 222,40 a 256,81 e conferiu um retorno em produção de aproximadamente US\$ 617,00 a 1113,00.

Desta forma, é possível concluir que a presença das plantas daninhas representa um entrave na produção do grão-de-bico, podendo causar perdas consideráveis de rendimento, inviabilizando economicamente o desenvolvimento da cultura. Os períodos críticos de interferência, considerando uma perda aceitável de 5% proporcionaram um intervalo de 7 a 76 DAE em 2011 e 11 a 64 DAE em 2012, para o experimento 0 kg N ha⁻¹; entre 5 a 65 DAE em 2011 e 10 a 57 DAE em 2012, para 50 kg N ha⁻¹; e de 10 a 40 DAE em 2011 e 10 a 61 DAE em 2012, para 75 kg N ha⁻¹. Mesmo considerando que os períodos críticos de interferência nos tratamentos adubados com 50 e 75 kg N ha⁻¹, mantiveram-se próximos aos períodos dos tratamentos sem adubação (0 kg N ha⁻¹), a adubação nitrogenada beneficiou economicamente a produtividade do grão-de-bico.

2.5. REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, F. H.; GRAVENA, R.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P.; MATTOS, E. D. Critical periods of weed control in peanuts. **Peanut Science**, v. 33, n.1, p. 29-35, 2006.
- AHMADVAND, G.; MONDANI, F.; GOLZARDI, F. Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. **Scientia Horticulturae**, v. 121, p. 249-254, 2009.
- BLACKSHAW, R. E.; BRANDT, R. N.; JANZEN, H. H.; ENTZ, T.; GRANT, C. A.; DERKSEN, D. A. Differential response of weed species to added nitrogen. **Weed Science**, v. 51, n. 4, p. 532-539, 2003.
- BORCHARTT, L.; JAKELAITIS, A.; VALADÃO, F. C. A.; VENTUROSOS, L. A. C.; SANTOS, C. L. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 725-734, 2011.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Preços dos Insumos Agropecuários**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/detalhe.php?a=1303&t=2>>. Acesso em: dez 2012.

- EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Grão-de-bico Cícero**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/produtos/cultivares/grao_de_bico_cicero.htm> . Acesso em: ago. 2010.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.
- EVANS, S. P.; KNEZEVIC, S. Z.; LINDQUIST, J. L.; SHAPIRO, C. A.; BLANKENSHIP, E. E. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. **Weed Science**, v. 51, n. 3, p. 408-417, 2003.
- FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 416-424, 2001.
- FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Base de dados FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: dez. 2011.
- GAUR, P. M.; JUKANTI, A. K.; VARSHNEY, R. K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. **Agronomy**, v. 2, n.3, p. 199-221, 2012.
- GOMES JR., F. G.; LIMA, E. R.; LEAL, A. J. F.; MATOS, F. A.; SÁ, M. E.; HAGA, K. I. Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 3, p. 455-459, 2005.
- GONÇALVES, A. C. A.; FOLEGATTI, M. V.; SILVA, A. P. Estabilidade temporal da distribuição espacial da umidade do solo em área irrigada por pivô central **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 1, p. 155-164, 1999.
- HALL, M. R.; SWANTON, C. J.; ANDERSON, G. W. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 40, n. 3, p. 441-447, 1992.
- HUE, N. V.; LICUNIDE, D. L. Amelioration of subsoil acidity through surface application of organic manures. **Journal of Environmental Quality**, v. 28, n. 2, p. 623-632, 1999.
- IBRIKCI, H.; KNEWTSON, S. J. B.; GRUSAK, M. A. Chickpea leaves as a vegetable green for humans: Evaluation of mineral composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n. 9, p. 945-950, 2003.

ICARDA-FSP. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. **Farming System Program, annual report**. Aleppo (Syria), 1986.

JUSTI, A. L.; VILAS BOAS, M. A.; SAMPAIO, S. C. Índice de capacidade do processo na avaliação da irrigação por aspersão. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 2, p. 264-270, 2010.

KHANNA-CHOPRA, R.; SINHA, S. K. **Chickpea**: Physiological aspects of growth and yield. In 'The chickpea' (Eds MC Saxena, KB Singh) pp. 163-190, 1987. (CAB International: Wallingford).

KNEZEVIC, S. Z.; EVANS, S. P.; BLANKENSHIP, E. E.; VAN ACKER, R. C.; LINDQUIST, J. L. Critical period for weed control: the concept and data analysis. **Weed Science**, v. 50, n. 6, p. 773-786, 2002.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México, 1948. 479 p.

KOZLOWSKI, L. A. ; RONZELLI JÚNIOR, P.; PURISSIMO, C.; DAROS, E.; KOEHLER, H. S. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I - Tiririca. **Planta Daninha**, v. 18, n.2, p. 241-251, 2000.

LORENZO, M.; MICHELEA, S.; SEBASTIAN, K.; JOHANNES, I.; ANGELO, P. Effects of local factors on plant species richness and composition of Alpine meadows. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 119:281-288, 2007.

MAÇÃS, I. M. D. **Seleção de linhas de grão de bico (*Cicer arietinum* L.) adaptadas ao ambiente mediterrânico - critérios morfológicos e fisiológicos**. 2003. f. 169. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Universidade de Évora, Évora.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995.

MARTIN, S.G.; VAN ACKER, R.C.; FRIESEN, L.F. Critical period of weed control in sprig canola. **Weed Science**, v. 49, n. 3, p. 326-333, 2001.

- MOHAMMADI, G.; JAVANSHIR, A.; KHOOIE, F. R.; MOHAMMADI, S. A.; SALMASI, S. Z. Critical period of weed interference in chickpea. **Weed Research**, v. 45, n. 1, p. 57-63, 2005.
- MULUGETA, D.; BOERBOOM, C.M. Critical time of weed removal in glyphosate-resistant *Glycine max*. **Weed Science**, v. 48, n. 1, p. 34-42, 2000.
- NORSWORTHY, J. K.; OLIVEIRA, M. J. Comparison of the critical period for weed control in wide - and narrow - row corn. **Weed Science**, v. 52, n. 5, p. 802-807, 2004.
- PITELLI, R. A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.
- RETTA, A.; VANADERLIP, R. L.; HIGGINS, R. A.; MOSHIER, L. J.; FEYERHERM, A. M. Suit-ability of corn growth models for incorporation of weed and insect stresses. **Agronomy Journal**, v. 83, n. 4, p. 757-765, 1991.
- RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; MUNDSTOCK, C. M.; BIANCHI, M. A. Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência de picão-preto e guanxuma. **Ciência Rural**, v.33, n.4, p.621-627, 2003.
- SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E. A.; GALON, L.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A. Período anterior à interferência na cultura da Soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta daninha**, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.
- SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. Integrated weed management: the rationale and approach. **Weed Technology**, v. 5, n. 3, p. 657-663, 1991.
- TEPE, I.; ERMAN, M.; YERGIN, R. BÜKÜN, B. Critical period of weed control in chickpea under non-irrigated conditions. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 35, n. 5, p. 525-534, 2011.
- ULUKAN, H.; BAYRAKTAR, N.; KOÇAK, N. Agronomic importance of first development of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under semi-arid conditions: I. effect of powder humic acid. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 15, n. 4, p. 203-207, 2012.
- VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas : Instituto Agronômico, 1997. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

VARSHNEY, R. K.; HIREMATH, P. J.; LEKHA, P.; KASHIWAGI, J.; BALAJI, J.; DEOKAR, A. A.; VADEZ, V.; XIAO, Y.; SRINIVASAN, R.; GAUR, P. M.; SIDDIQUE, K. H. M.; TOWN, C. D.; HOISINGTON, D. A. A comprehensive resource of drought - and salinity - responsive ESTs for gene discovery and marker development in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **BMC Genomics**, v. 10, n. 523, p. 1-18, 2009.

WHERE FOOD COMES FROM. **Chickpeas**: Cost of Production and Marketing Loan Rate. Disponível em: <<http://wherefoodcomesfrom.com/article/7044/Chickpeas-Cost-of-Production-and-Marketing-Loan-Rate>>. Acesso em: dez 2012.

CAPÍTULO 3 - Fitossociologia da comunidade plantas daninhas em área de cultivo de grão-de-bico sob adubações nitrogenadas de cobertura

RESUMO - Estudos fitossociológicos são considerados uma importante ferramenta na análise dos impactos que o manejo e as práticas agrícolas proporcionam na dinâmica de ocupação de comunidades infestantes em ecossistemas agrícolas. Desta forma, foram realizados estudos fitossociológicos de plantas daninhas em área com cultivo de grão-de-bico com períodos crescentes e decrescente de infestação e sob doses de adubação de nitrogênio de cobertura nas safras 2011 e 2012. Os experimentos foram conduzidos utilizando três doses de nitrogênio em cobertura (0, 50 e 75 kg N ha⁻¹), aos 40 dias após a semeadura do grão-de-bico. As amostragens de plantas daninhas ocorreram ao término de cada período de convivência e aos 70 dias após a emergência para o grupo de períodos crescentes de controle das plantas daninhas, amostrando três quadrados aleatórios de 0,25 m², e com 4 repetições por tratamento. As espécies foram identificadas, contadas e secas para a determinação do índice de importância relativa. Tanto em 2011, como em 2012, *Raphanus raphanistrum* apresentou-se como a espécie de maior índice de importância e também destacou-se com elevado acúmulo de massa seca. Foi observada redução no número de espécies e aumento na massa seca das plantas daninhas segundo o incremento da adubação nitrogenada de cobertura.

Palavras-chave: *Cicer arietinum* L., estudo fitossociológico, diversidade, índice de valor de importância, períodos de convivência.

PHYTOSOCIOLOGICAL COMMUNITY WEEDS IN A CHICK-PEAS CROP UNDER DIFFERENT CONCENTRATIONS OF NITROGEN TOPDRESSING

SUMMARY - Phytosociological studies can be considered an important tool in the analysis of impacts and management of weeds in agricultural ecosystem providing the dynamic of the weed species. We investigated the weed community in a chick-peas plantation in increasing and decreasing periods of weed infestation under different concentrations of nitrogen topdressing, in 2011 and 2012. The experiments were conducted using three concentration of nitrogen (0, 50 and 75 kg N ha⁻¹) topdressing, at 40 days after sowing (DAS) the chick-peas. We sampled the weed species at the end of each increasing period of coexistence and 70 DAS of the chick-peas for the group in decreasing period of coexistence with weeds. The weed species were sampled in three random subsamples of 0.25 m² in each treatment with four replicates per treatment. The species were identified, and we determined the relative importance of the weed species and the respective dry mass. In both years *Raphanus raphanistrum* presented the higher relative importance and also the high dry mass accumulation among the weeds. We observed significant reduction in the number of species and increasing of the weeds dry mass due the increment of nitrogen topdressing.

Keywords: *Cicer arietinum* L., phytosociological study, diversity, importance value index, coexistence periods, critical period of weed interference.

3.1. INTRODUÇÃO

Em agroecossistemas as culturas estão sujeitas a convivência, geralmente indesejada, com um grande número de plantas daninhas capazes de interferir no desenvolvimento das culturas, acarretando severos prejuízos econômicos aos produtores (PITELLI, 1985; CARVALHO & VELINI, 2001). Dessa forma, o conhecimento da comunidade infestante local por meio de levantamentos florísticos e fitossociológicos destaca-se como um importante recurso auxiliando na escolha do manejo adequado das plantas daninhas.

Tais levantamentos auxiliam no conhecimento sobre quais espécies estão presentes em dada área e a estrutura desta vegetação; ou seja, a quantidade de indivíduos por espécie, as respectivas classes de tamanho e seu arranjo espacial (REJMÁNEK, 1977). Os índices fitossociológicos de um agroecossistemas são relevantes ao avaliar o impacto que as práticas culturais e os sistemas de manejo agrícola exercem sobre a dinâmica de crescimento, ocupação e persistência de comunidades infestantes (PITELLI, 2000).

Tais estudos, quando utilizados de forma adequada, podem representar uma ferramenta que permitirá fazer várias inferências sobre a comunidade em questão (ERASMO et al., 2004). Do ponto de vista agrônômico, o conhecimento da estrutura de uma comunidade de plantas daninhas, da abundância, nocividade e das espécies predominantes são importantes componentes na determinação um programa de controle (KUVA et al., 2007), assim como o manejo de fertilizantes em sistemas agrícolas auxiliará programas de manejo integrado das culturas (PROCÓPIO et al., 2005).

De modo geral, as plantas daninhas não interferem com a mesma intensidade em todo o ciclo da cultura (MULUGETA & BOERBOOM, 2000), verificando-se assim a importância do conhecimento fitossociológico das plantas daninhas em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura.

O objetivo do trabalho foi realizar o estudos fitossociológico de plantas daninhas em área com cultivo de grão-de-bico nos anos agrícolas de 2011 e 2012, com períodos crescentes e decrescentes de convivência com a cultura do grão-de-bico, cultivada sob três doses de adubação nitrogenada de cobertura.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Caracterização da área do levantamento

Três experimentos foram conduzidos nos anos de 2011 e 2012, em Jaboticabal, São Paulo, a uma altitude média de 615 metros do nível do mar, situado na latitude 21° 14' S e longitude 48° 17' W.

Nos dois anos agrícolas, cada experimento constou de doses de adubação nitrogenada em cobertura, sendo elas: I - 0 kg N ha⁻¹; II - 50 kg N ha⁻¹ recomendado por Van Raij et al. (1997); e III - 75 kg N ha⁻¹. As adubações foram realizadas aos 40 dias após a semeadura da cultura conforme Nascimento et al. (1998). Em cada experimento estudou-se os períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do grão-de-bico utilizando-se blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial, com quatro repetições. O primeiro fator foi o cultivo do grão-de-bico inicialmente livre das plantas daninhas (LPD) e o segundo fator foi o cultivo do grão-de-bico inicialmente infestado pelas plantas daninhas (IPD). Foram utilizados 20 tratamentos, sendo 10 tratamentos LPD até 0 (LPD₀), 7 (LPD₇), 14 (LPD₁₄), 21 (LPD₂₁), 28 (LPD₂₈), 35 (LPD₃₅), 42 (LPD₄₂), 56 (LPD₅₆), 63 (LPD₆₃) e 140 (LPD₁₄₀) dias após emergência (DAE); e 10 tratamentos IPD até 0 (IPD₀), 7 (IPD₇), 14 (IPD₁₄), 21 (IPD₂₁), 28 (IPD₂₈), 35 (IPD₃₅), 42 (IPD₄₂), 56 (IPD₅₆), 63 (IPD₆₃) e 140 (IPD₁₄₀) DAE (AHMADVAND et al., 2009).

A cultivar de grão-de-bico utilizada foi a BRS Cícero (CNPH 91-008), do grupo Kabuli, selecionada a partir de introduções oriunda do México (EMBRAPA, 2010). As semeaduras do grão-de-bico, nos anos agrícolas de 2011 e 2012, foram realizadas na primeira quinzena de maio em sistema de semeadura convencional, utilizando 13,8 plantas por metro a 5 cm de profundidade e espaçamento entre linhas de 45 cm, mantendo-se, após o desbaste, 12 plantas por metro.

As áreas experimentais utilizadas nos experimentos foram anteriormente utilizadas para o cultivo de soja (*Glycine max*) em 2011 e milho (*Zea mays*) em 2012.

3.2.2. Caracterização do solo

Aos sessenta dias antes da semeadura do grão-de-bico foram coletadas vinte amostras de solo cobrindo toda a área experimental. As amostras foram

homogeneizadas formando uma amostra completa para a análise das propriedades químicas e físicas do solo.

Os parâmetros dos solos das áreas onde os experimentos foram conduzidos em 2011 e 2012 (Tabela 1) apresentaram valores distintos, sendo que muitos dos parâmetros do solo do ano de 2011 são superiores aos mesmos de 2012.

Tabela 1. Propriedades físicas e químicas do solo utilizado para plantio do grão-de-bico em 2011 e 2012. Jaboticabal – São Paulo.

Parâmetros químicos e físicos do solo	Ano	
	2011	2012
pH (CaCl ₂)	5,5	4,5
MO (g dm ⁻³)	20,0	19,0
P _{resina} (mg dm ⁻³)	69,0	24,0
K ⁺ (mMol _c dm ⁻³)	3,0	3,4
Ca ²⁺ (mMol _c dm ⁻³)	40,0	11,0
Mg ²⁺ (mMol _c dm ⁻³)	18,0	6,0
H+Al ³⁺ (mMol _c dm ⁻³)	34,0	42,0
SB (mMol _c dm ⁻³)	61,0	20,4
T (mMol _c dm ⁻³)	95,0	62,4
V (%)	64	33
Argila	546	380
Limo	241	37
Areia fina	130	245
Areia grossa	83	338
Textura	Argilosa	Argilosa

3.2.3. Caracterização climática

O clima da região é definido como Cwa, composto por uma estação chuvosa entre os meses de outubro a março e uma estação seca entre os meses de abril e setembro (KÖPPEN, 1948). A temperatura média da região no período experimental foi de 18,68°C (2011) e 19,77°C (2012) e a precipitação acumulada no mesmo período foi de 33,2 mm (2011) e 78 mm (2012). Na ausência de precipitação foi realizada a irrigação da área nos dois anos, sendo que a área experimental recebeu aproximadamente 250 mm (considerando a precipitação) durante o período que abrange a semeadura da cultura aos 70 dias após a emergência, seguindo

recomendações de irrigação para a cultura do grão-de-bico (NASCIMENTO et al., 1998).

3.2.4. Banco de sementes

Foram coletadas amostras compostas de solo (30 pontos por experimento em função da adubação nitrogenada, nos dois anos) de 0 a 10 cm profundidade aos 10 dias após a semeadura (DAS) do grão-de-bico (adaptado de BUHLER & MAXWELL, 1993). As amostras foram homogeneizadas por experimento e secas em local sombreado. Na sequência, foram passadas em peneiras com abertura de malha de 10 mm onde foram removidos os materiais inertes e agregados. Cem g de carbonato de potássio (K_2CO_3) dissolvidos em 400 ml de água foram adicionados a 300 g de cada amostra composta para a retirada dos sobrenadantes que foram passados em uma peneira com abertura de malha de 50 mm e colocados em papel-filtro para secagem. Com a ajuda de uma lupa estereoscópica, os sementes foram identificados e quantificados.

O número provável de sementes foi estimado utilizando a equação: $(SE / MAS) = (NPS / 1400000)$; onde SE: sementes extraídas da amostra; MAS: massa da amostra de solo (kg); NPS: número provável de sementes por hectare; considerando uma fatia de solo de um hectare, ou seja, 10000 m^2 , com 10 cm de profundidade possui em média uma massa de 1400000 g (densidade do solo de $1,4 \text{ g cm}^{-3}$).

3.2.5. Amostragem da comunidade infestante

Ao término de cada período de convivência de IPD e aos 70 DAE para LPD, as plantas daninhas presentes em três áreas amostrais de $0,25 \text{ m}^2$ por parcela (cada parcela tinha uma área de $13,5 \text{ m}^2$), com 4 repetições por tratamento, foram tomadas aleatoriamente, totalizando, portanto 3 m^2 de área amostrada por tratamento. As plantas foram removidas das parcelas, identificadas, separadas por espécie, quantificadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 70°C por 96 horas para determinação da massa seca e da densidade populacional.

3.2.6. Levantamento fitossociológico

Com os dados obtidos na amostragem das plantas daninhas foram realizados estudos fitossociológicos das populações presentes, conforme metodologia proposta por Mueller-Dombois e Elleberg (1974), determinando-se a densidade relativa (De.R), frequência relativa (Fe.R), dominância relativa (Do.R) e índice de valor de importância (IVI), obtendo-se a importância relativa (IR). Foi determinado também o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H) conforme citado por Pinto-Coelho (2000).

3.2.7. Análise estatística

Os valores de IR das plantas daninhas nos diferentes tratamentos foram submetidos à análise de componentes principais, com a finalidade de comparar a similaridade entre os períodos LPD e IPD utilizando a comunidade infestante como fator de variação. Para comparar as comunidades infestantes estabelecidas em cada época de avaliação foram calculados alguns índices de similaridade, considerando, distintamente, cada grupo de tratamentos (LPD e IDP).

3.3. RESULTADOS

3.3.1. Banco de sementes

No banco de sementes da área dos experimentos em 2011 foram encontradas nove espécies. No experimento I (0 kg N ha⁻¹) estavam presentes *Raphanus raphanistrum* (960 sementes m⁻²), *Amaranthus viridis* (770 sementes m⁻²), *Eleusine indica* (490 sementes m⁻²), *Alternanthera tenella* (210 sementes m⁻²), *Cenchrus echinatus* (140 sementes m⁻²) e *Digitaria horizontalis* (70 sementes m⁻²); no I (50 kg N ha⁻¹), *R. raphanistrum* (1050 sementes m⁻²), *Portulaca oleracea* (840 sementes m⁻²), *A. viridis* (700 sementes m⁻²), *Richardia brasiliensis* (280 sementes m⁻²), *A. tenella* (140 sementes m⁻²) e *E. indica* (70 sementes m⁻²); e no experimento III (75 kg N ha⁻¹), *R. raphanistrum* (840 sementes m⁻²), *P. oleracea* (700 sementes m⁻²), *A. viridis* (630 sementes m⁻²), *A. tenella* (280 sementes m⁻²), *C. echinatus* (210 sementes m⁻²), *Commelina bengalensis* (140 sementes m⁻²), *D. horizontalis* (70 sementes m⁻²) e *R. brasiliensis* (70 sementes m⁻²).

Na amostragem do banco de sementes no ano de 2012 foram identificadas onze espécies pertencentes a seis famílias botânicas (Amaranthaceae, Brassicaceae, Malvaceae, Poaceae, Portulacaceae e Solanaceae). No experimento I foram encontradas *R. raphanistrum* (840 sementes m⁻²), *P. oleracea* (560 sementes m⁻²), *A. viridis* (490 sementes m⁻²), *Lepidium virginicum* (350 sementes m⁻²), *E. indica* (280 sementes m⁻²), *Nicandra physaloides* (280 sementes m⁻²), *C. echinatus* (140 sementes m⁻²), *Panicum maximum* (70 sementes m⁻²), *Sida rhombifolia* (70 sementes m⁻²); no II, *R. raphanistrum* (980 sementes m⁻²), *A. viridis* (630 sementes m⁻²), *L. virginicum* (490 sementes m⁻²), *P. oleracea* (490 sementes m⁻²), *E. indica* (280 sementes m⁻²), *D. horizontalis* (210 sementes m⁻²) e *C. echinatus* (140 sementes m⁻²); e no III, *R. raphanistrum* (1120 sementes m⁻²), *A. viridis* (630 sementes m⁻²), *P. oleracea* (630 sementes m⁻²), *L. virginicum* (560 sementes m⁻²), *A. tenella* (280 sementes m⁻²), *D. horizontalis* (140 sementes m⁻²), *N. physaloides* (140 sementes m⁻²) e *P. maximum* (70 sementes m⁻²).

3.3.2. Composição florística e comportamento da comunidade infestante

A avaliação da comunidade infestantes da cultura do grão-de-bico em 2011 revelou a presença de quinze espécies de plantas daninhas (*A. tenella*, *A. viridis*, *Chenopodium ambrosioides*, *C. benghalensis*, *C. echinatus*, *Cyperus rotundus*, *D. horizontalis*, *E. indica*, *Ipomoea grandifolia*, *Indigofera hirsuta*, *Parthenium hysterophorus*, *P. oleracea*, *R. brasiliensis*, *R. raphanistrum* e *S. rhombifolia*), pertencentes a onze famílias botânicas (Amaranthaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae, Portulacaceae e Rubiaceae).

Em 2012, a comunidade infestante foi composta por 23 espécies. Além das espécies encontradas em 2011, exceto *C. ambrosioides* e *I. hirsuta*, também foram constatadas *Acanthospermum hispidum*, *Bidens pilosa*, *Conyza bonariensis*, *Coronopus didymus*, *Heliotropium indicum*, *L. virginicum*, *N. physaloides*, *Solanum americanum*, *Senna obtusifolia* e *Xanthium strumarium*. Em relação as famílias botânicas, foram acrescentadas duas (Borraginaceae e Solanaceae) às onze citadas anteriormente.

Dentre as famílias encontradas em 2011, Amaranthaceae e Poaceae obtiveram a maior representabilidade específica, com três espécies cada. No entanto, quanto a representabilidade numérica, Amaranthaceae e Brassicaceae apresentaram as maiores quantidades, com 36,49 e 33,29% em relação ao número total de indivíduos amostrados (10430), respectivamente, enquanto a família Poaceae obteve apenas 5,81%, abaixo de Portulacaceae (10,25%). A família Brassicaceae em 2011 foi representada apenas por *R. raphanistrum*.

Em 2012, as famílias com maior destaque numérico foram Brassicaceae (35,33%), Asteraceae (17,09%) e Portulacaceae (14,92%). Neste ano, a família Amaranthaceae representou apenas 7,99% dos 11602 indivíduos levantados na amostragem, encontrando-se abaixo de Cyperaceae (8,46%) e Solanaceae (8,20%). Também foi possível observar que a família Asteraceae foi representada por cinco espécies, enquanto em 2011 foi representada apenas por *P. hysterophorus*. A família Brassicaceae obteve maior representabilidade numérica e foi composta por *R. raphanistrum*, *L. virginicum* e *C. didymus* com 63,19, 26,06 e 10,76%, respectivamente do total de indivíduos da família.

Para a adubação de cobertura foi observada redução da diversidade específica com o aumento da concentração de nitrogênio em todos os experimentos dos dois anos, chegando a ser observada redução de até nove espécies no ano de 2012, entre os experimentos com 0 kg N ha⁻¹ e 75 kg N ha⁻¹ aos 70 DAE do período IPD.

Em relação aos períodos LPD, observou-se que aos 70 DAE as plantas de grão-de-bico iniciaram processo de senescência, enquanto muitas plantas daninhas encontravam-se em florescimento e/ou desenvolvimento das sementes, com exceção de *R. raphanistrum* que entrou em processo de senescência antes da cultura.

Aos 120 DAE, os grãos provenientes das plantas de grão-de-bico cultivadas nos tratamentos LPD₇₀ e IPD₀ apresentaram teores de unidade adequados para a colheita (13 a 15%). Por outro lado, em algumas parcelas, com plantas daninhas ainda em desenvolvimento, foi observado elevado teor de unidade (24 a 31%) dos grãos, além da presença de vagens ainda imaturas. Para as parcelas com o máximo de convivência com as plantas daninhas, ou seja, os tratamentos LPD₀ e IPD₇₀, os

teores de umidade dos grãos ideais para a colheita (13 a 15%) somente foram atingidos aos 140 DAE.

3.3.3. Densidade populacional e acúmulo de massa seca

Para as densidades populacionais das plantas daninhas que ocorreram nos diferentes períodos de convivência com o grão-de-bico em 2011 (LPD e IPD) (Figura 1), verificou-se que as espécies *A. tenella*, *A. viridis*, *P. oleracea* e *R. raphanistrum* apresentaram maior densidade na área.

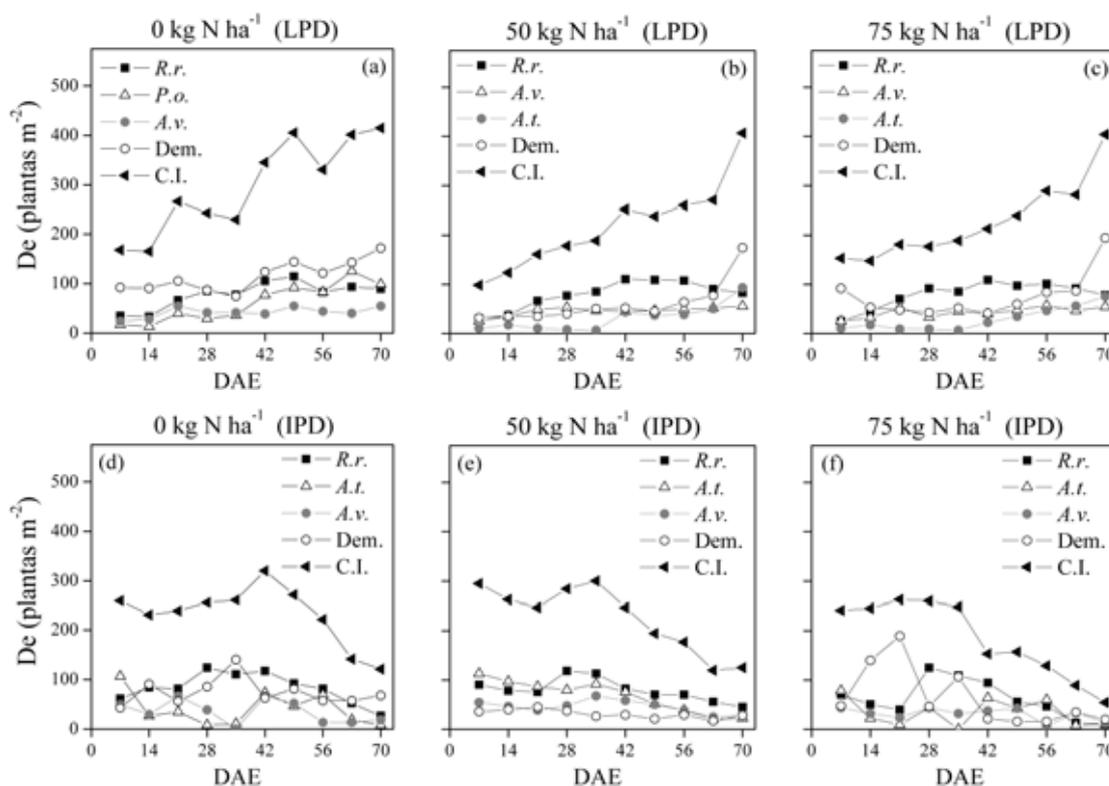


Figura 1. Densidade populacional (De) das espécies de destaque [*A.t.* (*A. tenella*); *A.v.* (*A. viridis*); *P.o.* (*P. oleracea*); *R.r.* (*R. raphanistrum*)], das demais espécies em conjunto (Dem.) e da comunidade infestante (C.I.) nos períodos de convivência (IPD e LPD) com a cultura do grão-de-bico em 2011.

No entanto, observou-se também que a somatória da densidade das demais plantas daninhas presentes na área foi relevante principalmente no experimento 0 kg N ha⁻¹, que nos períodos de LPD manteve-se superior as três plantas daninhas de maior destaque. Ao observar a comunidade infestante foi possível constatar a

redução da densidade com o aumento a adubação nitrogenada nos dois períodos (LPD e IPD).

Em 2012, observou-se maior diversidade entre as plantas daninhas (*A. viridis*, *B. pilosa*, *C. rotundus*, *L. virginicum*, *P. oleracea*, *R. raphanistrum*) que apresentaram maior destaque na comunidade infestante (Figura 2).

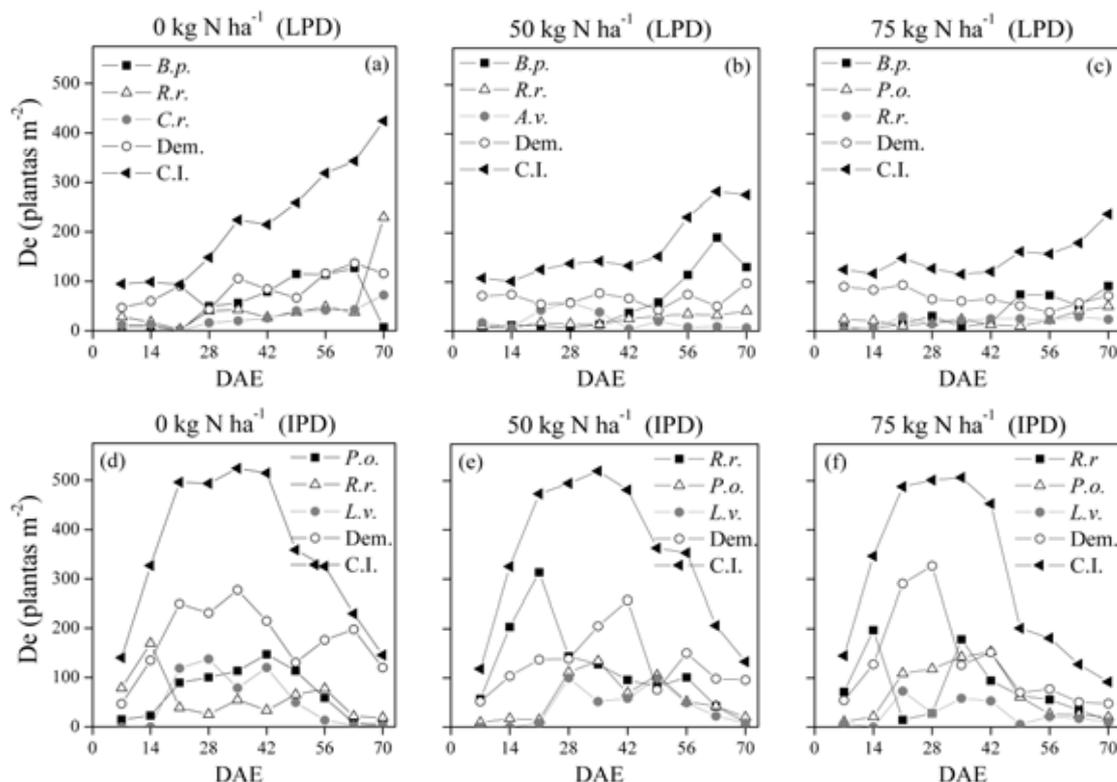


Figura 2. Densidade populacional (De) das espécies de destaque [*A.v.* (*A. viridis*); *B.p.* (*B. pilosa*); *C.r.* (*C. rotundus*); *L.v.* (*L. virginicum*); *P.o.* (*P. oleracea*); *R.r.* (*R. raphanistrum*)], das demais espécies em conjunto (Dem.) e da comunidade infestante (C.I.) nos períodos de convivência (LPD e IPD) com a cultura do grão-de-bico em 2012.

Verificou-se também que a somatória da densidade das demais plantas daninhas amostradas foi superior na maioria das avaliações nos três experimentos, diferentemente do constatado em 2011, em que a densidade das demais plantas daninhas só foi superior na maioria das avaliações no experimento 0 kg de N ha⁻¹, no período LPD. É possível observar que, em 2012, mesmo as plantas daninhas de maior destaque encontraram-se ausentes ou em baixa densidade em algumas

avaliações. Assim como observado em 2011, as densidades das plantas daninhas reduziram com o aumento da adubação de cobertura.

Quanto a massa seca das plantas daninhas que ocorreram nos diferentes períodos de convivência em 2011 (Figura 3), constatou-se que além das espécies apontadas com maior densidade (Figura 1), *C. ambrosioides* destaca-se dentro da comunidade analisada, sendo que esta espécie encontrava-se com uma distribuição concentrada em algumas parcelas.

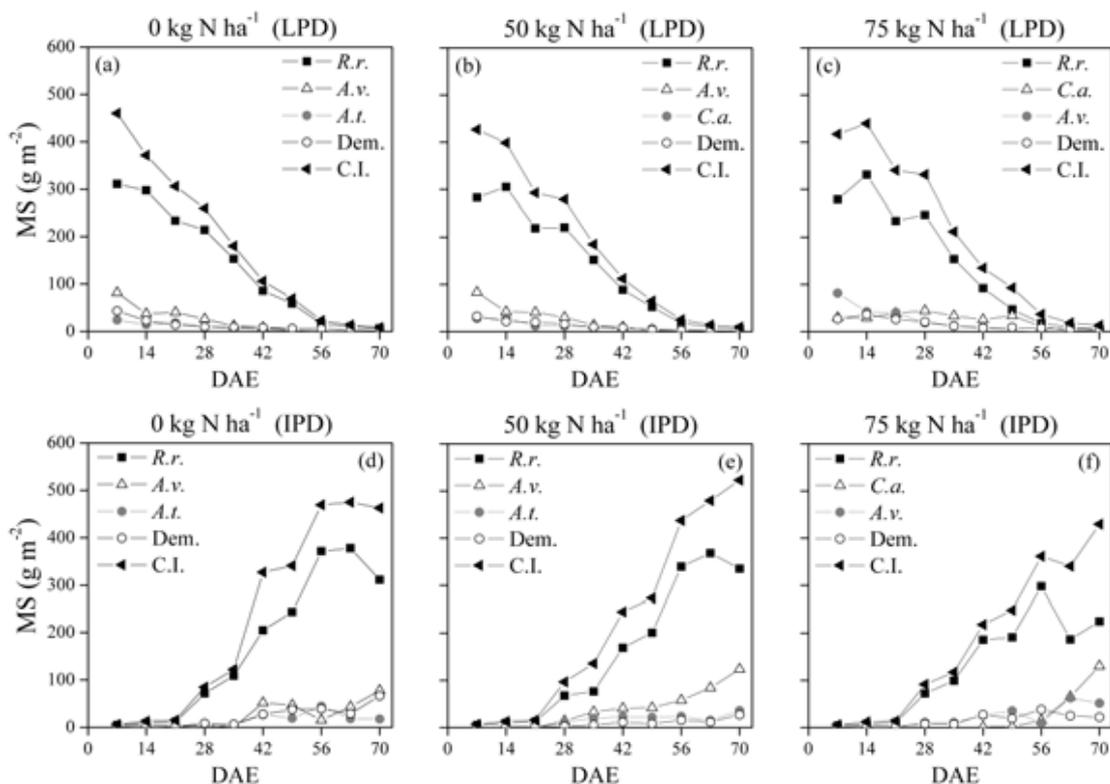


Figura 3. Massa seca (MS) das espécies de destaque [*A.t.* (*A. tenella*); *A.v.* (*A. viridis*); *C.a.* (*C. ambrosioides*); *R.r.* (*R. raphanistrum*)], das demais espécies em conjunto (Dem.) e da comunidade infestante (C.I.) nos períodos de convivência (LPD e IPD) com a cultura do grão-de-bico em 2011.

Algumas espécies, como *A. viridis*, *A. tenella*, *C. ambrosioides* e *P. oleracea* encontravam-se em florescimento quando a cultura estava em senescência, diferente do observado com *R. raphanistrum* que fechou o ciclo antes da cultura. A espécie *R. raphanistrum* apresentou acúmulo de massa seca lento até os 21 DAE em IPD, com um rápido acréscimo após esse período.

A massa seca da população de *R. raphanistrum* apresentou grande destaque na comunidade infestante, sendo que seu acúmulo foi superior ao das demais plantas daninhas e das outras duas plantas daninhas de maior destaque, em todos os períodos, independentemente da dose de adubação de cobertura. O mesmo não foi verificado para densidade da espécie, sendo que, enquanto a massa seca dessa população manteve-se próxima do acúmulo da comunidade infestante em todos os períodos (Figura 3), em densidade, *R. raphanistrum* esteve, em todos os períodos, próximo e/ou entre as demais plantas daninhas e as outras espécies de destaque (Figura 1).

Foi possível verificar que o acúmulo de massa seca por planta aos 70 DAE de IPD em 2011 para *R. raphanistrum* esteve entre 29,6 a 84,4 g. Diferentemente de *R. raphanistrum*, as demais espécies de maior destaque apresentaram intervalo menor de massa seca em função das doses. Quanto a *A. viridis* não foi observada alteração na massa seca unitária na avaliação aos 70 DAE quando comparada a doses de adubação de cobertura (15,5 a 16,9 g). Para *A. tenella*, os valores unitários foram de 6,4 a 8,8 g, e para *C. ambrosioides* a média da massa seca por unidade foi de 20,6 a 39,2 g.

Para 2012 foi observada semelhança no acúmulo de massa seca nos períodos (Figura 4), enquanto em LPD, a massa seca de *R. raphanistrum* manteve-se entre as demais plantas daninhas e as infestantes de destaque, no período IPD, a massa seca da espécie foi superior, representando 84,62, 91,05 e 92,29% do acúmulo da comunidade infestante aos 70 DAE para 0 (Figura 7 d), 50 (Figura 7 e) e 75 (Figura 7 f) kg N ha⁻¹. É possível notar, que apesar da participação relevante de *S. americanum* no acúmulo de massa seca da comunidade infestante, sua germinação não foi expressiva no início da safra, visto que sua IR foi próxima ou abaixo de 5% em grande parte das avaliações (dados não mostrados).

No ano de 2012, para IPD, aos 70 DAE o acúmulo de massa seca por planta da espécie *R. raphanistrum* foi de 62,6 a 117,1 g, sendo que o acúmulo de massa seca por planta chegou a ser 27,91% maior que o ano anterior. Em relação *A. viridis*, a massa seca por planta foi de 0,6 a 4,5 g, sendo que no experimento de 75 kg N ha⁻¹, sua presença foi constatada na amostragem em IPD, aos 70 DAE. A espécie *S. americanum* apresentou-se com a massa seca por planta de 2,9 a 5,9 g para o

mesmo grupo (IPD). Para *C. rotundus* e *P. hysterothorus*, que apesar de presentes na área de 2011 não apareceram entre as plantas de destaque para massa seca em nenhum grupo dos experimentos, em 2012 seus acúmulos por indivíduo foram de 1,1 a 1,4 g e 6,0 a 0,4 g, respectivamente. Quanto as espécies *B. pilosa* e *H. indicum*, que encontraram-se entre as plantas daninhas de maior destaque no grupo LPD e não em IPD, apresentaram massa seca por planta de 28,1 a 36,7 g e 11,1 a 62,1 g, respectivamente para o grupo LPD, aos 7 DAE. Enquanto para o grupo IPD, aos 70 DAE, *B. pilosa* foi constatada apenas no experimento de 0 kg N ha⁻¹ com massa seca por indivíduo de 0,3 g e *H. indicum* esteve presente nos três experimentos com massa seca por indivíduo de 2,1 a 3,0 g.

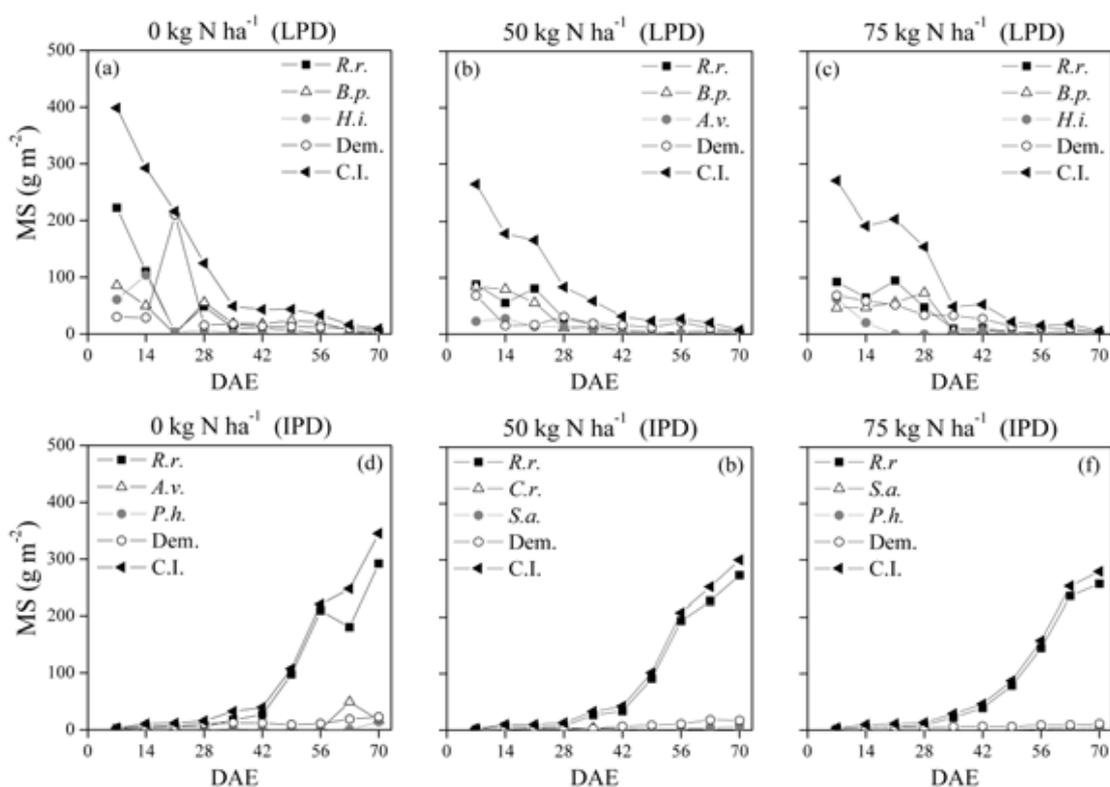


Figura 4. Massa seca (MS) das espécies de destaque [*A.v.* (*A. viridis*); *B.p.* (*B. pilosa*); *C.r.* (*C. rotundus*); *H.i.* (*H. indicum*); *P.h.* (*P. hysterothorus*); *R.r.* (*R. raphanistrum*); *S.a.* (*S. americanum*)], das demais espécies em conjunto (Dem.) e da comunidade infestante (C.I.) nos períodos de convivência (LPD e IPD) com a cultura do grão-de-bico em 2012.

3.3.4. Estudo fitossociológico

Os estudos fitossociológicos da comunidade infestante na cultura do grão-de-bico apresentaram variações em função dos períodos de convivência (LPD e IPD) nos dois anos (dados não mostrados).

Em 2011, dentre as espécies encontradas, quatro apresentaram destaque visual: *A. tenella*, *A. viridis*, *C. ambrosioides* e *R. raphanistrum*. A espécie *R. raphanistrum* obteve as maiores importâncias relativas (IR) (27,34 a 53,16%) nos três experimentos (0, 50 e 75 kg N ha⁻¹) para os períodos de LPD e IPD (Figura 5).

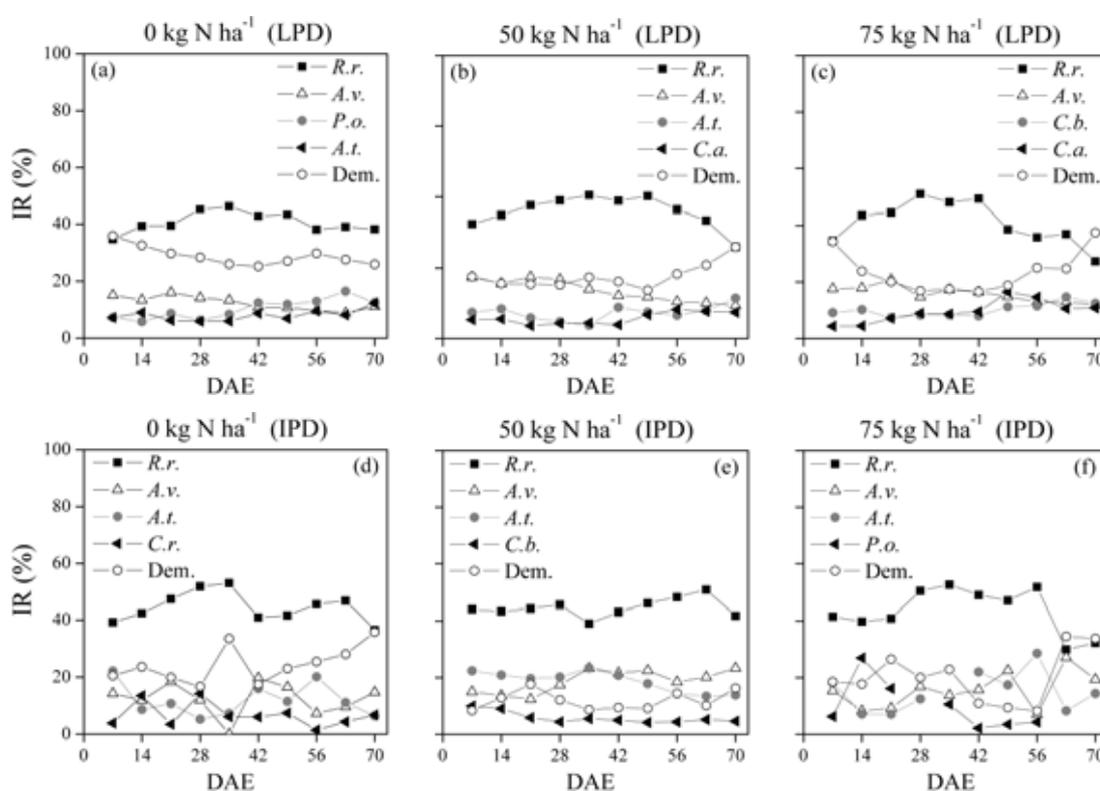


Figura 5. Importância relativa (IR) das espécies de destaque [*A.t.* (*A. tenella*); *A.v.* (*A. viridis*); *C.a.* (*C. ambrosioides*); *C.b.* (*C. benghalensis*); *C.r.* (*C. rotundus*); *P.o.* (*P. oleracea*); *R.r.* (*R. raphanistrum*)], das demais espécies em conjunto (Dem.) nos períodos de convivência (LPD e IPD) com a cultura do grão-de-bico em 2011.

Para os períodos LPD, observou-se que *A. viridis* também destacou-se quanto ao IR, com valores de 8,79 a 16,00% no experimento com 0 kg N ha⁻¹, 11,92 a 20,87% no experimento com 50 kg N ha⁻¹ e 11,66 a 21,83% no experimento com

75 kg N ha⁻¹. Para os períodos de IPD, além de *R. raphanistrum* e *A. viridis*, as populações de *A. tenella*, *C. ambrosioides* e *P. oleracea* também apresentaram valores relevantes, atingindo porcentagens no IR de até 22,45% para *A. tenella*, em 50 kg N ha⁻¹, 26,60% para *C. ambrosioides* em 75 kg N ha⁻¹ e 27,00% para *P. oleracea* em 75 kg N ha⁻¹.

Para a densidade populacional (Figura 1) em 2011, *R. raphanistrum* foi responsável pelos maiores valores tanto para os períodos de LPD como para IPD. Nota-se que a menor somatória da densidade relativa para o ano foi 10,16% para *S. rhombifolia*, aparecendo abaixo de *I. grandifolia* com 32,49% e *I. hirsuta* com 34,99% enquanto a somatória de *R. raphanistrum* foi de 2041,08%, seguido de *A. viridis* (1116,89%) e *A. tenella* (1002,89%).

Quanto a IR em 2012 (Figura 6), nos períodos IPD, *R. raphanistrum* teve a maior IR em todas as avaliações (18,46 a 50,42%), exceto no experimento I aos 28 DAE, em que *L. virginicum* obteve a maior IR (27,17%), seguido de *R. raphanistrum* (15,15%). Para o período de LPD, os maiores valores de IR foram observados entre *A. viridis*, *B. pilosa*, *C. rotundus*, *L. virginicum*, *P. oleracea*, *R. raphanistrum*.

Na primeira avaliação da comunidade infestante do período IPD (7 DAE) observou-se diversidade de espécies nas áreas, com até oito diferentes espécies em 2011 e até nove em 2012, sendo que já aos 7 DAE observou-se os maiores valores de IR para *R. raphanistrum*.

Em 2011, a emergência de novas espécies de planta daninha ocorreu aos 21 DAE (*E. indica*, *I. grandifolia*, e *P. hysterophorus*). Em 2012, as novas espécies daninhas foram observadas aos 14 DAE (*C. bonariensis* e *S. obtusifolia*).

Aos 28 DAE, em 2011, a diversidade da comunidade na área dos períodos de IPD se estabilizou, com exceção de *I. hirsuta* que só foi encontrada aos 56 DAE.

Para 2012, dos 14 aos 28 DAE, houve a emergência de sete novas espécies nos períodos de IPD, sendo que quatro delas (*B. pilosa*, *C. benghalensis*, *C. echinatus* e *E. indica*) foram observadas somente aos 28 DAE. A espécie *X. strumarium* foi verificada apenas a partir de 35 DAE e *S. rhombifolia* aos 49 DAE, enquanto *D. horizontalis* foi observada apenas nas avaliações aos 63 e 70 DAE para IPD.

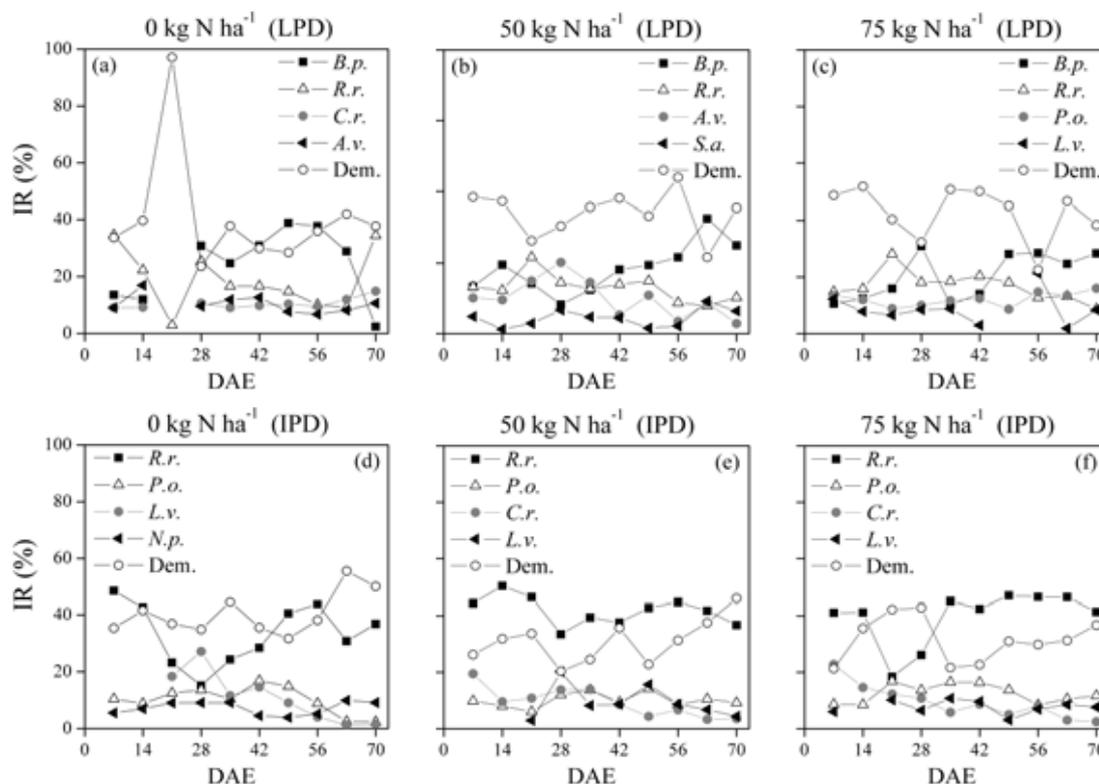


Figura 6. Importância relativa (IR) das espécies de destaque [*A.v.* (*A. viridis*); *B.p.* (*B. pilosa*); *C.a.* (*C. ambrosioides*); *C.b.* (*C. benghalensis*); *C.r.* (*C. rotundus*); *L.v.* (*L. virginicum*); *N.p.* (*N. physaloides*); *P.o.* (*P. oleracea*); *R.r.* (*R. raphanistrum*); *S.a.* (*S. americanum*)], das demais espécies em conjunto (Dem.) nos períodos de convivência (LPD e IPD) com a cultura do grão-de-bico em 2012.

Algumas espécies como *C. ambrosioides*, *D. horizontalis*, *I. hirsuta*, *R. brasiliensis*, *S. rhombifolia* para o ano 2011 e *A. hispidum*, *C. benghalensis*, *C. didymus*, *C. echinatus*, *E. indica*, *S. rhombifolia* e *X. strumarium* para o ano 2012 (dados não mostrados), não estiveram presentes nos levantamentos de todos os períodos (LPD e/ou IPD). Nota-se também, que embora ausente em alguns períodos, *C. ambrosioides*, citada anteriormente apresentou IR elevado em algumas épocas de amostragem: aos 49 DAE do experimento 75 kg N ha⁻¹ LPD de 2011, com o IR de 16,51%, abaixo apenas de *R. raphanistrum*, com 38,48%, e aos 70 DAE, para experimento 75 kg N ha⁻¹ IPD₇₀ (26,60%) em 2011.

Mediante análise de componentes principais (ACP) (Figura 7) observou-se a formação de grupos dependendo dos períodos de convivência (LPD e LPD) e do

ano (2011 e 2012), com a separação em função da dose de adubação nitrogenada (a, b e c, para 0, 50 e 75 kg N ha⁻¹, respectivamente) e época de avaliação (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 e 70 DAE) para as espécies amostradas.

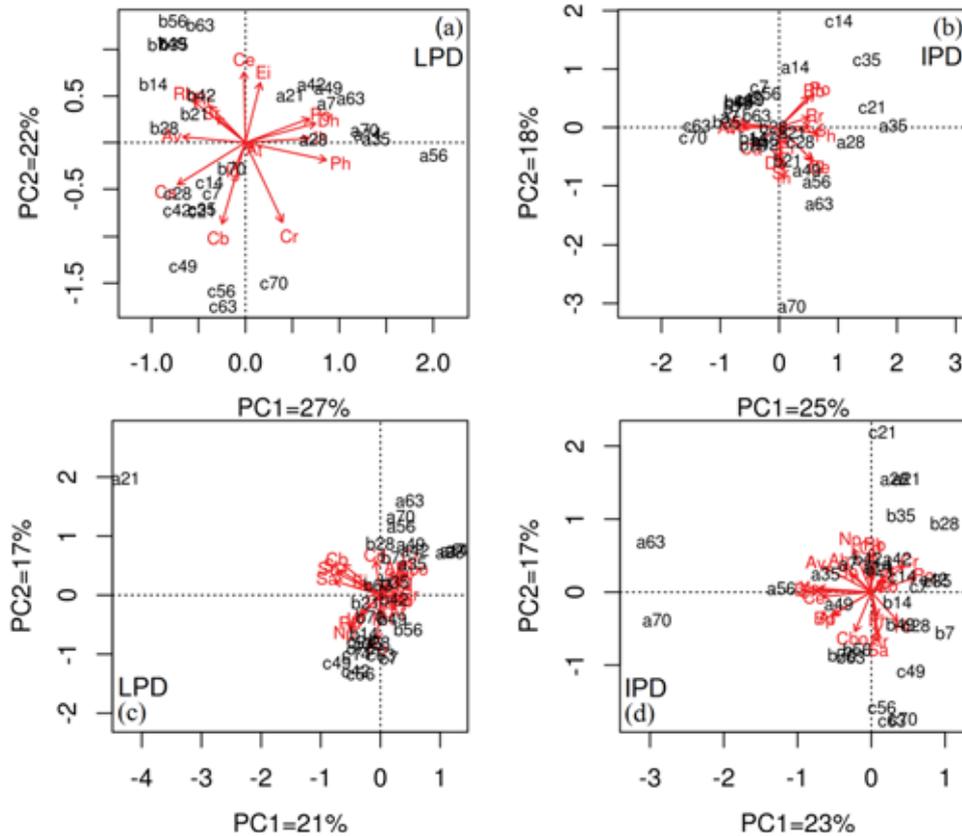


Figura 7. Representação gráfica da análise de componentes principais (PCA) da importância relativa das plantas daninhas na cultura do grão-de-bico em função dos períodos de convivência (IPD e LPD), em 2011 (a e b) e 2012 (c e d).

Em 2011, para LPD, houve formação de três grupos com a separação das importâncias em função da dose. Neste mesmo ano, para IPD, observou-se o isolamento da dose 0 kg N ha⁻¹ aos 70 DAE, a formação de grupos separando algumas épocas de avaliações para 0 e 75 kg N ha⁻¹. Nota-se também que a dose de 50 kg N ha⁻¹ encontra-se entre os grupos de 0 e 75 kg N ha⁻¹. No LPD de 2012 (Figura 7 c), houve a formação de um único grupo, mas é possível verificar uma subdivisão dentro do grupo com a separação das doses de nitrogênio, sendo que a

dose de 0 kg N ha⁻¹ encontra-se isolada e distante da dose de 75 kg N ha⁻¹ dentro do grupo.

Em relação ao período IPD de 2012, houve uma maior formação de grupos, com a separação mais evidente entre as doses 0 e 75 kg N ha⁻¹, enquanto a dose de 50 kg N ha⁻¹ encontra-se entre as doses de 0 e 75 kg N ha⁻¹. Desta forma, com a PCA, é possível constatar uma separação entre as doses de 0 e 75 kg N ha⁻¹ e embora a dose 50 kg N ha⁻¹ apresente-se bem separada em LPD de 2011 e 2012, no período IPD de 2011 e 2012, essa separação não fica evidente, sendo que algumas épocas de avaliação apresentaram maior similaridade entre os grupos com a presença da dose de 0 kg N ha⁻¹ e outras com 75 kg N ha⁻¹.

3.3.5. Índice de diversidade

No estudo da diversidade populacional na comunidade infestante nos períodos de convivência (LPD e IPD) em 2011, os índices de diversidade (Figura 8) apresentaram comportamentos semelhantes para os parâmetros considerados (De.R, F.R, Do.R e IR), exceto o índice de diversidade relacionado com Do.R no experimento com 0 kg N ha⁻¹ para os dois períodos (LPD e IPD) e no experimento com 50 kg N ha⁻¹, para o período IPD.

O máximo valor teórico de Shannon-Weaver entre De.R, F.R, Do.R e IR ocorreu aos 70 DAE para F.R (2,39), no período IPD, no experimento 0 kg N ha⁻¹ e os menores valores foram para o H de Do.R., sendo que o menor também foi constatado no experimento 0 kg N ha⁻¹, no período IPD, aos 35 DAE (0,46).

Nos três experimentos do ano de 2011, os índices de diversidade referentes à densidade relativa foram semelhantes aos referentes à importância relativa, no entanto os índices referentes à dominância relativa foram dessemelhantes, evidenciando diferenças no acúmulo de biomassa.

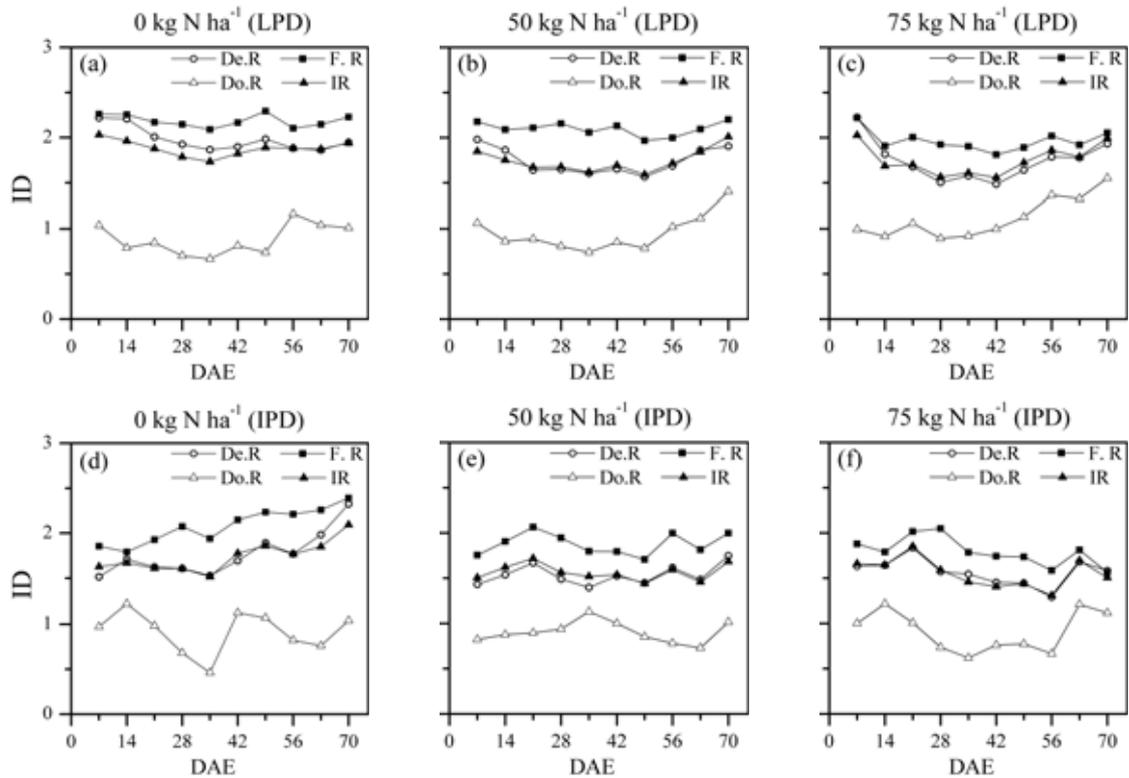


Figura 8. Índice de diversidade (ID) da densidade relativa (De.R), frequência relativa (Fe.R), dominância relativa (Do.R) e importância relativa (IR) das populações de plantas daninhas componentes das comunidades infestantes, em função dos períodos de convivência (LPD e IPD) com a cultura do grão-de-bico, em 2011.

Diferente do encontrado em 2011, em 2012 poucos dos índices de diversidade calculados (Figura 8) apresentaram comportamento semelhante entre eles dentro dos períodos (LPD ou IPD) e o H de Do.R foi diferente dos demais índices (De.R, F.R e IR) em todos os períodos (9).

Em 2012, o máximo valor teórico de Shannon-Weaver entre De.R, F.R, Do.R e IR, assim como em 2011, ocorreu no experimento 0 kg N ha⁻¹, porém aos 63 DAE para F.R (2,85), no período IPD e os menores valores foram para o H de Do.R., sendo que o menor também foi constatado no experimento 0 kg N ha⁻¹, no período IPD, aos 56 DAE (0,35).

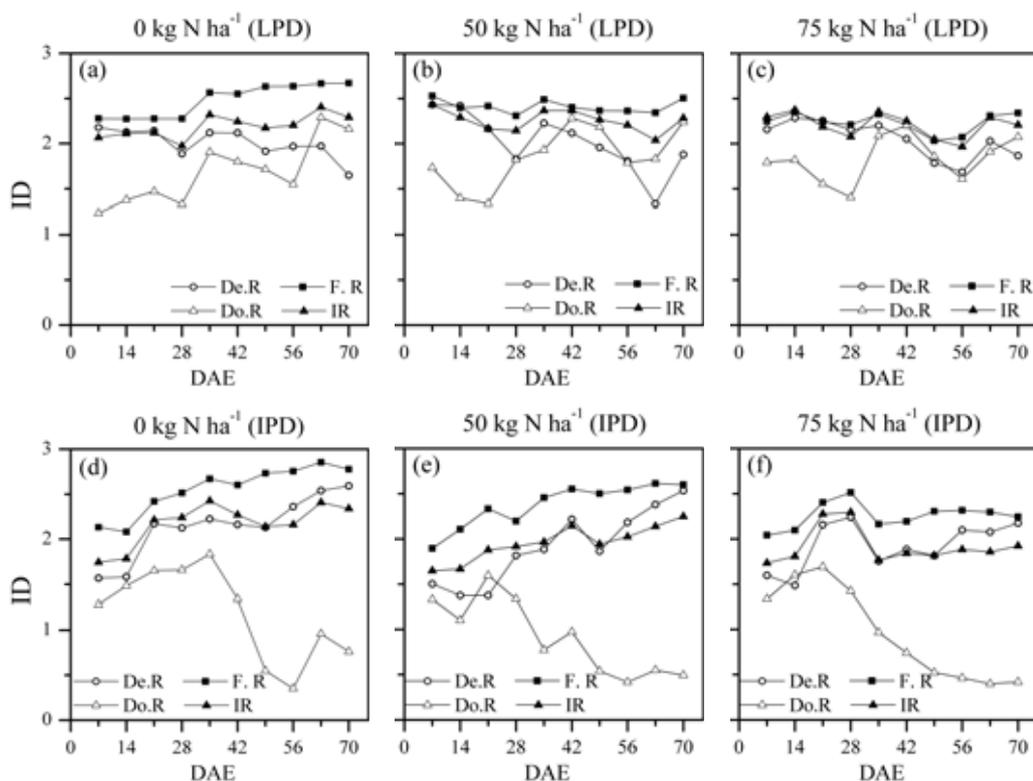


Figura 9. Índice de diversidade (ID) da densidade relativa (De.R), frequência relativa (Fe.R), dominância relativa (Do.R) e importância relativa (IR) das populações de plantas daninhas componentes das comunidades infestantes, em função dos períodos de convivência (LPD e IPD) com a cultura do grão-de-bico, em 2012.

3.4. DISCUSSÃO

O solo mais ácido, que pode ser caracterizado pelo valor do pH e também pelo maior teor de H^+Al^{3+} e pelos baixos níveis de Ca^{2+} e P (HUE & LICUNIDE, 1999), proporciona uma baixa saturação por bases, uma menor capacidade de troca de cátions (Tabela 1) e também a baixa capacidade de retenção de água (FAGERIA, 2001) podendo prejudicar qualquer planta de um agroecossistema. Modificações nas características físicas do solo podem alterar o conteúdo de água disponível e/ou a aeração (VOORHEES, 1983), afetando a germinação, crescimento e/ou desenvolvimento das plantas. Tais diferenças encontradas nos parâmetros químicos e físicos do solo das áreas de 2011 e 2012 podem influenciar e interferir na ocupação da comunidade infestante.

No banco de sementes das áreas experimentais de 2011 e 2012 foram encontrados, em média, de 2893,3 e 3290,0 sementes m^{-2} , respectivamente, valores esses, inferiores aos citados por Carmona (1995) como o número médio de sementes amostradas por metro quadrado em cultivos anuais (6768 sementes m^{-2}). No entanto, os valores encontrados nesse experimento encontram-se dentro da ampla quantidade de sementes estimada por pesquisadores (2000 a 70000 semente m^{-2}) para diferentes localidades de agroecossistemas (JOHNSON & ANDERSON, 1986)

Pode-se observar semelhança nos bancos de sementes dentro de cada ano. A distribuição bastante uniforme das sementes na área, com poucas sementes que apareceram em apenas uma amostragem, como *C. bengalensis* que foi encontrada apenas na amostragem do experimento III em 2011, *A. tenella* no experimento III de 2012 e *S. rhombifolia* no experimento I de 2012, é uma característica comum em solos preparados pelo sistema convencional, que incorpora mais uniformemente as sementes no perfil (GUERSA & MARTÍNEZ-GUERSA, 2000), sendo que este é o sistema verificado no histórico de plantio das duas áreas experimentais.

A espécie *R. raphanistrum* destacou-se entre as infestantes do cultivo de grão-de-bico, independentemente do ano ou dose de adubação nitrogenada, não somente devido as altas densidades, mas também pelos maiores acúmulos de massa seca. A espécie de origem euro-asiática ocorre frequentemente em ecossistemas agrícolas de áreas de clima temperado em todo o mundo, sendo problemática especialmente em campos de trigo, aveia, alfafa e cevada (SNOW et al., 2010), justificando sua relevante presença no cultivo de inverno da cultura do grão-de-bico nos experimentos dos dois anos.

Diferente do observado em Carvalho et al. (2008) para o estudo fitossociológico de períodos de interferência na cultura da beterraba, em que a IR baseou essencialmente no acúmulo de massa seca das populações, o IR para os dois anos desse experimento encontrou maior relação com a densidade populacional, principalmente quando comparado com as populações de maior destaque (Figura 2, 3, 4, e 5).

Considerando que o cálculo da IR reflete o balanço ponderado entre $De.R$, a $F.R$ e $Do.R$ (PITELLI, 2000), expressando melhor, desta maneira, as relações de

competitividade, sobrevivência e persistência das espécies na área estudada, destacando-se assim o índice de diversidade da importância dentre os outros determinados e mostrados nas Figuras 6 e 7. Com isso, pode-se observar menor relação entre a IR e Do.R devido a maiores distâncias entre seus índices em todos os períodos e a maior proximidade e semelhança entre os índices ocorreu entre IR e De.R, constatando-se assim uma ligação entre a importância relativa e a densidade das plantas daninhas.

As diferenças entre as fases de desenvolvimento da cultura e da maioria das espécies da comunidade infestante podem afetar o desenvolvimento e o manejo de plantas cultivadas. A permanência de muitas plantas daninhas em formação e/ou maturação de sementes constatadas no final do ciclo da cultura além de interferir o desenvolvimento das culturas (KISSMANN, 1997) e afetar as operações de colheita (LAMEGO et al., 2011) pode proporcionar outros prejuízos por apresentar ciclo mais longo do que o das culturas anuais (KISSMANN, 1997). Outro problema encontrado com convivência da cultura com as plantas daninhas foi o prolongamento do ciclo cultura, visto que, as plantas daninhas, dificultam a colheita e aumentam a umidade dos grãos (KISSMANN, 1997).

A comunidade infestante apresentou relação com a adubação de cobertura nitrogenada. Diferente da riqueza em espécies e densidade (Figura 2 e 3), que reduziu com o aumento da adubação nitrogenada, o mesmo não foi observado para o acúmulo de massa seca (Figuras 4 e 5) indicando um maior crescimento da planta. Algumas espécies de plantas daninhas possuem alta eficiência para a utilização do N absorvido, convertendo-o em biomassa (PROCÓPIO et al., 2004). Para alguns autores (LORENZO et al., 2007), alta disponibilidade de nutrientes podem proporcionar a redução da diversidade de espécies.

No entanto, muitas plantas daninhas acumulam elevadas quantidades de nutrientes, muitas vezes além do necessário para o crescimento e desenvolvimento quando se encontram em áreas com grande disponibilidade de nutrientes, não apresentando modificações significativas em seu desenvolvimento (PATTERSON, 1995), como foi evidenciado por Ronchi et al. (2003) para a planta daninha *Bidens pilosa*, que sob densidade de 5 plantas por vaso, apresentou, na parte aérea da planta, o teor relativo de cálcio, fósforo, magnésio, nitrogênio e potássio de 7, 14, 9,

4 e 6 vezes maior do que os respectivos conteúdos desses nutrientes na parte aérea da o café cultivado na ausência de plantas daninhas.

Quando comparado a cultura de grão-de-bico e a comunidade infestante nos dois anos verificou-se que as plantas daninhas tiveram resposta diferente (quanto a adubação) do esperado na literatura, onde pesquisadores como Chapin (1980) e Di Tomaso (1995) afirmam que as plantas daninhas apresentam maior competitividade e maior eficiência na absorção e utilização de nutrientes.

Ao analisar os índices de diversidades (Figura 6 e 7) verificou-se que não houve valor nulo, constatando assim, em todas as avaliações, a presença de mais de uma espécie infestante (DAJOZ, 2005). Dentro de cada período (LPD ou IPD), os maiores valores para os índices foram encontrados nos experimentos com 0 kg N ha⁻¹, indicando, segundo Odum (1988), um maior número de espécies e também o domínio menor da comunidade infestante por uma ou poucas espécies, como evidenciado quando se compara a densidade das demais plantas daninhas em relação as três principais infestante entre as diferentes doses de cada período (Figura 2 e 3).

As características do solo e clima, assim como a cultura anterior com seus diferentes tratamentos culturais e a consequente formação do banco de sementes alteraram a composição específica e quantitativa da comunidade infestante de um ano para outro em áreas próximas. Assim, pode-se concluir que a área de 2012 apresentou infestação de plantas daninhas com maior densidade e diversidade específica, em decorrência da menor disponibilidade de nutrientes, enquanto em 2011, mesmo com valores inferiores de densidade e diversidade, foi possível observar acúmulo de massa seca total superior ao ano anterior, provavelmente em decorrência da maior disponibilidade de nutrientes no solo. *R. raphanistrum* foi a espécie de maior destaque na comunidade infestante dos dois anos com valores elevados de massa seca e, conseqüentemente, de importância relativa. Apesar de nem sempre apresentar-se como a planta daninha de maior densidade populacional, manteve-se em todos experimentos dentre as espécies de destaque, juntamente às espécies *A. tenella*, *A. viridis*, *B. pilosa*, *C. rotundus* e *P. oleracea*.

3.5. REFERÊNCIAS

- AHMADVAND, G.; MONDANI, F.; GOLZARDI, F. Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. **Scientia Horticulturae**, v. 121, p. 249-254, 2009.
- BUHLER, D. D.; MAXWELL, B. D. Seed separation and enumeration from soil using K_2CO_3 centrifugation and image analysis. **Weed Science**, v. 41, n. 2, p. 298-302, 1993.
- CARMONA, R. Banco de sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agroecossistemas. **Planta Daninha**, v. 13, n. 1, p. 3-9, 1995.
- CARVALHO, F. T.; VELINI, E. D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. I – Cultivar IAC 11. **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 317-322, 2001.
- CARVALHO, L. B.; PITELLI, R. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BIANCO, S.; GUZZO, C. D. Interferência e estudo fitossociológico da comunidade infestante na cultura da beterraba transplantada. **Acta Scientiarum**, v. 30, n.3, p. 325-331, 2008.
- CHAPIN, F. S. The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review Ecology Systematics**, v. 11, p. 233-260, 1980.
- DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia**. 7ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2005. 520p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Grão-de-bico Cícero**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/produtos/cultivares/grao_de_bico_cicero.htm> . Acesso em: ago. 2010.
- DI TOMASO, J. M. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. **Weed Science**, v. 43, n. 3, p. 491-497, 1995.
- ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas daninhas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.195-201, 2004.
- FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 416-424, 2001.

- GUERSA, C. M.; MARTÍNEZ-GUERSA, M. A. Ecological correlates of seed size and persistence in the soil under different tilling systems: Implications for weed management. **Field Crops Research**, v. 67, p. 141-148, 2000.
- HUE, N. V.; LICUNIDE, D. L. Amelioration of subsoil acidity through surface application of organic manures. **Journal of Environmental Quality**, v. 28, n. 2, p. 623-632, 1999.
- JOHNSON, R. G.; ANDERSON, R. C. The seed bank of tall grass prairie in Illinois. **American Midland Naturalist**, v. 115, n. 1, p. 123-130, 1986.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: Basf Brasileira, 1997. Tomo 1. p. 415-420.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Econômica. México, 1948. 479 p.
- KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.
- LAMEGO, F. P.; BASSO, C. J.; VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M.; SANTI, A. L.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T. E.; GALLON, M. Seletividade dos herbicidas S-metolachlor e alachlor para o feijão-carioca. **Planta daninha**, v. 29, n. 4, p. 877-883, 2011.
- LORENZO, M.; MICHELEA, S.; SEBASTIAN, K.; JOHANNES, I.; ANGELO, P. Effects of local factors on plant species richness and composition of Alpine meadows. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 119, n. 3-4, p. 281-288, 2007.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey & Sons, 1974.
- MULUGETA, D.; BOERBOOM, C.M. Critical time of weed removal in glyphosate-resistant *Glycine max*. **Weed Science**, v. 48, n. 1, p. 34-42, 2000.
- NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S. V.; GIORDANO, L. B. **Cultivo do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)**. EMBRAPA. Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças 14. 1998.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434p.

- PATTERSON, D.T. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. **Weed Science**, v. 43, n. 3, p. 483-490, 1995.
- PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 252p.
- PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal Conserb**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2000.
- PITELLI, R. A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.
- PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; PIRES, F. R.; SILVA, A. A.; MENDONÇA, E. S. Absorção e utilização do nitrogênio pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 365-374, 2004.
- PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; PIRES, F. R.; SILVA, A. A.; SÁ MENDONÇA, E. Absorção e utilização do fósforo pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 6, p. 911-921, 2005.
- REJMÁNEK, M. The concept of structure in phytosociology with references to classification of plant communities. **Vegetatio**, v. 35, n. 1, p. 55-61, 1977.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.
- SNOW, A. A.; CULLEY, T. M.; CAMPBELL, L. G.; SWEENEY, P. M.; HEGDE, S. G.; ELLSTRAND, N. C. Long-term persistence of crop alleles in weedy populations of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). **New Phytologist**, v. 186, n. 2, p. 537-548, 2010.
- VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas : Instituto Agrônômico, 1997. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- VOORHEES, W.B. Relative effectiveness of tillage and natural forces in alleviation wheel induced soil compaction. **Soil Science Society of America Journal**, v. 47, n. 1, p. 129-133, 1983.

CAPÍTULO 4 - Considerações finais

A presença das plantas daninhas representa um entrave na produção do grão-de-bico, podendo causar perdas consideráveis de rendimento, inviabilizando economicamente o desenvolvimento da cultura.

Os períodos críticos de interferência, nos experimentos adubados com 50 e 75 kg N ha⁻¹ (entre 5 a 65 dias após a emergência em 2011 e 10 a 61 em 2012, para perda aceitável de 5%), mantiveram-se próximos aos períodos do experimento sem adubação (0 kg N ha⁻¹) (7 a 76 dias após a emergência em 2011 e 11 a 64 em 2012, para perda 5%).

Tanto em 2011, como em 2012, *Raphanus raphanistrum* apresentou-se como a espécie de maior índice de importância e também destacou-se com elevado acúmulo de massa seca.