UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

Maria Rosangela Malheiros Silva

Orientador: Prof. Dr. Julio Cezar Durigan

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Agosto de 2006

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Silva, Maria Rosangela Malheiros
S586 p Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas / Maria Rosangela Malheiros Silva. – – Jaboticabal, 2006
iii, 90 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006
Orientador: Júlio Cezar Durigan
Banca examinadora: Robison Antonio Pitelli, Ricardo Victória Filho, Domingos Fornasieri Filho, Carlos Alberto Mathias Azania
Bibliografia

1. *Oryza sativa*.. 2. Competição. 3. Períodos críticos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.51: 633.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MARIA ROSANGELA MALHEIROS SILVA – nasceu no dia 27 de setembro de 1964, na cidade de São José de Ribamar – MA. Ingressou na Universidade Estadual do Maranhão em março de 1983 no curso de Agronomia, no qual se diplomou em setembro de 1987. Em 1990 foi monitora do curso de capacitação das organizações comunitárias pela Secretaria de Desenvolvimento Comunitário do Estado do Maranhão. Em 1992 estagiou no Laboratório de Ecodinâmica do Depto de Ecologia da UFRRJ. Iniciou em fevereiro de 1993, aperfeiçoamento em Ciências Ambientais na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, concluindo-o em janeiro de 1996. Em 1994 foi aprovada no concurso público para o cargo de professora do ensino médio no Estado do Maranhão, onde leciona a disciplina Biologia. Em 1995 foi aprovada no processo seletivo simplificado do Departamento de Química e Biologia da Universidade Estadual do Maranhão onde ministrou as disciplinas Ecologia Geral, Botânica Geral e Microbiologia Geral. Em maio de 1996 iniciou o cursou de mestrado em Agroecologia na Universidade Estadual do Maranhão, finalizando-o em outubro de 1998. Em 1999, assumiu o cargo de chefe da divisão de Acompanhamento de Projeto e Pesquisas Especiais da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão da Universidade Estadual do Maranhão, onde participou da organização do VI Seminário da Produção Científica e do XIII Seminário de Iniciação Científica da UEMA. Em março de 2003 iniciou o doutorado na UNESP – campus de Jaboticabal na linha de pesquisa Biologia e Manejo de Plantas Daninhas. Em março de 2004 foi aprovada no concurso para professor assistente do Departamento de Fitotecnia da Universidade Estadual do Maranhão e em janeiro de 2006 foi nomeada no referido cargo.

EPÍGRAFE

No universo todos os seres existem e vivem uns pelos outros, com os outros e para os outros. Ninguém está fora desta relação includente. Mais fundamental que o princípio de sobrevivência do mais forte (Darwin) é o da solidariedade-amor de todos para com todos (Bohr). É esse amor-solidariedade que constitui a grande comunidade cósmica, terrenal e humana. É ele que dá origem também ao princípio da reciprocidade-complementaridade. Um ajuda reciprocamente o outro a existir e desenvolver. Todos se complementam e crescem juntos: as espécies, os ecossistemas e o universo inteiro.

(Leonardo Boff)

A minha mãe e meu pai pelo amor e compreensão;

Às minhas irmãs e irmão, sobrinhos e tias, particularmente,

Altina Malheiros ("in memorian") pelo apoio e energia positiva durante

meu doutorado,

Dedico.....

À DEUS PELA VIDA

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Julio Cezar Durigan pela sua competência profissional, orientação, compreensão e paciência no decorrer deste trabalho.

Aos professores da UNESP da área de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, pelos ensinamentos dessa importante ciência que pretendo seguir como linha de pesquisa, Prof. Dr. Julio Cezar Durigan, Prof. Dr. Robinson Antonio Pitelli, Prof. Dr. Pedro Luís da C. A. Alves, Profª. Drª Maria do Carmo D. M. Pavani e Prof. Dr. Silvano Bianco.

Aos professores da UNESP das demais áreas pelos ensinamentos, Prof. Dr. Domingos Fornasieri Filho, Prof. Dr. José Carlos Barbosa, Profª. Drª Maria Aparecida P. da Cruz Centurion, Prof. Dr. José Eduardo Corá.

Ao Prof. Dr. Pedro Luís da C. A. Alves e sua equipe (Mariluce, Tomás, Kuva, Tiago e outros) pela colaboração no uso do programa Origin e principalmente pelo convívio amigável.

Ao Prof. Dr.José Carlos Barbosa por todo apoio na estatística.

Ao Prof. Dr. Domingos Fornasieri Filho pelo ensinamento da cultura do arroz e sugestões sobre a condução da mesma.

Ao Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira pelo estágio docência, pelos ensinamentos na área da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitário, pela valiosa ajuda na preparação da qualificação e da defesa, e principalmente pela sua amizade.

Aos estagiários do Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira particularmente Ariel e Ricardo pelo apoio na informática.

À Banca examinadora do exame de qualificação, Profs. Drs. Julio Cezar Durigan, Robinson Antonio Pitelli, Maria do Carmo D. M. Pavani, Domingos Fornasieri Filho e Silvano Bianco pelas críticas e sugestões que permitiram o aprimoramento do trabalho e preparação para a defesa da Tese.

Aos membros da banca examinadora, Profs. Drs. Julio Cezar Durigan, Robinson Antonio Pitelli, Ricardo Victoria Filho, Domingos Fornasieri Filho, Carlos Alberto Mathias Azania, pela valiosa contribuição com suas sugestões.

À Prof. Dra. Nilza Maria Martinelli pela amizade, eleita por mim com a mais elegante do Departamento de Fitossanidade.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade, Raquel Matassa de Assis, Maria Izabel Vitale, pelo apoio logístico e amizade, Dionísio, Reinaldo, Luís e Natalina (Nana) pelas conversas descontraídas e alegres. Em especial a Jurandir (Bizu) pelo apoio de campo e ao técnico agrícola, Gílson Lopes Leite pela sua experiência prática, conselhos, amizade e apoio durante as instalações e conduções dos experimentos.

A equipe da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção, Marcelo Scatolin, Claudinei, Antônio Ferrari, Reinaldo, Antônio Turco, José Turco (Turquinho), Francisco (Fran), Odevalter (in memorian), João Bernardo (operador de máquina) e também a Ronaldo pela colaboração nas atividades de campo.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal – UNESP, pela oportunidade de realização do Curso de Pós-Graduação.

Ao reitor da UEMA, Prof. MSc.José Augusto Silva Oliveira pelo apoio para obtenção da bolsa de estudo.

A FAPEMA pela concessão da bolsa de estudo.

Às uruguaias, Grisel Marion Fernandez e Ana Carolina Espasandin Mederos pelo convívio, companheirismo, troca de idéias e com as quais aprendi muitas coisas sobre a vida.

Ao casal amigo Carlos e Andréa Azania por todo apoio, sugestões e troca de idéias sobre plantas daninhas e principalmente pela valiosa amizade de vocês.

Ao casal amigo Ronald e Maria José pela amizade, apoio e pelas conversas sobre o Maranhão e sonhos de iniciarmos na Universidade Estadual do Maranhão, a linha de pesquisa em Biologia e manejo de plantas daninhas.

Aos colegas da pós-graduação, particularmente Dr. Paulo Cezar Timossi, pelas suas brincadeiras que fizeram a jornada tornar-se mais amena e Profª. Drª. Núbia Maria Correia pela troca de idéias sobre o ensino da ciência das plantas daninhas.

As colegas de república, Taís, Márkilla, Cíntia e Joseane aprendi muito com vocês.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia da Universidade Estadual do Maranhão, representados pela chefa, Prof. MSc. Maria Cristina Silva Mendonça pela compreensão em me deixar concluir o doutorado.

Ao Prof. MSc. Doutorando da Universidade Federal da Paraíba, Antonio Francisco Fernandes de Vasconcelos com carinho especial, pela amizade e incentivo para realização do doutorado e apoio durante o concurso da UEMA.

SUMÁRIO

Página

RESUMO..... ii

SUMMARY..... iii

1. INTRODUÇÃO..... 1

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 3

2.1. Cultura do arroz: aspectos gerais..... 3

2.2. Comunidade infestante da cultura do arroz de terras altas..... 6

2.3. Fatores que afetam o grau de interferência entre plantas daninhas e plantas de arroz..... 8

2.4. Interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas..... 15

3. MATERIAL E MÉTODOS..... 20

3.1. Local 20

3.2. Descrição do clima..... 20

3.3. Descrição do solo, semeadura e adubação..... 22

3.4. Cultivares..... 23

3.5. Semeadura de plantas daninhas..... 24

3.6. Delineamento experimental..... 24

3.7. Tratamentos..... 24

3.8. Avaliações..... 25

3.8.1. Comunidade infestante..... 25

3.8.2. Produtividade da cultura do arroz..... 26

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 27

4.1 Comunidade Infestante da cultivar IAC 202 27

4.2 Produtividade de grãos de cultivar IAC 202..... 38

4.3 Comunidade infestante da cultivar Caiapó..... 50

4.4 Produtividade de grãos da cultivar Caiapó..... 60

4.5 Comunidade infestante da cultivar IAC 202 versus cv Caiapó 70

4.6 Produtividade de grãos da cultivar IAC 202 versus cv Caiapó 76

5. CONCLUSÕES..... 79

6. REFERÊNCIAS..... 80

PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

RESUMO – A presente pesquisa objetivou determinar os períodos de interferência das plantas daninhas no arroz de terras altas. Os experimentos foram instalados nos anos agrícolas 2003/04 e 2004/05 em área experimental da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal, situado a 21° 15' 22" de latitude Sul e 48° 18' 58" de longitude Oeste. As cultivares utilizadas foram IAC 202 e Caiapó, semeadas, respectivamente, em 18 de novembro de 2003 e 24 de novembro de 2004. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com os tratamentos constituídos por períodos crescentes de controle ou de convivência das plantas daninhas com a cultura. Os períodos iniciais de controle ou de convivência após a emergência da cultura foram: 0-10, 0-20, 0-30, 0-40, 0-50, 0-60, 0-70 dias e 0-colheita. As principais plantas daninhas em convivência com as cultivares em 2003/04 foram: *Cyperus rotundus* L. (CYPRO), *Cenchrus echinatus* L. (CCHEC), *Digitaria* spp Heist (DIGSS), *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (ECHCG) e *Brachiaria decumbens* Stapf. (BRADC). No ano agrícola de 2004/05, predominaram com a cv IAC 202, *Digitaria* spp, *C. echinatus, Raphanus raphanistrum* L. (RAPRA) e *Alternanthera tenella* Colla (ALRTE) e com a cv Caiapó, *Digitaria* spp, *C. echinatus, Eleusine indica* Gaertn (ELEIN) e *A. tenella*. Considerando-se 5% de tolerância na redução da produtividade da cv IAC 202 em 2003/04 e 2004/05, os períodos anteriores à interferência (PAI) foram de 12 e 26 dias após a emergência (DAE), respectivamente; os períodos totais de prevenção à interferência (PTPI) de 40 e 42 DAE e os períodos críticos de prevenção à interferência (PCPI) de 12 a 40 DAE e 26 a 42 DAE, respectivamente. Com o mesmo nível de tolerância na redução da produtividade do arroz cv Caiapó nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, os períodos anteriores à interferência (PAI) foram de 25 e 29 DAE, respectivamente; os períodos totais de prevenção à interferência (PTPI), de 31 e 26 DAE, respectivamente. Em 2003/04, o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) foi de 25 a 31 DAE e no ano seguinte, este não ocorreu.

Palavras-chave: *Oryza sativa,* competição, períodos críticos

WEED INTERFERENCE PERIODS ON THE UPLAND RICE CROP

SUMMARY - The research was carried out to evaluate the weed interference periods on upland rice. The experiment was conducted in two growth season (2003/04 and 2004/05) in the experimental area at São Paulo State University – UNESP, Campus of Jaboticabal/SP located at 21° 15 ' 22"of South latitude and 48° 18' 58" of West longitude. Rice cultivars IAC 202 and Caiapó was sown at November, 18th of 2003 and November, 24th of 2004, respectively. The experimental design was randomized blocks, and the treatments consisted of increasing periods of control or coexistence with the culture: 0-10; 0-20; 0-30; 0-40; 0-50; 0-60; 0-70 days and 0-harvest. The main weeds in company with the two cultivars in 2003/04 were: *C. rotundus*, *C. echinatus*., *Digitaria* spp, *E. crus-galli* and *B. decumbens*. In 2004/05, it were distinguished *Digitaria* spp, *C. echinatus*, *R. raphanistrum* and *A. tenella* in coexistence with IAC 202 and with cv Caiapó were *Digitaria* spp*, C. echinatus, E. indica* e *A. tenella*. Considering 5% of tolerance in the rice yield reduction in two growth season (2003/04 and 2004/05) to cv IAC 202 was verified that the periods previous to interference were 12 and 26 days after emergence (DAE); total periods of interference prevention, were 40 and 42 DAE and critical periods of interference prevention, between 12 and 40 DAE and 26 and 42 DAE, respectively. Also considering 5% of tolerance in the rice yield reduction in two growth season (2003/04 and 2004/05) to cv Caiapó was verified that the previous periods to interference were 25 and 29 days after emergence (DAE); total periods of interference prevention, were 31 and 26 DAE. In growth season of 2003/04, the critical period of interference prevention, it was 25 to 31 while in growth season of 2003/04, this did not occur.

Keywords: *Oryza sativa*, competition, critical period

1. INTRODUÇÃO

O arroz constitui-se em uma das mais importantes culturas agrícolas do mundo, com mais de 90% da sua produção proveniente das regiões tropicais e subtropicais da Ásia. Essa cultura é responsável pelo fornecimento de 50 a 70% do aporte diário de carboidratos e proteínas, na maioria dos países asiáticos, sendo também alimento básico para vários países da América Latina e Caribe (COMISSÃO INTERNACIONAL DO ARROZ, 2004).

No Brasil, o arroz é uma das mais importantes culturas anuais, pois é cultivada praticamente em todos os Estados. Conforme dados da CONAB (2005), para a safra 2004/05, a área de cultivo foi de 3.916.300 hectares com uma produção de 13.227.300 toneladas e produtividade média de 3,37 ton ha^{-1} de grãos, destacando-se a região Sul com a maior produção base casca (56,1%), seguida pelas regiões Centro-Oeste (20,1%), Norte (11,5%), Nordeste (3,5%) e Sudeste (2,8%). Segundo AZAMBUJA et al. (2004), a região Centro-Oeste é a que apresenta maior consumo médio per capita de arroz em casca (97,18 kg hab^{-1} ano^{-1}) e a Nordeste, menor consumo (49,64 kg hab^{-1} ano^{-1}).

A cultura do arroz, assim como outras, pode ter sua produtividade e qualidade reduzidas por pragas, doenças e plantas daninhas. Segundo OERKE & DEHNE (2004) as plantas daninhas são responsáveis por significativas perdas mundiais na produção de arroz, estimadas em 35%, enquanto pragas e patógenos correspondem a 24% e 16%, respectivamente. Na cultura do arroz de terras altas da África Ocidental, JOHNSON et al. (1998) verificaram perdas de produção ocasionadas por plantas daninhas da ordem de 30% entre diferentes manejos das plantas daninhas. FISCHER et al. (2001), na Colômbia, constataram perdas variáveis de 18% a 55%. No Brasil, essas perdas podem atingir de 57% (AZEVEDO & COSTA, 1988) a 96% (ALCÂNTARA & CARVALHO, 1985).

As plantas daninhas associadas à cultura do arroz de terras altas provocam prejuízos devido a competição por luz, água e nutrientes do solo. Isto resulta em redução na produção de grãos, podendo influir também, na qualidade do produto

colhido e no aumento dos custos operacionais da colheita e do processamento dos grãos. Segundo PITELLI & PITELLI (2004), os efeitos negativos observados no crescimento, desenvolvimento e produtividade de uma cultura, devido à presença espontâneas de plantas daninhas, não devem ser atribuídos exclusivamente à competição imposta por estas últimas, mas também às pressões ambientais que são direta ou indiretamente ligadas à sua presença no ambiente agrícola. Ao conjunto das ações que sofre uma cultura ou atividade do homem em decorrência da presença das plantas daninhas no ambiente comum, designa-se interferência.

A intensidade da interferência da comunidade infestante sobre a cultura do arroz de terras altas normalmente é medida pelos efeitos negativos sobre a produtividade da cultura e os valores são bastante variáveis, pois dependem de fatores ligados à cultura, à comunidade infestante e ao ambiente (PITELLI & DURIGAN, 1983). Entre os vários fatores que alteram o balanço de interferência entre a cultura e a comunidade infestante, destaca-se o período em que a comunidade infestante e as plantas cultivadas estão convivendo no ambiente comum.

Para o arroz de terras altas, no Brasil, vários autores avaliaram o período em que a cultura deve ser mantida livre da presença das plantas daninhas e propuseram períodos críticos de interferência situados entre vinte e 50 dias após a emergência da cultura (BURGA & TOZANI,1980; SILVEIRA FILHO et al., 1984; ALCÂNTARA & CARVALHO, 1985; AZEVEDO & COSTA, 1988). Verifica-se que o ambiente da cultura de terras altas sofreu modificações da década de 1980 para a atual. Segundo GUIMARÃES et al. (2003a), esta cultura deixou de ser feita apenas nas áreas recém-desmatadas, onde geralmente se adota baixo nível de tecnologia, para participar de sistemas de produção mais tecnificados, como nas áreas de cultivo de soja e de integração lavoura-pecuária.

As mudanças tecnológicas relacionadas com a cultura do arroz de terras altas também podem ter influenciado nos períodos de interferência. As determinações desses períodos permitem definir o melhor momento da intervenção e/ou métodos de controle que serão utilizados e também a adequação das práticas agrícolas.

Diante do exposto, objetivou-se estudar para duas cultivares de arroz (IAC 202 e Caiapó) os períodos de prevenção da interferência das plantas daninhas. Portanto, o trabalho consistiu na determinação do Período Anterior à Interferência (PAI) e no Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI) da comunidade infestante na produtividade do arroz de terras altas, durante dois anos agrícolas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do arroz: aspectos gerais

A produção de arroz brasileira é oriunda de dois principais sistemas de cultivo, o irrigado e o de terras altas. O arroz de sistema irrigado é tradicionalmente praticado na Região Sul do Brasil, enquanto o de terras altas, ocorre nas regiões Centro Oeste, Nordeste e Norte. O arroz cultivado em terras altas quando feito em áreas mais tecnificadas tem produzido acima de 4.000 kg ha^{-1} quando as condições climáticas são favoráveis, com cultivares produtivas e manejo fitotécnico adequado. Essas mudanças foram possíveis pela introdução de várias cultivares com alta qualidade de grãos, desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Arroz e Feijão e seus parceiros, agregando características, como porte ereto e arquitetura foliar compacta, que permitem o melhor aproveitamento da área de cultivo. Essas características que contribuíram para elevar o potencial de produção das novas cultivares, também contribuem para reduzir o potencial de competitividade com as plantas daninhas. Experimentos conduzidos por GUIMARÃES et al. (2003b), com várias cultivares, indicaram plantas menos competitivas com as plantas daninhas, por apresentarem crescimento temporal lento do índice de área foliar, porém, mais eficientes produtivamente, por apresentarem maior taxa de crescimento da cultura e produção de massa seca por unidade de índice de área foliar.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma monocotiledônea da família Poaceae, provavelmente originária do sul da Índia. É considerada uma espécie autógama e, portanto com polinização cruzada bastante baixa e dependente do genótipo e do ambiente (MAGALHÃES JÚNIOR et al., 2004).

A planta do arroz apresenta ampla adaptação às diferentes condições climáticas, porém segundo FORNASIERI FILHO & FORNASIERI (1993), apesar disso, é necessário, quando se objetiva rentabilidade econômica, cultivá-la em regiões climaticamente aptas.

Os principais fatores climáticos que influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do arroz são a temperatura, a radiação solar, o fotoperíodo e a precipitação pluvial. Segundo STEINMETZ (2004) citando Yoshida (1981), a temperatura ótima para o desenvolvimento do arroz situa-se entre 20 e 35 ^{o}C. Em geral, a cultura exige temperaturas relativamente elevadas desde a germinação até a maturação, preferencialmente crescentes até a floração (antese) e decrescentes, porém sem quedas bruscas, após a mesma. As temperaturas ótimas variam de 20 a 35 ^{o}C para a germinação, de 30 a 33 º C para a floração e de 20 a 25 º C para a maturação. As altas temperaturas diurnas (superiores a 35 º C) podem levar à esterilidade das espiguetas. A fase mais sensível do arroz às altas temperaturas é a floração. A segunda fase de maior sensibilidade é a pré-floração ou, mais especificamente, ao redor de nove dias antes da emissão das panículas. Entretanto, para temperaturas baixas, também há grandes diferenças entre os genótipos o mesmo ocorre quanto à tolerância para temperaturas altas. No Brasil, entre os principais problemas de ordem climática da cultura do arroz, destacam-se as baixas temperaturas durante a fase reprodutiva do arroz irrigado nos Estados do Sul, em particular no Rio Grande do Sul, e a ocorrência de estiagens (veranicos) e, conseqüentemente, deficiência hídrica para o arroz de terras altas da região Centro-Oeste (STEINMETZ & MEIRELES, 1999).

A exigência de radiação solar pelas plantas de arroz é variável de uma fase fenológica para outra. Segundo FORNASIERI FILHO & FORNASIERI (1993), o aumento na radiação solar, em especial na fase reprodutiva, influencia positivamente a produção de grãos, apresentando menor influência na fase vegetativa.

Em relação ao fotoperíodo, apesar do arroz ser uma planta cuja diferenciação floral inicia-se em resposta aos dias curtos, STEINMETZ & MEIRELES (1999) relataram que para as principais regiões produtoras do Brasil, não chega a ser um fator limitante, desde que se observem as épocas recomendadas de semeadura. Isso porque no

processo de adaptação e/ou criação de novas cultivares são selecionadas aquelas que apresentam comprimentos de ciclo compatíveis com as características fotoperiódicas da região. Entretanto, o fotoperíodo pode ser um fator limitante quando se pretende produzir arroz fora das épocas tradicionais de cultivo.

Quanto à necessidade de água, segundo FORNASIERI FILHO & FORNASIERI (1993) considera-se que o arroz consome 30% de suas exigências na fase vegetativa, 55% na reprodutiva e 15% durante a maturação. Em média, cerca de 180 a 300 mm de água/mês são necessários para produzir satisfatoriamente. Segundo revisão realizada por PINHEIRO (1999), de modo geral, a deficiência hídrica não reduz severamente a produtividade quando ocorre na fase vegetativa do arroz, sendo seu efeito mais drástico durante a fase reprodutiva, especialmente no período da divisão da célula-mãe do pólen (meiose) e o florescimento. O efeito da deficiência hídrica na produtividade dá-se pela interferência nos processos fotossintéticos, transporte de carboidratos, redução de índice de área foliar, inibição da emissão das panículas, esterilidade de espiguetas, etc. FORNASIERI FILHO & FORNASIERI (1993) acrescentam que não há efeito sobre a produção, se a água for fornecida a tempo de permitir a recuperação das plantas, antes do florescimento.

As características do regime pluviométrico, que são expressas pela quantidade e distribuição das chuvas durante o ciclo da planta de arroz de terras altas, são as mais limitantes na produção de grãos. Em algumas das regiões produtoras, particularmente no Centro-Oeste, é comum a ocorrência de estiagens de uma a três semanas durante a estação chuvosa (STEINMETZ & MEIRELES, 1999). FISCHER (1997) acrescenta que em terras bem drenadas ou com riscos de estiagem, as plantas daninhas podem ser um problema muito sério para a cultura do arroz. A competição por água, luz e nutrientes se inicia muito cedo, porque esses recursos não são muito disponíveis neste tipo de ambiente. As plantas daninhas podem ter sucessivos fluxos de germinação durante o crescimento da cultura. Em ambiente tropical, as plantas do ciclo fotossintético C_4, como *Echinochloa* spp, podem ter uma vantagem sobre o arroz que é uma espécie C_3. A razão é que nesse ambiente são comuns os períodos de estresse hídrico em que competem melhor as plantas C_4. Portanto, em condições de estiagem a competição por

água entre a comunidade infestante e as plantas de arroz será muito mais prejudicial às últimas, principalmente se ocorrer no início do estádio reprodutivo, quando se inicia a diferenciação do primórdio da panícula. Esse estádio é um dos mais sensíveis ao déficit hídrico em função do difícil fornecimento dos nutrientes dissolvidos na solução do solo para formação da panícula, do florescimento e enchimento dos grãos.

O conhecimento das condições ambientais necessárias ao desenvolvimento das plantas de arroz é primordial para o adequado manejo da cultura, minimizando os efeitos adversos do ambiente sobre a sua produtividade.

2.2. Comunidade infestante da cultura do arroz de terras altas

Vários princípios ecológicos e de manejo da cultura influenciam na presença e abundância de espécies de plantas daninhas em campos de arroz. Entre os mais importantes estão o método de semeadura e o regime de umidade do solo, a rotação de cultura, a temperatura do ar e do solo, o preparo e a fertilidade do solo, as cultivares de arroz, a tecnologia e controle das plantas daninhas e a interação desses fatores (SMITH JR, 1983).

Segundo HOLM et al. (1977) *Echinochloa colonum* (L.) Link é a pior planta daninha do arroz de terras altas, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. é a mais importante em arroz de várzeas, mas também têm importância em arroz de terras altas. Outras plantas daninhas das quais não se pode descuidar nesta cultura são *Cynodon dactylon* (L.) Pers*, Portulaca oleracea* L.*, Digitaria horizontalis* Willd., *Ageratum conyzoides* L.*, Amaranthus spinosus* L. e *Digitaria adscendens* (Kunth) Henrard.

FISCHER (1997) relacionou nos trópicos como as espécies de plantas daninhas mais comuns no arroz de terras altas: *E. colonum, Ischaemum rugosum* Salisb.*, Leptochloa* spp, *Digitaria. sanguinalis* (L.) Scop.*, Cyperus rotundus* L.*, Cyperus iria* L.*, Murdania nudiflora* (L.) Brenan e *Eclipta alba* (L.) Hassk.

No Brasil, levantamentos realizados por ARANHA & PIO (1981 e 1982), nas regiões com maiores áreas cultivadas do Estado de São Paulo, dentro dos vários sistemas de cultivo, identificaram 56 espécies de plantas daninhas pertencentes a vinte

famílias botânicas, sendo quatorze dicotiledôneas e seis monocotiledôneas. Entre as monocotiledôneas, as famílias mais representativas quantitativamente foram Poaceae, Cyperaceae e Commelinaceae e entre as dicotiledôneas: Asteraceae, Malvaceae e Amaranthaceae. Segundo GELMINI (1983), as principais plantas daninhas na cultura do arroz de acordo com a região, condições de uso e manejo do solo e em função da seleção por herbicidas, são nove monocotiledôneas distribuídas nas famílias: Poaceae (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc*., Cenchrus echinatus* L*., D. sanguinalis., Eleusine indica* Gaertn*., Echinochloa spp, Setaria geniculata* P. Beauv*., C. dactylon*); Cyperaceae (*C. rotundus*) e Commelinaceae (*Commelina erecta* L.) e doze dicotiledôneas, destacando-se as famílias: Asteraceae (*A. conyzoides*, *Emilia sonchifolia* (L.) DC., *Galinsoga parviflora* Cav.); Amaranthaceae (*Amaranthus hybridus* L., *Alternanthera tenella* Colla); Rubiaceae (*Borreria alata* DC*, Richardia brasiliensis* Gomes); Euphorbiaceae (*Euphorbia. heterophylla* L.); Convolvulaceae (*Ipomoea purpurea* (L.) Roth); Portulacacea (*P. oleraceae*) e Malvaceae (*Sida rhombifolia* L.). SILVEIRA FILHO & AQUINO (1983) relataram onze espécies de plantas daninhas como as principais para o arroz de várzeas e vinte para o arroz de terras altas sendo nove monocotiledôneas, sete da família Poaceae (*D. horizontalis, S. geniculata, C. echinatus, E. indica, C. dactylon, B. plantaginea* e *Imperata brasiliensis* Trin.) e duas Cyperaceae (*C.rotundus* e *Cyperus* spp) e onze dicotiledôneas (*S. rhombifolia, Cassia obtusifolia* L.*, Cassia. occidentalis* L., *B. pilosa, A. spinosus, Ipomoea* spp., *P. oleraceae, A. conyzoides, Commelina* spp., *G. parviflora* e *Solanum paniculatum* L.). SILVEIRA FILHO et al. (1984), destacaram 35 espécies como as mais comuns na cultura do arroz de terras altas, sendo pertencentes às seguintes famílias botânicas: Poaceae, Amaranthaceae, Asteraceae, Commelinaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae e Rubiaceae, além de outras famílias com menor número de espécies. ALCÂNTARA (1989), relatou 36 espécies como as mais comumente encontradas nas culturas do arroz de terras altas e irrigado. COBUCCI et al. (2001) relataram dezenove espécies de plantas daninhas para o sistema de cultivo de terras altas e 21 para o de várzeas, destacando que as mais agressivas ao arroz cultivado no Centro-Oeste pertencem aos gêneros *Brachiaria* (*B. decumbens* e *B. plantaginea*)*, Cenchrus (C. echinatus), Digitaria*

(*D. horizontalis* e *Digitaria insularis* (L.) Fedde)*, Commelina (C. erecta)* e *Ipomoea (I. purpurea)*. Destacaram *C. echinatus* como a mais importante, devido a maior ocorrência na região Centro-Oeste. Portanto, mais de 50 espécies de plantas daninhas infestam os campos de arroz no Brasil, porém somente algumas são mais competitivas e causam grandes perdas na produtividade da cultura. Verificou-se, face aos relatos dos diferentes autores (GELMINI, 1983; SILVEIRA FILHO & AQUINO,1983; SILVEIRA FILHO et al.,1984; ALCÂNTARA,1989; COBUCCI et al., 2001) que as plantas daninhas mais freqüentemente associadas ao arroz de terras altas, foram: capim-arroz (*E. crus-galli, E. colonum),* grama-seda (*C. dactylon*), capim-marmelada (*B. plantaginea*), capim-braquiária (*B. decumbens*) capim-colchão (*D. horizontalis*), capim-carrapicho (*C. echinatus*), capim-pé-de-galinha (*E. indica*), tiririca (*C. rotundus*), caruru (*Amaranthus* spp), corda-de-viola (*Ipomoea* spp), trapoeraba (*Commelina* spp), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum DC.*) e mentrasto (*A. conyzoides*).

A identificação das principais plantas daninhas na cultura do arroz é de grande importância para a definição da estratégia mais eficiente e econômica de manejo, pois existe uma grande variabilidade entre elas quanto às suas características de crescimento, de reprodução, de recrutamento dos recursos do meio e distribuição dentro das áreas cultivadas, entre outras.

2.3. Fatores que afetam o grau de interferência entre plantas daninhas e plantas de arroz

O grau de interferência entre as plantas cultivadas e daninhas depende de diversos fatores relacionados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição) e á própria cultura (gênero, espécie ou cultivar, espaçamento entre sulcos e densidade de semeadura). Além disso, depende também da época e duração do período de convivência e, pode ser modificado pelas condições edáficas, climáticas e pelos tratos culturais. Esses fatores foram originalmente esquematizados por BLEASDALE (1960) e posteriormente adaptados por BLANCO (1972) e PITELLI (1985).

Em relação à composição específica da comunidade infestante, as espécies que a constituem diferem grandemente em suas características de crescimento, reprodução e adaptação ao ambiente. Na cultura do arroz, as espécies de plantas daninhas variam nas perdas que provocam, devido as diferentes necessidades, períodos e intensidade de absorção dos recursos como água, luz e nutrientes. DIARRA et al. (1985) relataram que plantas de arroz-vermelho em densidade de 108 e 215 plantas m^{-2} reduziram em 74% e 82% a produção do arroz. CATON et al. (1997) observaram que *Ammannia* spp em densidade de 67 e 110 plantas m^{-2} reduziu a produção da mesma cultura em 31% e 39%, respectivamente. Comparando-se os danos causados por essas plantas daninhas, observa-se que as perdas mais severas foram ocasionadas pelo arroz-vermelho, cujas exigências em relação aos fatores de crescimento são similares às plantas de arroz. SMITH JR (1988), em arroz irrigado, constatou que entre as plantas daninhas aquáticas de folhas largas, *Sesbania exaltata* (Raf.) Cory ocasionou maiores reduções na produção de grãos que *Aeschynomene virginica* (L.) Britton Poggenb*., Heteranthera limosa* Willd*, Commelina diffusa* Burm. f. e *Eclipta prostata* L. Assim, verifica-se que as plantas daninhas variam em sua interferência sobre as culturas, competindo mais intensamente quando suas necessidades pelos recursos do ambiente forem as mesmas que as das culturas.

Outros fatores ligados à comunidade infestante igualmente importantes que afetam as culturas, são a sua densidade e distribuição espacial. Para RADOSEVICH et al. (1997), densidade é a característica vegetal que mais comumente afeta a interferência. SMITH JR (1988) verificou que densidade de 50 plantas de capim-arroz m^{-2} reduziu a produção de grãos dos cultivares Newbonnet e Lemont em 28% e 65%, respectivamente. STAUBER et al. (1991) constataram reduções na produção de grãos destas cultivares de 3% a 57% e de 4% a 87%, provocadas por capim-arroz em densidades de uma a vinte plantas m^{-2}. KWON et al. (1991) relataram que 40 plantas de arroz-vermelho m^{-2} reduziram a produção de panículas destas mesmas cultivares em 38% e 68%, enquanto vinte plantas m^{-2} , em 19% e 42%, respectivamente. BLANCO et al. (1991) verificaram que plantas de capim-arroz convivendo com plantas de arroz prejudicaram o crescimento e produção destas últimas, reduzindo seus pesos de massa

verde e seca, o perfilhamento, o número ou o peso das panículas. Os prejuízos aumentaram em função da elevação da densidade populacional de capim-arroz, mesmo na mais baixa densidade testada da planta daninha por estes autores, sete plantas m^{-2} diminuiu significativamente o crescimento e a produção do cereal. McGREGOR et al. (1988a) em pesquisa sobre competição entre arroz e *Brachiaria platyphylla* Nash observaram que a planta daninha cresceu mais em altura quando em competição com a cultura. A altura média da braquiária crescendo sozinha foi de 62 cm e com as plantas cultivadas de 88 cm. Conforme RADOSEVICH et al. (1997), as plantas respondem ao estresse provocado pela densidade, de duas maneiras: crescendo em plasticidade e alterando o risco de mortalidade.

A distribuição espacial das plantas daninhas dentro de uma área agrícola também é muito prejudicial às culturas, principalmente quando próximas às linhas de semeadura. STAUBER et al. (1991) verificaram redução em 21% na produção de grãos das plantas da cultivar Lemont, quando cresceram a distâncias de 0 a 25 cm de um grupo de quatro plantas de capim-arroz. Em distâncias de 25 a 50 ou 50 a 100 cm, a produção não foi reduzida. Portanto, a proximidade das plantas daninhas influencia as perdas de produção.

Em relação aos fatores ligados às culturas que afetam o grau de interferência, constata-se que a cultivar ou variedade pode também exercer uma pressão competitiva sobre as plantas daninhas. Na cultura do arroz de terras altas, as cultivares diferem entre si em sua habilidade de competição com as plantas daninhas. Essas diferenças têm sido relatadas no Peru (KAWANO et al., 1974), na Ásia (GARRITY et al., 1992), na África (JOHNSON et al., 1988; DINGKUHN et al., 1999; FOFANA & RAUBER, 2000) e na Colômbia (FISCHER et al., 1995; FISCHER et al. 2001). Experimentos realizados por KAWANO et al. (1974) indicaram que o vigor vegetativo, elevada área foliar, alta taxa de absorção de nitrogênio nos estádios iniciais de crescimento e altura das plantas foram as características mais significativamente relacionadas com a habilidade competitiva do arroz. Para GARRITY et al. (1992), altura de plantas é uma característica importante na associação com a habilidade de supressão de plantas daninhas na maturidade. FISCHER et al. (1995) verificaram que as características mais

relevantes da competitividade do arroz foram: massa seca da parte aérea (peso da folha e peso do colmo) e área foliar. A altura e o perfilhamento não contribuíram para a competitividade do arroz, aos 30 dias após emergência. JOHNSON et al. (1998) relacionaram maior habilidade competitiva do arroz com maior acúmulo de massa seca, produção precoce de perfilhos, alto índice de área foliar e área foliar específica mais elevada, além da alocação de mais massa seca para folhas nos estádios iniciais de crescimento. DINGKUHN et al. (1999) relataram, como principais características da competitividade de cultivares de arroz, o índice de área foliar, a área foliar específica, o número de perfilhos na maturidade e a duração do ciclo da cultura. Destacaram que a altura e o número de perfilhos foram negativamente relacionados, sugerindo que pode ser um intercâmbio fisiológico entre duas características da planta, com base no fato que estatura alta e perfilhamento requerem investimentos de assimilados. FOFANA & RAUBER (2000) verificaram que as diferenças na habilidade de suprimir as plantas daninhas pelas cultivares de arroz estão relacionadas com o maior crescimento radicular nos estádios iniciais de crescimento e, nos estádios mais tardios, com o maior crescimento radicular e o elevado perfilhamento. Ressaltaram ainda que nos estádios iniciais (43 dias após semeadura), altura e perfilhamento do arroz não são as características para medir sua habilidade competitiva. FISCHER et al. (2001) verificaram que a maior competitividade do arroz foi associada com sua habilidade para interceptação da luz e conseqüentemente, com o índice de área foliar e o número de perfilhos. Em arroz irrigado, SMITH JR (1974) relatou diferenças entre cultivares de arroz quanto às suas habilidades em competir com plantas daninhas, associando-as à maturidade mais ou menos precoce. As cultivares (Bluebelle e Starbonnet) testadas apresentaram a mesma altura, porém suas maturações ocorreram aos 125 e 145 dias, respectivamente. NI et al. (2000) associaram competitividade do arroz com massa seca inicial, taxa de crescimento das plantas, índice de área foliar e massa seca no perfilhamento. Destacaram que massa seca no perfilhamento foi o melhor parâmetro para aferir competitividade de cultivares moderna. NTANOS & KOUTROUBAS (2000), na Grécia, verificaram que a emergência precoce e o vigor das plântulas foram as características que melhor suprimiram as plantas daninhas. No Brasil, as diferenças na

habilidade competitiva das cultivares de arroz tem sido pesquisadas, principalmente na cultura do arroz irrigado. BALBINOT et al. (2001) relacionaram rapidez de emergência e de crescimento inicial com ocupação do espaço e utilização dos recursos do ambiente. Segundo eles, cultivares com baixa exigência térmica para iniciar o processo reprodutivo tem maior velocidade de crescimento em estatura. FLECK et al. (2003) também verificaram que velocidade de emergência e de crescimento inicial das plântulas de arroz foram características importantes na sua habilidade competitiva. O rápido estabelecimento das cultivares de arroz é dependente de crescimento em estatura, acúmulo de massa seca e área foliar das plântulas até quinze dias após a semeadura (DAS). Portanto, a habilidade competitiva de cultivares de arroz tem sido atribuída à emergência precoce, vigor de plântulas, elevada taxa de expansão foliar, formação rápida do dossel, maior altura de planta, crescimento precoce da raiz e seu maior tamanho. CATON et al. (2003) concluíram que cultivares de arroz crescendo em competição dependem de múltiplas características e não particularmente de uma só delas, como a área foliar.

Outros fatores importantes ligados à cultura são o espaçamento e a densidade de plantio. Segundo PITELLI & DURIGAN (1983), o espaçamento entre sulcos de semeadura influenciam a precocidade e a intensidade do sombreamento promovido pela cultura. KAWANO et al. (1974) relataram que a característica essencial da competição e da resposta ao espaçamento pelo arroz é uma disputa pela interceptação da luz e absorção dos nutrientes, onde o vigor vegetativo e a altura das plantas são os fatores mais limitados. PITELLI (1981) observou que os efeitos da interferência das plantas daninhas sobre o arroz de terras altas foram maiores no espaçamento de 0,60 m do que em 0,40 m. Pesquisas conduzidas por NI et al. (2000) indicaram que o aumento da taxa de semeadura (160 kg ha^{-1}) do arroz reduziu a massa seca das plantas daninhas e resultou em maior produção por área. DOMINGUES (1981) ressaltou que, para a cultura do arroz de terras altas exigente em umidade, as alterações de espaçamentos devem ser feitas com modificações da densidade de semeadura, de maneira que o número de indivíduos por área não aumente de tal forma a torná-la susceptível aos períodos de estiagem.

A época e duração do período em que a cultura e a comunidade infestante convivem também influenciam muito a intensidade da competição. Experimentos conduzidos por SMITH JR (1974), com três cultivares de arroz irrigado, indicaram que a competição de *E. crus-galli* durante os primeiros dez a vinte dias não prejudicou o rendimento de nenhum dos cultivares. No entanto, durante 40 ou mais dias diminuiu o rendimento de 'Nova 66' e 'Bluebelle'. A competição por 60 ou mais dias reduziu o rendimento de 'Starbonnet'. SMITH JR (1988), citando resultados de outros pesquisadores do Arkansas (EUA), em 1986, mostrou que a interferência do arroz-vermelho por 80,100 e 120 dias reduziu as produções da cv Newbonnet em 12%, 33% e 52%, respectivamente. Os mesmos períodos de interferência diminuíram as produções de 'Lemont ' por 34%, 61% e 76%. Segundo PITELLI (1985), quanto maior for o período de convivência cultura-comunidade infestante, maior será o grau de interferência, porém isto dependerá da época do ciclo da cultura em que este período for concedido.

O período em que a cultura deve ser mantida livre da presença das plantas daninhas é o mais estudado, pois seu conhecimento permite o adequado manejo e conseqüentemente que não ocorram perdas na produção. PITELLI & DURIGAN (1984) definiram o significado dele como o período a partir do plantio ou da emergência da cultura em que esta deve ser mantida livre da presença das plantas daninhas para que sua produção não seja afetada qualitativa e/ou quantitativamente e o chamaram de período total de prevenção da interferência (PTPI). Após esse período, as plantas cultivadas, principalmente pelo sombreamento, controlam e impedem o crescimento das plantas daninhas. Assim, toda e qualquer prática cultural que aumente o crescimento inicial da cultura, pode contribuir para um decréscimo no PTPI, permitindo menos cultivo ou uso de herbicidas de menor poder residual. Outro tipo de período estudado é o período anterior à interferência (PAI), conceituado pelos mesmos pesquisadores como a época, a partir da semeadura ou do plantio, em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas, antes que a sua produtividade ou outras características sejam alteradas negativamente. O período crítico de controle das plantas daninhas (PCPI) é o período em que o controle das plantas daninhas deve ser obrigatoriamente realizado

para prevenção da interferência na produtividade ou outra característica da cultura. Na prática, um maior PCPI indica menor capacidade competitiva da cultura e quando o PAI for maior que o PTPI, não se caracteriza o PCPI. O estabelecimento destes períodos, não só orientaram para o manejo, como também permitiram caracterizar os sistemas de produção em função da maior ou menor agressividade das plantas daninhas ou pela maior ou menor capacidade de sombreamento das culturas.

CASTRO & ALMÁRIO (1992), na Colômbia, identificaram o período crítico de competição, de 25 a 75 DAE, assumindo perdas de 10%. No Brasil, na cultura do arroz de terras altas, BURGA & TOZANI (1980) determinaram para a cv IAC 25, que o período crítico foi dos 30 aos 50 dias após a emergência da cultura. OLIVEIRA & ALMEIDA (1982) verificaram que a eliminação das plantas daninhas durante os primeiros 45 dias após a emergência do arroz não foi suficiente para que as plantas cultivadas atingissem a potencialidade de perfilhamento e que a competição até aos 60 dias não afetou significativamente o número de perfilhos formados. ALCÂNTARA et al. (1982), em Minas Gerais, utilizando a cv IAC 47, encontraram período crítico dos 30 aos 40 dias após a emergência. A comunidade infestante local era composta principalmente por *D. sanguinalis* (90%). AZEVEDO & COSTA (1988), em Roraima, determinaram para a cv IAC 47, o período anterior à interferência de vinte dias e o período total de prevenção à interferência de 50 dias. A comunidade infestante foi constituída por *Urena lobata* L.*, Sida* spp, *D. sanguinalis, Cyperus sesquiflorus* (Torrey) Mattf. & Kük. e *I. brasiliensis*. Portanto, o período crítico de competição é muito variável, pois depende das espécies de plantas daninhas, da cultivar usada, das condições ambientais (água, luz e temperatura) e edáficas (fertilidade e textura), onde crescem as plantas.

A duração da interferência das plantas daninhas com as cultivadas é uma das características que podem ser alteradas pelo homem através da modificação do ambiente, de forma a favorecer a cultura, como a adubação na linha do sulco, uso de menores espaçamentos, uso de cultivares mais competitivas e o plantio na época adequada, entre outras.

2.4. Interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas

A interferência das plantas daninhas sobre o arroz de terras altas é a somatória de pressões diretas e indiretas, em determinadas condições de clima e solo. A competição, a alelopatia e o parasitismo são considerados os principais efeitos diretos. Dentre os efeitos indiretos, destacam-se como hospedeiras de pragas, doenças e nematóides, além de interferir nas práticas culturais e de colheita, depreciando a qualidade final do produto. SMITH JR (1983), destacou que os mais comuns e severos efeitos da interferência das plantas daninhas nos campos de arroz é a perda de produção por competição. Essas perdas são influenciadas pela eficiência competitiva de algumas espécies de plantas daninhas em relação ao arroz, pela densidade maior das primeiras, pela duração da convivência entre ambas, pelos métodos de semeadura, cultivares, níveis de fertilidade, manejos da água, espaçamentos, alelopatia e, sobretudo, pela interação entre esses fatores.

Para a cultura do arroz de terras altas, cujas necessidades hídricas são satisfeitas apenas pelas precipitações pluviais ou, de forma suplementar, com irrigação por aspersão, o recurso mais passível de competição é a água. SILVEIRA FILHO et al. (1984) relataram perdas de até 50% na produção, em decorrência da convivência com plantas daninhas em condições de boas precipitações pluviométricas, enquanto foram acima de 70% quando em deficiência hídrica. A assimilação diferencial do CO_2 atmosférico também afeta a competição por água entre culturas e plantas daninhas. Normalmente, as plantas que apresentam o metabolismo fotossintético C_4 são mais eficientes e experimentam menores reduções de crescimento quando a competição por água se intensifica (PITELLI & PITELLI, 2004). O arroz é uma planta não eficiente (ELMORE & PAUL,1983) e, portanto mais dependente de água durante seu ciclo. PITTY (1997) ressaltou que nos países tropicais, as plantas daninhas C_4 são mais abundantes, assim como constituem a maioria das mais problemáticas do mundo. O fato de serem fotossinteticamente mais eficientes garante-lhes maior competitividade. As plantas daninhas, geralmente, são mais eficientes que as culturas no uso da água, independentemente do seu sistema de fotossíntese, e por isto, quando a água é

escassa, as culturas são mais afetadas. Segundo PATTERSON (1995), estresse hídrico ou disponibilidade de água podem influenciar a duração do período crítico livre das plantas daninhas para várias culturas. COBLE et al. (1981), estudando a interferência de populações naturais de *Ambrosia artemisiifolia* L. sobre a soja, verificaram que o período crítico para a cultura em um ano foi de duas semanas quando ocorreu déficit hídrico durante a fase vegetativa e umidade suficiente na fase reprodutiva. No ano seguinte, quando ocorreu umidade adequada na fase vegetativa e déficit hídrico na reprodutiva, o período crítico prolongou-se por quatro semanas. Portanto, a competição por água é um fator que afeta mais o crescimento e a produção das plantas cultivadas. Não sendo esse o fator limitante, ocorrerá a competição por outros recursos, tais como luz ou nutrientes.

A competição por luz entre plantas cultivadas e daninhas ocorre quando um dos competidores impede o acesso ao recurso por parte do outro. Caracteriza-se o efeito do sombreamento, que impede a luz de alcançar a superfície fotossintetizante da outra planta (PITELLI, 1985). Experimentos realizados na Colômbia por FISCHER et al. (1995), indicaram que a competição por luz foi um componente crítico das relações de interferência entre o arroz e *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf., reduzindo o crescimento do arroz em 29% a 53%. Em outro experimento, FISCHER et al. (2001) ampliaram a pesquisa inicial para comparar o desempenho do arroz em condições de campo e verificaram que a competição por luz foi novamente um fator crítico da interferência das braquiárias (*B. brizantha* e *B. decumbens*), com perdas na produção variáveis de 18% a 55%.

Além das perdas de produtividade causadas pela redução da luz no ambiente, as plantas daninhas também podem alterar a qualidade da luz, prejudicando o desenvolvimento das culturas. Experimentos conduzidos por MEROTTO et al. (2002) indicaram que a presença de plantas daninhas até quinze e dezesseis dias após a emergência da cultura (DAE) diminuiu o crescimento do arroz e da soja, respectivamente. Os efeitos isolados da qualidade da luz, originados pela presença de plantas daninhas na entrelinha e pelo uso de anteparos especiais, diminuíram a massa

seca, o desenvolvimento e o perfilhamento das plantas de arroz, aos quinze e 29 DAE. RADOSEVICH et al. (1997) ressaltaram que por causa da natureza da luz como um recurso, um importante fator na competição entre as espécies está na posição física das folhas em relação às folhas de uma planta vizinha. Segundo JOHNSON et al. (1998), folhas eretas e grossas diminuem o auto-sombreamento e fornecem elevadas taxas de fotossíntese na cultura, porém são menos capazes de sombrear plantas daninhas. Uma pequena área foliar específica significa que a planta produzirá pouca área foliar para uma determinada massa seca, diminuindo a interceptação de luz.

A competição pelos nutrientes também é muito importante, porque geralmente são limitados no ecossistema comum. Segundo PATTERSON (1995), a aplicação de altos níveis de fertilizantes pode aumentar o impacto de uma planta daninha, se o seu crescimento for mais estimulado que o da cultura. No arroz de terras altas, OKAFOR & DE DATTA (1976) verificaram que a competição com *C. rotundus* foi muito mais severa com o aumento da adubação nitrogenada. PITTY (1997) relatou que quando o arroz e *C. rotundus* estão em competição, esta última absorve mais nitrogênio, especialmente se em densidades altas. PITELLI (1981) verificou que elevada quantidade (80%) de cálcio estava imobilizada na comunidade infestante, enquanto que o manganês (85%) estava na massa seca da cultura. PITELLI & PITELLI (2004) destacaram que dentro da comunidade infestante, na avaliação da capacidade de cada população mobilizar nutrientes do solo, é importante que se considere as quantidades exigidas para que as atividades metabólicas se processem normalmente, além do porte das plantas daquela população.

Os efeitos alelopáticos das plantas daninhas sobre as plantas de arroz somam-se aos efeitos da interferência direta causada pela competição aos recursos do ambiente. Pesquisa realizada em Coimbatore para identificar a natureza alelopática do capim-arroz (*E. crus-galli)* e os seus efeitos sobre duas variedades de arroz (IR 50 e Co 43), indicaram que houve redução na altura e na área foliar das plantas cultivadas (VELU & RAJAGOPAL, 1996). Experimentos conduzidos por SONDHIA & SWAIN (2002), na Índia, para avaliar o potencial alelopático de *Datura stramonium* L. sobre a germinação e o crescimento de plântulas de arroz (cv. Kranti) e de *E. colonum,*

indicaram “in-vitro”, que os extratos do fruto fresco da planta daninha nas concentrações de 10% e 20% reduziram significativamente a germinação, o crescimento da raiz e dos perfilhos das plântulas dessas espécies. Contudo, no arroz, somente a concentração a 20% inibiu significativamente a germinação. Os extratos orgânicos das sementes foram mais inibitórios a *E. colonum* do que ao arroz. Segundo compilação de OLOFSDOTTER et al. (1995), as seguintes plantas daninhas têm demonstrado ação alelopática às plantas de arroz: *C. rotundus,* com exsudados das raízes e extratos aquosos dos tubérculos (BHANDARI & SEM, 1983; VALLIAPPAN, 1989); *C. difformis*, *Panicum repens* L.*, Brachiaria ramosa* Stapf.*, Monochoria vaginalis* Kunth.*, Scirpus* sp., *Ludwigia parviflora* Roxb. (SOBHANA et al.,1990), *A. conyzoides* e *Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl. (JHA & DHAKAL, 1990); *Chromolaena odorata* (L) R. M. King & H. Rob.*, Hyptis suaveolens* (L.) Poit.*, Dysophylla stellata* Benth.*, Ammannia baccifera* L.*, Heliotropium indicum* L.*, Polygonum tomentosum* Schrank.*, Sphenoclea zeylanica* Gaertn. (PREMASTHIRA et al. 1985); *Fagopyrum cymosum* Meisn. (TSUZUKI & YAMAMOTO, 1987), *Parthenium hysterophorus* L. (SINGH & SANGEETA, 1991) e *Miscanthus florindulus* (CHOU, 1982).

PITELLI & DURIGAN (1983) destacaram que algumas plantas podem parasitar as de arroz causando grandes perdas de produção como é o exemplo de *Striga asiatica*. Os autores citam ainda que as plantas daninhas podem afetar indiretamente as plantas de arroz, atuando como hospedeiras intermediárias de pragas, doenças e nematóides. *Elasmopalpus lignosellus* considerada uma das maiores pragas do arroz de terras altas; é uma espécie polífaga que pode sobreviver em grande quantidade de hospedeiros. *E. colonum* pode hospedar *Pyrycularia oryzae*, agente causal da brusone (TÁSCON & FISCHER, 1997). Outra importante planta daninha da cultura do arroz de terras altas, *E. indica,* segundo KISSMANN & GROTH (1997), é hospedeira de diversos agentes patogênicos como fungos (*Helminthosporium* spp e *P. oryzae*), vírus e nematóides (*Meloidogyne incognita*, *Rotylenchus reniformis* e *Pratylenchus pratensis*). FERRAZ et al. (1982) em levantamento realizado na região de Jaboticabal – SP, identificaram onze espécies de nematóides de interesse agrícola, pertencentes a sete gêneros, em dezenove espécies de plantas daninhas. Entre elas foram citadas

importantes plantas daninhas que infestam a cultura do arroz tais como, *C. echinatus, E. indica* e *A. conyzoides*.

Segundo PITELLI & DURIGAN (1983) citando Drost & Moody (1981), as plantas daninhas podem propiciar condições favoráveis à procriação e ataque de roedores, aumentando as perdas da cultura.

As plantas daninhas podem, também, interferir nas práticas culturais e colheita do arroz. Segundo COBUCCI et al. (2001), *C. echinatus* é altamente competitiva e, quando adulta, dificulta os trabalhos manuais, inclusive a colheita, pois os espinhos ferem os trabalhadores. Os autores destacaram também que as espécies dos gêneros *Commelina* e *Ipomoea,* além de serem altamente competitivas, dificultam a colheita mecânica e conferem altos teores de umidade aos grãos de arroz. Isso pode aumentar o gessamento dos grãos, isto é, a opacidade que ocorre externamente no endosperma, reduzindo seu valor no mercado. DOMINGUES (1981) verificou que em lotes de grãos provenientes de culturas altamente infestadas havia uma alta relação de grãos quebrados para inteiros. SMITH JR (1988) observou que mesmo sem ocorrer competição de *Ipomoea* spp com o arroz, suas sementes são difíceis de serem separadas dos grãos de arroz, reduzindo a qualidade da produção. Os grãos de arroz adicionados de sementes de *Ipomoea* spp necessitam de tratamento oneroso para sua limpeza e remoção. Atualmente estas sementes são facilmente retiradas no processo de beneficiamento. Portanto, os efeitos prejudiciais das plantas daninhas também podem ser qualitativos.

Segundo FISCHER (1997), as plantas daninhas também impõem custos sociais aos agricultores de poucos recursos financeiros do mundo. Estima-se que quase 60% do tempo desses agricultores se destina à retirada das plantas daninhas de seus cultivos. Esta atividade tem alto custo e impede o agricultor de cultivar uma maior extensão de área. O mesmo pesquisador acrescentou que o monocultivo do arroz propicia aumento de plantas daninhas, situação que reduz o valor da terra.

Portanto, a presença da comunidade infestante na cultura do arroz causa sérios prejuízos não somente pela redução qualitativa e quantitativa da produção, mas

dificultando o manejo, reduzindo o valor da terra, elevando os custos de produção, entre outros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constou de dois experimentos instalados em dois anos agrícolas (2003/04 e 2004/05) na mesma área experimental, usando duas cultivares de arroz (cv IAC 202 e cv Caiapó).

3.1. Local

Os experimentos foram instalados e conduzidos em área experimental do Campus da UNESP de Jaboticabal – SP, situada a 21° 15' 22" de latitude Sul e 48° 18' 58" de longitude Oeste, com altitude aproximada de 600 m.

3.2. Descrição do clima

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa em que predominam as chuvas de verão, com inverno relativamente seco. Durante o outono, inverno e primavera os sistemas responsáveis pelo estado de tempo são do tipo extratropical, que penetram pelo sul do país. No verão, entretanto, predominam os sistemas locais, devido a convecção, caracterizando a região como tropical de altitude (ANDRÉ & VOLPE, 1982). A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio inferior a 18°C, sendo a precipitação média anual de 1440 mm.

Os resultados das avaliações de temperatura média e de precipitação, ocorridas durante o ciclo da cultura, estão apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. No decorrer dos dois anos agrícolas houve a incidência de veranicos. Por isso, foi usada

irrigação suplementar por aspersão, com consumo de água de 800 mm e 2000 mm para os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, respectivamente.

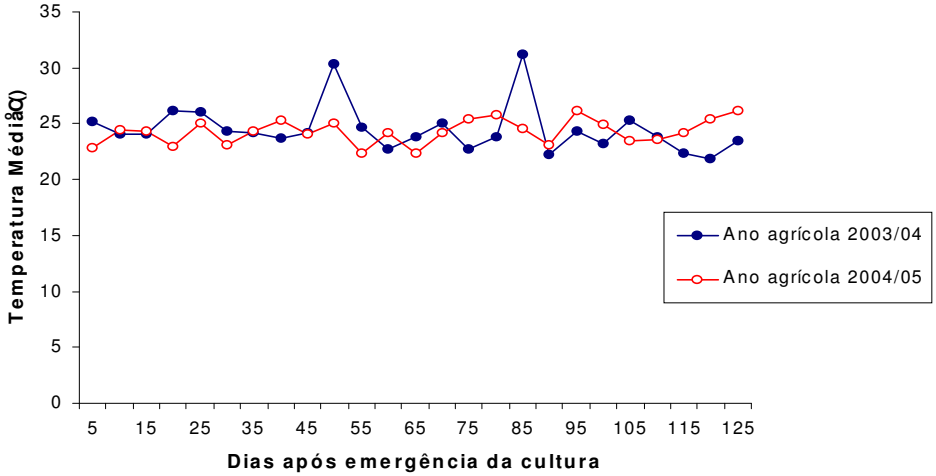

Figura 1. Temperatura média durante o ciclo da cultura nos anos agrícolas 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP. Fonte: Estação Agroclimatológica. Depto de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – CAMPUS DE JABOTICABAL.

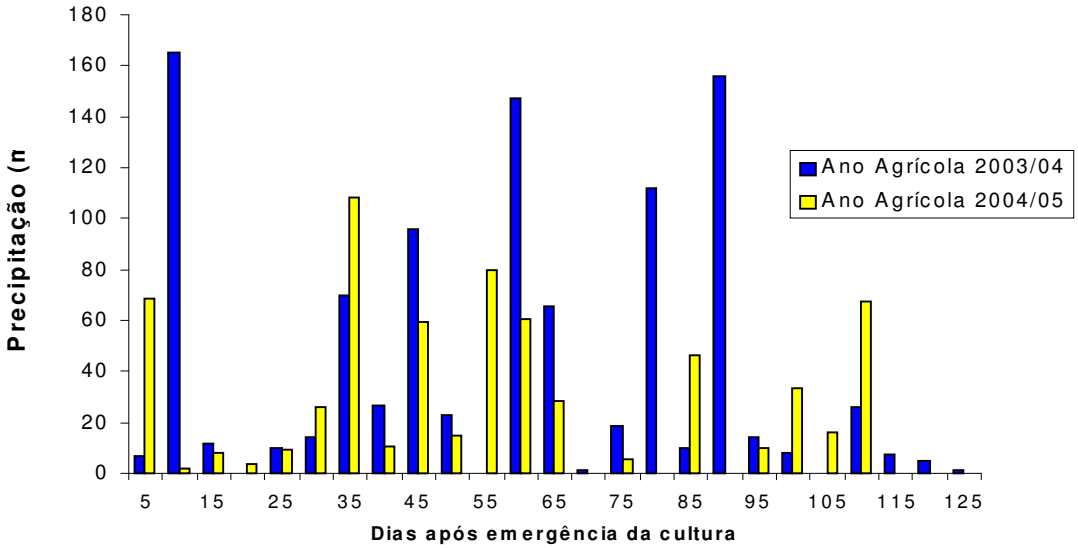

Figura 2. Precipitação durante o ciclo da cultura nos anos agrícolas 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP. Fonte: Estação Agroclimatológica. Depto de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – CAMPUS DE JABOTICABAL.

3.3 Descrição do solo, semeadura e adubação

Os experimentos foram instalados sobre Latossolo Vermelho, eutrófico típico, de textura argilosa, com topografia suavemente ondulada e boa drenagem (ANDRIOLI & CENTURION, 1999). As características físicas e químicas da área experimental são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização física e química do solo da área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Estadual Paulista – UNESP - SP, 2004.

Características Físicas*			
Argila	Limo	Areia	Classe Textural
		Fina / Grossa	
g kg^{-1}			
590	190	100 / 120	Argilosa

Características Químicas*									
pH em $CaCl_2$	M.O. g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	$H^+ + Al^{+3}$	SB	T	V (%)
					mmol$_c$ dm^{-3}				
5,4	27	60	3,4	43	16	34	62,4	96,4	65

* Análises feitas pelo Laboratório de Análise de Solo e Planta da FCAV/UNESP.

O preparo do solo em cada ano foi o convencional, com aração e duas gradagens. A adubação e a semeadura das cultivares foram mecanizadas e em uma única operação sendo realizadas nos dias 18/11/2003 e 24/11/2004. A emergência do arroz no primeiro e segundo ano agrícola ocorreu em 25/11/2003 e 29/12/2004, respectivamente. A densidade de semeadura, nos dois anos agrícolas para ambas cultivares foi de 90 sementes por metro de sulco.

Nos dois anos, utilizou-se na adubação, 300 kg ha^{-1} da formula 4-14-8. Para adubação em cobertura utilizou-se 60 kg ha^{-1} de N aplicado na linha de plantio no período denominado “ponto de algodão”, das plantas de arroz, isto é, na diferenciação das ramificações secundárias da panícula.

3.4. Cultivares

As cultivares de arroz utilizadas foram IAC 202 e Caiapó. A cultivar IAC 202 é a denominação comercial da linhagem IAC 1205 obtida do cruzamento entre as cultivares Lemont e IAC 25, realizado no Centro Experimental de Campinas, em 1985. Lemont é uma cultivar americana, de porte baixo e excelente qualidade de grãos, e a IAC 25, uma tradicional cultivar de arroz de sequeiro lançada pelo Instituto Agronômico em 1973. A cultivar apresenta altura média de 87 cm, sendo considerada de porte baixo a intermediário. O ciclo médio de florescimento é de 87 dias, mas pode haver variações no florescimento e maturação, principalmente em virtude da época de semeadura. Têm boa resistência ao acamamento, embora possa apresentar algum problema sob condições de excessivo desenvolvimento vegetativo (BASTOS, 2000). Apresenta ainda, como características morfológicas, folhas pequenas, estreitas e relativamente eretas, além de boa capacidade de perfilhamento.

Caiapó é a denominação varietal da linhagem de arroz ‘CNA x 782-28-2-1’ obtida pela Embrapa Arroz e Feijão. Originou-se do cruzamento múltiplo ‘IRAT 13’/ ’Beira Campo’ // ’CNA’ x ‘104B-18Py-2B’/ ‘Pérola’. É uma cultivar de ciclo médio, que floresce aos 110 dias, em média, e atinge a maturação por volta dos 130-140 dias. Possui altura média de 95 cm, boa capacidade de perfilhamento, resistência à seca. A “folha bandeira” é ereta, as intermediárias assumem posição ereta e oblíqua e as folhas baixeiras são oblíquas e decumbentes. É susceptível ao acamamento, principalmente em solos férteis, com rendimento médio de grãos de 2725 kg ha^{-1} (SOARES et al., 1993). Foi a primeira cultivar de arroz lançada pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Arroz e Feijão e seus parceiros, com real ganho em qualidade de grãos, por apresentar alto rendimento de engenho e grãos tipo longo (GUIMARÃES et al., 2003a).

3.5. Semeadura de plantas daninhas

No primeiro ano agrícola foram semeadas, a lanço, logo após a semeadura da cultura e em toda a área (2240 m^2), 500 g de cada uma das seguintes plantas daninhas: *Digitaria* spp*, E. crus-galli*, *B. decumbens* e *E. indica.* Com esta prática visou-se garantir a infestação na área experimental. No segundo ano não foi realizado esse procedimento, contando-se com o banco de sementes constituído.

3.6. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com dezesseis tratamentos e quatro repetições, totalizando 64 parcelas para cada cultivar**.** As parcelas foram constituídas por sete linhas de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,45 m. A área útil para avaliação foi constituída das três linhas centrais e teve como bordaduras, duas linhas de plantio de cada lado e meio metro de cada uma das extremidades, perfazendo 5,40 m^2.

3.7. Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos por dois grupos, um com períodos de controle das plantas daninhas e outro com períodos de convivência das plantas daninhas (Tabela 2), sendo que ambos tiveram início a partir da emergência da cultura. Durante o período em que a cultura permaneceu livre das plantas daninhas, a cada dois dias as parcelas eram examinadas e as plantas daninhas emergidas foram eliminadas manualmente (nas proximidades da linha) ou através de capinas. Após o final de cada período de controle, permitiu-se que as plantas daninhas crescessem livremente até a colheita. Para os tratamentos do grupo de convivência, após o término de cada período inicial de convivência, foi realizado o controle das plantas daninhas, com capinas a cada dez dias, até a colheita.

Os períodos iniciais de controle ou de convivência após a emergência da cultura são apresentados na Tabela 2 e foram: 0-10, 0-20, 0-30, 0-40, 0-50, 0-60, 0-70 dias e 0-colheita. O início da aplicação dos tratamentos propostos foi considerado a partir de 80% da emergência da cultura, o que ocorreu nos dias 29/11/2003 e 07/12/2004, respectivamente. Foram estabelecidas duas testemunhas, uma mantida no mato (tratamento 16) e outra mantida no limpo durante todo o ciclo do arroz (tratamento 8).

Tabela 2. Tratamentos estabelecidos para caracterização dos períodos de controle e de convivência nas cultivares IAC 202 e Caiapó, do arroz de terras altas, em Jaboticabal – SP.

Trat.	Períodos de Controle (Dias após emergência)	Períodos de Convivência (Dias após emergência)
1	0 – 10	----------
2	0 – 20	----------
3	0 – 30	----------
4	0 – 40	----------
5	0 – 50	----------
6	0 – 60	----------
7	0 – 70	----------
8	0 – colheita	----------
9	----------	0 – 10
10	----------	0 – 20
11	----------	0 – 30
12	----------	0 – 40
13	----------	0 – 50
14	----------	0 – 60
15	----------	0 – 70
16	----------	0 – colheita

3.8. Avaliações

3.8.1. Comunidade infestante

Durante o ciclo da cultura foram feitas avaliações da densidade e da massa seca das plantas daninhas ao final de cada período de convivência nos respectivos tratamentos e na colheita para os tratamentos com períodos iniciais controlados. Essas avaliações foram realizadas com o lançamento aleatório de retângulo metálico de 0,5 m

x 0,2 m, por três vezes, na área útil de cada parcela. As partes aéreas das plantas daninhas foram coletadas e separadas por espécie, determinando-se os valores de densidade e massa seca. Essa última foi obtida pela secagem em estufa com renovação forçada de ar, a 70° C, até atingir massa constante. Os dados de densidade e massa seca da comunidade infestante foram apresentados em número de plantas e gramas de massa seca por metro quadrado. Posteriormente esses dados foram submetidos à análise de regressão, cujos critérios de escolha foram baseados no valor do coeficiente de determinação, na significância da análise de variância da regressão e no fenômeno biológico.

3.8.2. Produtividade da cultura do arroz

Na cultura do arroz foram realizadas avaliações do número de perfilhos/área em 1,0 m de cada linha da área útil por época da colheita. As alturas das plantas foram medidas, tomando-se o comprimento desde o colo até a última aurícula de dez plantas da área útil durante a colheita. Mensurou-se também o número de panículas em 5,4 m^2 da área útil das parcelas, após o que foram colhidas manualmente e passaram por trilhadeira mecânica. Os teores de água foram determinados logo após a colheita e a produção foi padronizada para 13% de umidade nos grãos. As colheitas das cultivares IAC 202 e Caiapó foram realizadas aos 115 e 122 DAE da cultura, nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, respectivamente.

Os dados de produtividade, expressos em kg ha^{-1}, e do número de panículas por metro quadrado, foram analisados por blocos de tratamentos (períodos iniciais de controle ou de convivência das plantas daninhas) através da análise de regressão e conforme o modelo sigmoidal de Boltzmann. Este modelo obedece a seguinte equação:

$$\bullet = A_2 + \{(A_1-A_2) / (1+ \exp [(x-x_o) / dx])\},$$

Onde:

• = produtividade estimada do arroz, em kg ha^{-1};

X = limite superior considerado, do período de convivência ou controle;

A_1 = produção máxima estimada, obtida nas parcelas mantidas no limpo durante todo o ciclo;

A_2 = produção mínima estimada, obtida nas parcelas mantidas com mato durante todo o ciclo;

X_o = limite superior do período de convivência ou controle, que corresponde ao valor intermediário entre a produção máxima e a mínima;

dx = parâmetro que indica a velocidade de perda ou ganho de produção (tg α no ponto X_o).

Com base nas equações de regressão foram determinados os períodos de interferência das plantas daninhas para os níveis arbitrados de tolerância de 2%, 5% e 10% de redução na produtividade e no número de panículas do arroz por metro quadrado, em relação ao tratamento mantido na ausência das plantas daninhas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este item foi dividido em três sub-itens, visando-se a uma melhor compreensão. Os dois primeiros foram subdivididos por cultivar onde se analisou separadamente a comunidade infestante e a produtividade de cada uma. No último sub-item compararam-se as duas cultivares.

4.1. Comunidade infestante da cultivar IAC 202

Nas avaliações da comunidade infestante da cultura do arroz (cv IAC 202), feitas ao final dos períodos de convivência, no ano agrícola de 2003/04, foram encontradas 26 espécies de plantas daninhas, pertencentes a quatorze famílias botânicas. (Tabela 3).

Tabela 3. Nomes científicos e comuns, códigos internacionais e famílias das plantas daninhas da cultura do arroz (cv. IAC 202), no ano agrícola 2003/04. Jaboticabal - SP.

Nome científico	Nome comum	Código Internacional	Família
Brachiaria decumbens Stapf.	apim-braquiária	BRADC	Poaceae
Cenchrus echinatus L.	Capim-carrapicho	CCHEC	
Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.	Capim-marmelada	BRAPL	
Digitaria spp Heist.	Capim-colchão	DIGSS	
Eleusine indica (L.) Gaertn.	C. pé-de-galinha	ELEIN	
Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.	Capim-arroz	ECHCG	
Panicum maximum Jacq.	Capim-colonião	PANMA	
Commelina benghalensis L.	Trapoeraba	COMBE	Commelinaceae
Cyperus rotundus L.	Tiririca	CYPRO	Cyperaceae
Alternanthera tenella Colla	Apaga-fogo	ALRTE	Amaranthaceae
Amaranthus deflexus L.	Caruru	AMADE	
Amaranthus retroflexus L.	Caruru gigante	AMARE	
Bidens pilosa L.	Picão-preto	BIDPI	Asteraceae
Acanthospermum hispidum DC.	Carrapicho-de- carneiro	ACNHI	
Ipomoea grandifolia (Dammer) O` Donell	Corda-de-viola	IAOGR	Convolvulaceae
Raphanus raphanistrum L.	Nabiça	RAPRA	Cruciferae
Euphorbia heterophylla L.	Amendoim-bravo	EPHHL	Euphorbiaceae
Phyllanthus tenellus Roxb.	Quebra-pedra	PYLTE	
Indigofera hirsuta L.	Anileira	INDHI	Fabaceae
Leonotis nepetaefolia (L.) Schimp. ex Benth	Cordão-de-frade	LEONE	Lamiaceae
Sida rhombifolia L.	Guanxuma	SIDRH	Malvaceae
Sida glaziovii K. Schum	Guanxuma	SIDGZ	
Portulaca oleracea L.	Beldroega	POROL	Portulacaceae
Richardia brasiliensis Gomez	Poaia-branca	RCHBR	Rubiaceae
Physalis angulata (L.)	Joá-de-capote	PHYAN	Solanaceae
Solanum americanum Mill.	Maria-pretinha	SOLAM	

As famílias que mais se destacaram em número de espécies nesse ano, foram: Poaceae (26,9%), Amaranthaceae (11,5%), Asteraceae (7,7%), Euphorbiaceae (7,7%),

Malvaceae (7,7%) e Solanaceae (7,7%). As dicotiledôneas predominaram com 65,4%, enquanto as monocotiledôneas foram 34,6%.

No ano agrícola de 2004/05, a diversidade dentro da comunidade infestante foi menor, com vinte espécies, em comparação ao ano anterior (Tabela 4). Essas pertenciam a dez famílias botânicas, cujos destaques foram Poaceae (30%), Amaranthaceae (15%), Malvaceae (15%) e Asteraceae (10%).

Tabela 4. Nomes científicos e comuns, códigos internacionais e famílias das plantas daninhas da cultura do arroz (cv. IAC 202), no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal - SP.

Nome cientifico	**Nome comum**	**Código Internacional**	**Família**
Brachiaria decumbens Stapf.	Capim-braquiária	BRADC	Poaceae
Cenchrus echinatus L.	Capim-carrapicho	CCHEC	
Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.	Capim-marmelada	BRAPL	
Digitaria spp Heist.	Capim-colchão	DIGSS	
Eleusine indica (L.) Gaertn.	C. pé –de-galinha	ELEIN	
Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.	Capim-arroz	ECHCG	
Commelina benghalensis L.	Trapoeraba	COMBE	Commelinaceae
Cyperus rotundus L.	Tiririca	CYPRO	Cyperaceae
Alternanthera tenella Colla	Apaga-fogo	ALRTE	Amaranthaceae
Amaranthus deflexus L.	Caruru	AMADE	
Amaranthus retroflexus L.	Caruru	AMARE	
Bidens pilosa L.	Picão-preto	BIDPI	Asteraceae
Parthenium hysterophorus L.	Losna-branca	PTNHY	
Acanthospermum hispidum DC.	Carrapicho-de-carneiro	ACNHI	
Ipomoea grandifolia (Dammer) O` Donell	Corda-de-viola	IAOGR	Convolvulaceae
Raphanus raphanistrum L.	Nabiça	RAPRA	Cruciferae
Indigofera hirsuta L.	Anileira	INDHI	Fabaceae
Sida rhombifolia L.	Guanxuma	SIDRH	Malvaceae
Sida glaziovii K.Schum	Guanxuma	SIDGZ	
Portulaca oleracea L.	Beldroega	POROL	Portulacaceae

Em termos de diversidade de espécies, as dicotiledôneas novamente predominaram na composição das espécies da comunidade infestante no segundo ano agrícola, com 60%, enquanto as monocotiledôneas tiveram 40% de participação. Apesar das monocotiledôneas representarem menor percentual de espécies na composição da comunidade infestante dos dois anos agrícolas, o número de indivíduos apresentou os mais elevados percentuais. Segundo ARANHA & PIO (1982), a ocorrência das monocotiledôneas na cultura do arroz é mais prejudicial devido apresentarem ciclo e sistema radicular muito semelhantes aos das plantas cultivadas. CLARKE (1971) ressalta que quanto mais semelhante morfológica e fisiologicamente são duas espécies, mais próximas serão suas necessidades e mais intensa será a competição pelos fatores limitados no ambiente comum. GELMINI (1983) relatou, entre as diversas plantas daninhas que ocorrem na cultura do arroz, nove espécies de monocotiledôneas, sendo sete Poaceae e doze espécies de dicotiledôneas.

As densidades populacionais das comunidades infestantes ao final dos períodos iniciais de convivência com a cultura, para os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, estão representadas na Figura 3. De acordo com a equação sigmoidal de Boltzmann ocorreram decréscimos acentuados dos 30 aos 70 DAE em ambos os anos agrícolas, sobretudo para o primeiro. Isso decorreu da significativa mortalidade das plantas em função da competição pelos recursos do meio. Segundo RADOSEVICH et al. (1997), a medida em que aumenta a densidade e ocorre o desenvolvimento das plantas daninhas, especialmente daquelas que germinaram e emergiram no início do ciclo da cultura, intensificam-se as competições intra e interespecíficas, de modo que as plantas daninhas mais altas e desenvolvidas tornam-se dominantes, ao passo que as menores são suprimidas ou morrem.

No ano agrícola 2003/04, constatou-se densidade máxima aos 30 dias após a emergência (DAE) da cultura com 356 plantas m^{-2}. No ano agrícola de 2004/05, o forte decréscimo no número de indivíduos da comunidade infestante ocorreu no período de 30 a 50 DAE, face à competição intra e interespecífica, destacando-se também o sombreamento imposto pelas plantas cultivadas. Após 50 DAE, a densidade manteve-

se constante até aos 70 DAE. A densidade máxima constatada aos dez dias após a emergência foi de 178 plantas m^{-2}.

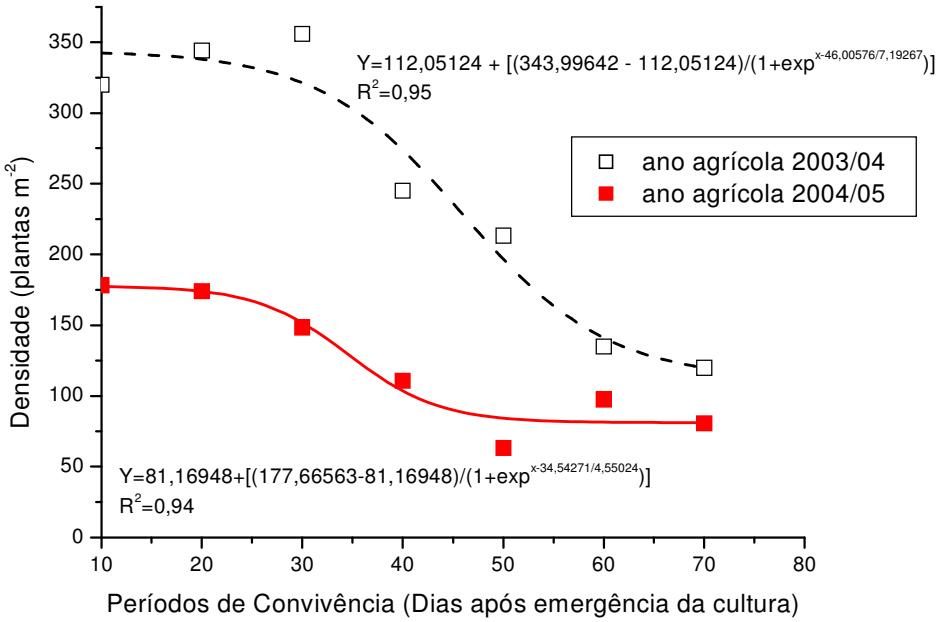

Figura 3. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pela equação sigmoidal de Boltzmann para a densidade de plantas da comunidade infestante ao final dos períodos iniciais de convivência com o arroz (cv. IAC 202), nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP.

Na Figura 4, observam-se os resultados de massa seca acumulada pela comunidade infestante, ao final dos períodos iniciais de convivência, nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05. Conforme a equação de Boltzmann, a massa seca da comunidade infestante, em ambos os anos, foi crescente até aos 70 DAE. No primeiro ano agrícola, a massa seca foi um pouco maior em relação ao segundo. No entanto, na colheita o acúmulo de massa seca foi menor, correspondendo a 920,00 g m^{-2}, enquanto no segundo foi de 1428,33 g m^{-2}. A menor densidade fez com que algumas espécies de maior potencial de crescimento pudessem desenvolvê-lo totalmente. Segundo PITELLI (1985), em baixas densidades o potencial de interferência de cada indivíduo pode se manifestar com maior intensidade. Da mesma forma, este autor ressalta o princípio de Liebig, afirmando que cada indivíduo não poderá crescer de acordo com o seu potencial

genético, mas em consonância com as quantidades de recursos que conseguir recrutar, na intensa competição a que está submetido. Desta maneira, em altas densidades, o valor de cada indivíduo como elemento competitivo fica diminuído, e o potencial de crescimento da comunidade é controlado por aquele recurso que de acordo com as necessidades gerais da comunidade, apresentar-se em menor quantidade no ambiente.

A massa seca da comunidade infestante nos períodos iniciais de convivência durante o ano agrícola de 2003/04, cresceu de 12,33 g m^{-2}, aos dez dias após a emergência, para 920,00 g m^{-2}, aos 115 DAE (colheita). No ano agrícola de 2004/05, o aumento foi de 5,20 g m^{-2} aos dez dias após a emergência para 1428,33 g m^{-2}, aos 115 DAE.

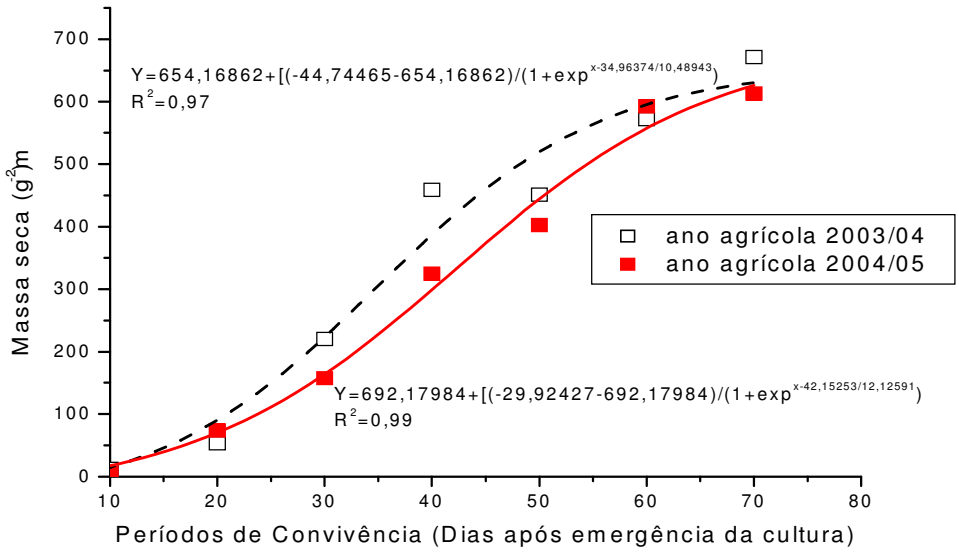

Figura 4. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pela equação sigmoidal de Boltzmann para massa seca acumulada da comunidade infestante ao final dos períodos iniciais de convivência com o arroz (cv. IAC 202), nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP.

No ano agrícola 2003/04, as plantas daninhas mais importantes em termos numéricos, na comunidade infestante, foram: *C. rotundus, C. echinatus, Digitaria* spp*, E. crus-galli e B. decumbens* (Figura 5a). Observa-se que *C. rotundus* apresentou uma elevada densidade até aos 50 DAE, quando sofreu redução drástica. Isso pode ser explicado pela sua emergência antes das plântulas de arroz, com forte brotação e um

crescimento inicial vigoroso. A redução ocorreu devido à competição com as outras espécies, sobretudo por luz, incluindo nesta assertiva o próprio sombreamento da cultura. Também é importante destacar que a elevada densidade de *C. rotundus* não produziu aumentos substanciais na massa seca da comunidade infestante.

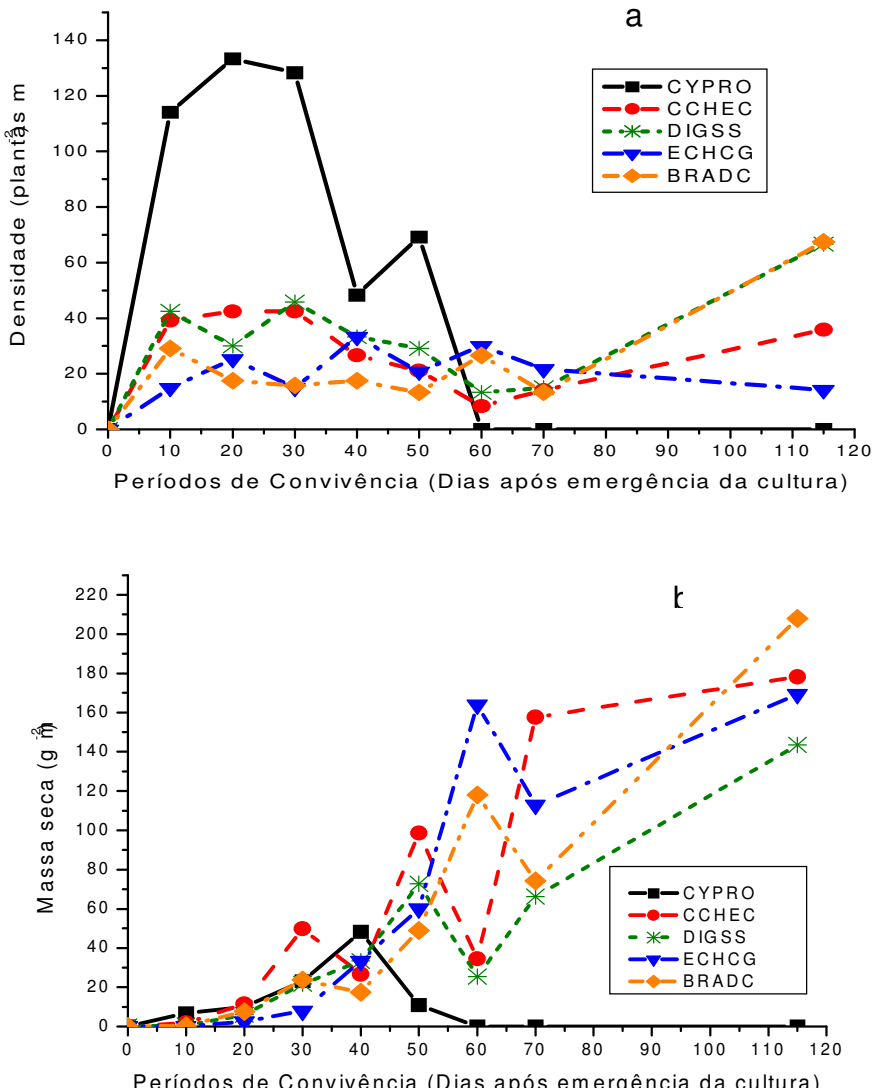

Figura 5. Densidade (a) e massa seca (b) das principais plantas daninhas da comunidade infestante ao final dos períodos iniciais de convivência com o arroz (cv. IAC 202), no ano agrícola de 2003/04. Jaboticabal - SP.

E. crus-galli, considerada importante planta daninha da cultura do arroz, assumiu maior relevância em densidade após os 50 DAE até aos 70 DAE. Foi ultrapassada na colheita por *B. decumbens* e *Digitaria* spp, ambas com densidades de 67,0 plantas m^{-2} e também por *C. echinatus* com densidade de 35,8 plantas m^{-2}. Devido ao aumento na densidade de *B. decumbens* no final do ciclo da cultura, e por ser espécie com forte desenvolvimento, ocorreu um aumento na sua massa seca, para 208,03 g m^{-2}, como pode ser visto na Figura 5b. Para *Digitaria* spp, o acréscimo na massa seca foi menor, 143,53 g m^{-2}. Isso indica que *B. decumbens* foi a espécie mais importante na fase final do ano agrícola de 2003/04.

No final do ciclo da cultura do primeiro ano constataram-se apenas quatro principais espécies de plantas daninhas (*C. echinatus, Digitaria* spp*, E. crus-galli e B. decumbens*), que corresponderam a 87,01% da densidade e 75,98% da massa seca total da comunidade infestante. Segundo COBUCCI et al. (2001), as espécies de plantas daninhas mais agressivas ao arroz de terras altas do Centro-Oeste, pertencem aos gêneros *Brachiaria*, *Cenchrus*, *Digitaria*, *Commelina* e *Ipomoea*. No gênero *Brachiaria* destacam-se as espécies *B. plantaginea* e *B. decumbens*. Esta última é uma planta perene que se reproduz por sementes e de forma vegetativa. A germinação das suas sementes é muito irregular, pois muitas apresentam dormência inicial, o que dificulta as medidas de controle, necessitando herbicidas de efeito residual longo ou aplicações seqüenciais de herbicidas em pós-emergência durante o ciclo.

No ano agrícola de 2004/05, as principais espécies da comunidade infestante ao final dos períodos iniciais de convivência com a cultura, foram: *Digitaria* spp*, C. echinatus, R. raphanistrum* e *A. tenella* (Figura 6a e b). Nesse ano agrícola, aos dez DAE, a principal planta daninha foi *Digitaria* spp, com densidade de 58,3 plantas m^{-2}. Após esse período, houve decréscimo acentuado, atingindo quinze plantas m^{-2}, que se manteve até aos 40 DAE, quando ocorreu nova redução. Na última avaliação da comunidade infestante, a sua densidade foi de 2,5 plantas m^{-2}. Outra espécie que se destacou aos dez DAE foi *C. echinatus,* cuja densidade alcançou 46,7 plantas m^{-2}, reduzindo-se com o desenvolvimento da cultura e voltando a ter acréscimos no final do ciclo da cultura. *A. tenella,* dos 30 DAE até o final do ciclo da cultura sobrepujou as

outras espécies, atingindo durante a colheita, 17,5 plantas m^{-2}. Para a massa seca dessa espécie os aumentos foram constantes ao longo do ciclo da cultura, atingindo 345,00 g m^{-2} na última avaliação da comunidade infestante.

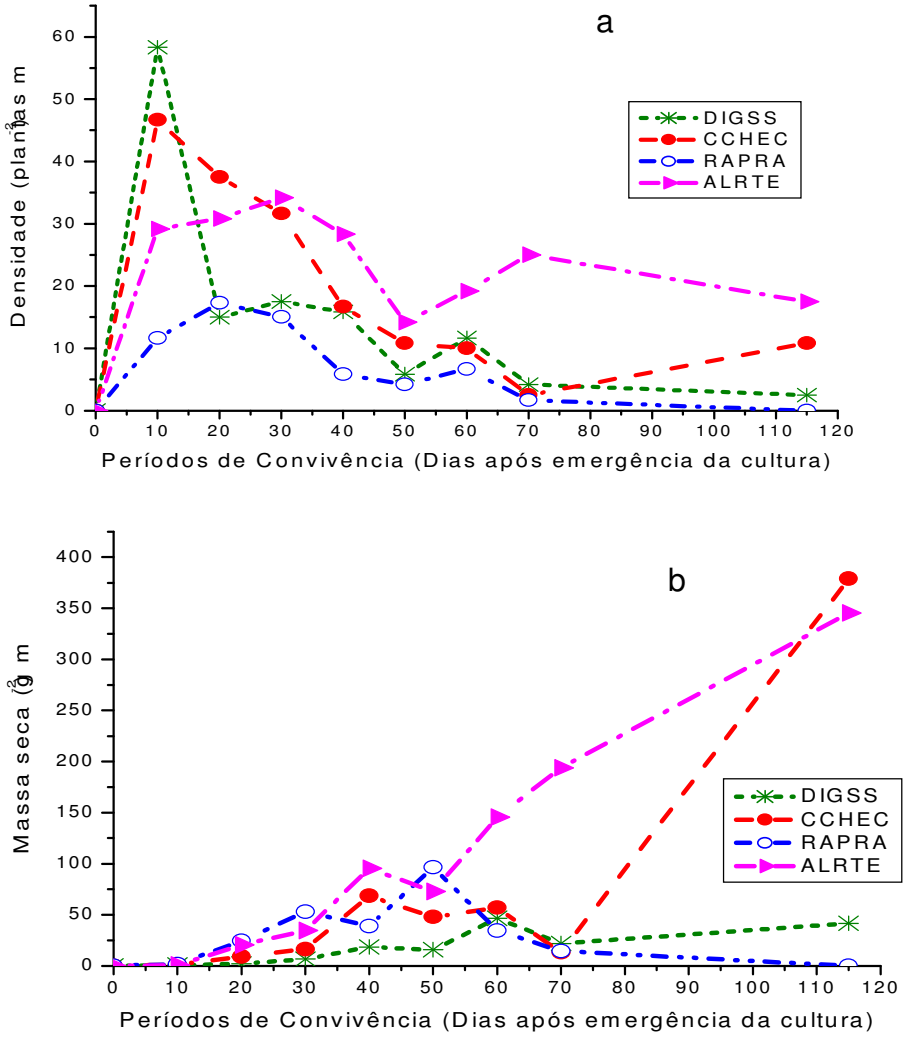

Figura 6. Densidade (a) e massa seca (b) das principais plantas daninhas da comunidade infestante ao final dos períodos iniciais de convivência com o arroz (cv. IAC 202), no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal - SP.

O maior acúmulo total de massa seca no final do ciclo do segundo ano ocorreu com participação desta espécie e de *C. echinatus* que apresentou acréscimos menores em comparação com *A. tenella,* até aos 70 DAE. Porém, na última avaliação, essa planta daninha atingiu 379,13 g m^{-2} (Figura 6b), sobrepujando-a. Na colheita, as duas

plantas daninhas que se destacaram, *C. echinatus* e *A. tenella,* foram responsáveis por 54,0% da densidade e 50,7% da massa seca total da comunidade infestante. Segundo KISSMANN & GROTH (1999), *A. tenella* é uma planta herbácea muito ramificada, de porte não muito elevado e por isso proporciona cobertura intensa ao solo.

As densidades populacionais da comunidade infestante na colheita, em função dos períodos iniciais de controle, nos dois anos estudados, estão apresentadas na Figura 7. No ano agrícola de 2003/04 ocorreu rápido decréscimo no número de plantas daninhas a partir dos 30 DAE, estabilizando-se, em baixo nível, aos 70 DAE. Significa que o aumento no período controlado não evitou que algumas plantas germinassem até o final do ciclo. Na testemunha sem controle de plantas daninhas a densidade foi elevada, atingindo 212 plantas m^{-2}, evidenciando-se a necessidade de controle inicial em anos de alta infestação.

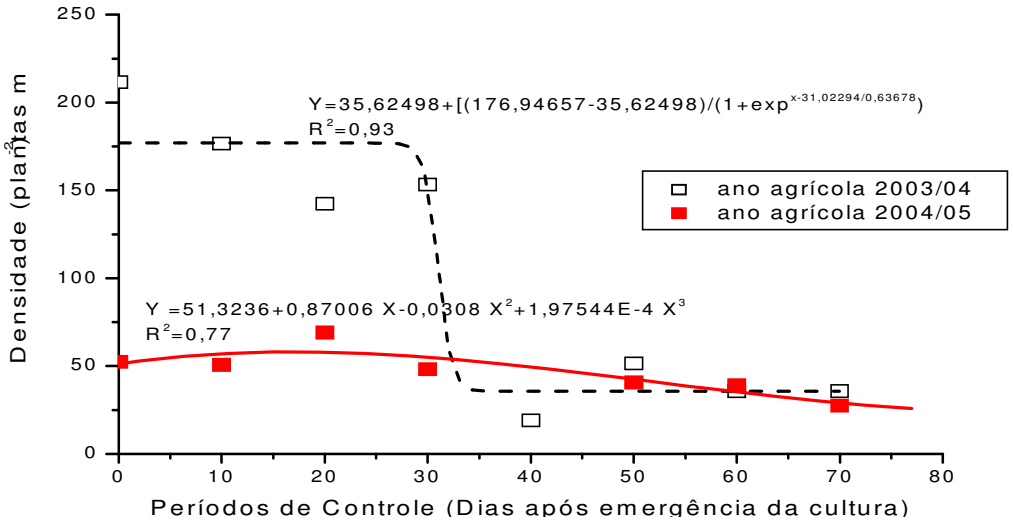

Figura 7. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pela equação sigmoidal de Boltzmann e pela equação cúbica, para a densidade de plantas da comunidade infestante na colheita, em função dos períodos iniciais de controle no arroz (cv. IAC 202), anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP.

No ano agrícola de 2004/05, os decréscimos na densidade da comunidade infestante em função dos períodos iniciais de controle foram menos acentuados, ocorrendo a partir dos 30 até aos 70 DAE (Figura 7). Nesse ano, a densidade foi menor na testemunha sem controle das plantas daninhas, atingindo 52,5 plantas m^{-2}. No

primeiro ano, apesar da infestação inicial maior, os períodos iniciais de controle tiveram efeito marcante sobre as densidades constatadas na colheita. Neste caso, os fluxos de emergência da comunidade infestante foram mais concentrados no início do ciclo. No segundo ano, a germinação foi menor, porém constante durante todo o período.

Os valores de massa seca acumulada pela comunidade infestante na colheita, em função dos períodos iniciais de controle, em ambos os anos agrícolas encontram-se na Figura 8. De acordo com a equação sigmoidal de Boltzmann ajustada aos dados, a massa seca acumulada pela comunidade infestante foi decrescente com o aumento dos períodos de controle, em ambos os anos. Os períodos crescentes de controle até aos 70 DAE reduziram consideravelmente o acúmulo de massa seca pela comunidade infestante.

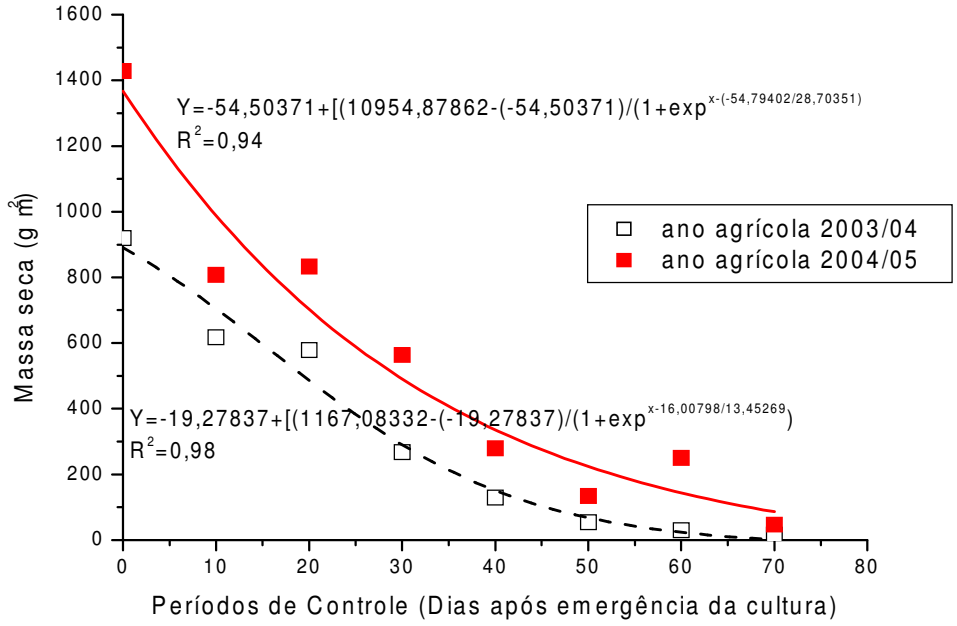

Figura 8. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pelas equações sigmoidais de Boltzmann, para massa seca acumulada pela comunidade infestante na colheita, em função dos períodos iniciais de controle no arroz (cv IAC 202), anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP.

O crescimento das plantas da cultivar IAC 202 também teve participação na complementação do controle, potencializando-o a partir dos 40 DAE e isto reduziu o

estabelecimento e o desenvolvimento das plantas daninhas na área. Estes resultados coincidiram com os de CASTRO & ALMARIO (1992), que evidenciaram a necessidade de controle no início da cultura, face ao rápido crescimento das plantas daninhas, sobretudo gramíneas, e o lento desenvolvimento inicial das plantas de arroz. Enfatizaram, ainda, a necessidade de intervenções nos primeiros vinte a 30 dias após a emergência da cultura.

4.2. Produtividade de grãos da cultivar IAC 202

A capacidade produtiva do arroz é dependente de vários componentes, como o número de panículas m^{-2}, que é determinado pelo número de perfilhos por área. Assim, o conhecimento do número de perfilhos é um indicativo importante do número de panículas. Na Tabela 5 são apresentados os dados do número de perfilhos m^{-1} na colheita dessa cultivar em função dos períodos de interferência ou de controle das plantas daninhas, nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05.

No primeiro ano agrícola, a eliminação das plantas daninhas por vinte dias propiciou número de perfilhos na colheita semelhante ao da testemunha sem interferência das mesmas. Por outro lado, a convivência com a comunidade infestante por 70 dias após a emergência da cultura o tornou diferente na colheita, em relação à testemunha no limpo. Ocorreu redução de 53,6% do número de perfilhos na colheita ao comparar-se a interferência das plantas daninhas por 70 DAE com a testemunha sem interferência da comunidade infestante. Na testemunha em convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura, a redução foi de 100%.

No segundo ano, também foram necessários vinte dias de controle da interferência das plantas daninhas para que o número de perfilhos na colheita fosse semelhante ao da testemunha sem interferência da comunidade infestante e mais de 70 dias em convivência para que o mesmo diferisse da testemunha sem interferência das plantas daninhas. Para a testemunha em convivência com a comunidade infestante durante todo o ciclo da cultura, a redução foi de 72,7%.

Tabela 5. Efeitos dos períodos de controle ou de convivência das plantas daninhas sobre o número de perfilhos por metro avaliados por época da colheita da cv IAC202, nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/2005. Jaboticabal – SP.

Dias Após a Emergência	**Perfilhos m^{-1} †**					
	2003/04			**2004/05**		
	Controle	**Convivência**	**Teste F**	**Controle**	**Convivência**	**Teste F**
0	0,00 Bc	93,50 Aa	80,27**	29,67 Bb	108,67 Aa	25,63**
10	60,75 Bb	92,75 Aa	9,40**	56,33 Bab	101,92 Aa	8,53**
20	86,92 Aab	90,25 Aa	0,10NS	81,00 Aa	86,33 Aa	0,12 NS
30	95,00 Aa	85,25 Aa	0,87 NS	99,17 Aa	78,17 Aa	1,81 NS
40	98,00 Aa	94,08 Aa	0,14 NS	83,92 Aa	98,58 Aa	0,88 NS
50	103,50 Aa	74,08 Bab	7,95**	87,75 Aa	91,08 Aa	0,05 NS
60	101,92 Aa	67,08 Bab	11,14**	94,67 Aa	73,00 Aa	1,93 NS
70	92,75 Aab	43,33 Bb	22,42**	99,33 Aa	63,33 Ba	5,32*
Teste F	22,46**	5,83**		4,83**	1,96 NS	
F Contr. x Conviv.	0,0026 NS			2,46 NS		
F Tempo	9,39**			0,8235 NS		
F int. (Contr. x Conviv.) d. T	18,89**			5,97**		
C.V.(%)	18,46			26,49		
DMS T d.(Contr. x Conviv.)	33,16			49,58		
DMS (Contr. x Conviv.) d. T	21,03			31,45		

† Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando-se as duas testemunhas em convivência com a comunidade infestante, nos dois anos agrícolas, constatou-se que a comunidade infestante ocasionou maior redução no número de perfilhos na colheita no primeiro ano agrícola. DOMINGUES (1981) verificou que a comunidade infestante reduziu o perfilhamento do arroz levando a um menor número de panículas por unidade de área, que somado ao menor peso de grãos por panícula, refletiu-se em quedas de produção de 56% até 71%. Observou-se ainda que a competição da comunidade infestante reduziu o número de perfilhos mais no final do ciclo da cultura. CATON et al. (1997), em experimentos de competição de *Ammannia* spp com arroz irrigado, verificaram que a sombra projetada pela planta daninha durante a maturidade do arroz aumentou a mortalidade de perfilhos e reduziu a produção de grãos. Afirmaram que o efeito competitivo tornou-se mais severo após a planta daninha tornar-se mais alta que o arroz.

Nas Figuras 9 e 10 são apresentadas as curvas de produtividade do arroz, ajustadas pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, em função dos períodos de convivência ou de controle das plantas daninhas, nos anos de 2003/04 e 2004/05, respectivamente.

Na Tabela 6 são apresentados os parâmetros da equação, obtidos para a regressão dos dados de produtividade dessa cultivar em função dos períodos de interferência ou de controle das plantas daninhas, nos dois anos de estudo.

Considerando-se uma perda de 5% na produtividade dessa cultivar no ano agrícola 2003/04, verificou-se que a convivência começou a afetar a cultura (PAI) aos doze dias após a emergência, estendendo-se o controle numérico das plantas daninhas (PTPI) até aos 40 dias após a emergência (Figura 9). O período crítico de prevenção à interferência (PCPI), se caracterizou pelo intervalo entre doze e 40 dias após a emergência da cultura.

No ano seguinte (2004/05), admitindo-se a mesma perda de 5% (Figura 10) obteve-se PAI de 26 DAE e PTPI de 42 DAE. O PCPI, portanto, ficou entre 26 e 42 DAE. Verificou-se, então, para a cv. IAC 202, admitindo-se perda aceitável de 5% nos dois anos agrícolas, uma diferença de quatorze dias nos valores encontrados para o PAI. O valor foi menor em 2003/04 devido a maior pressão da comunidade infestante no início do ciclo, face a maior densidade de monocotiledôneas. Segundo PITELLI

(1985), quanto maior for a densidade da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os recurso do meio e, portanto, mais intensa será a competição sofrida pela cultura.

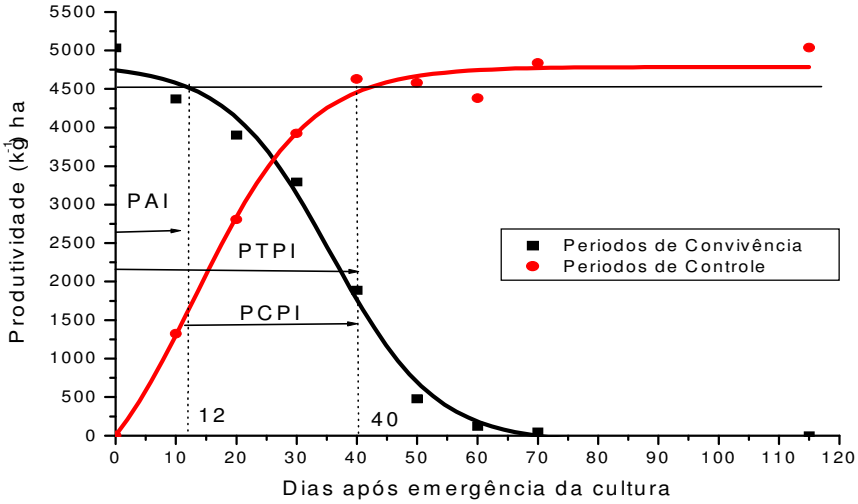

Figura 9. Produtividade do arroz (cv IAC 202) e ajuste dos dados pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, considerando-se uma perda de 5%, no ano agrícola de 2003/04. Jaboticabal - SP.

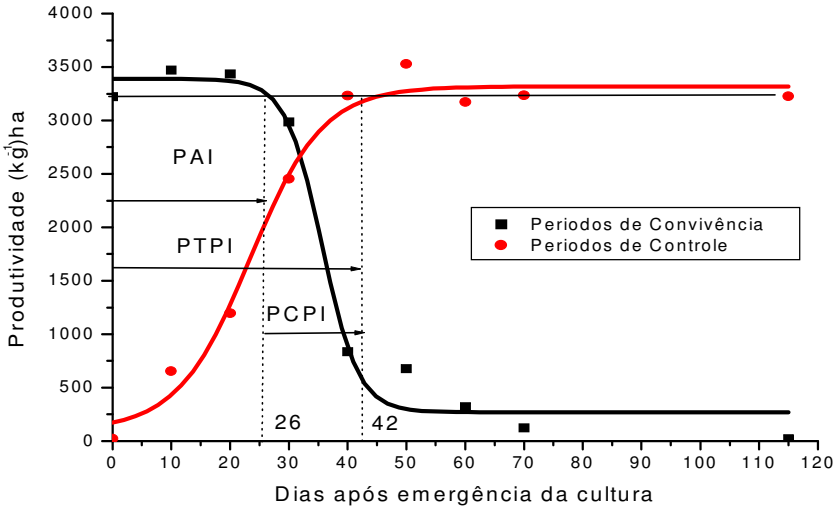

Figura 10. Produtividade do arroz (cv IAC 202) e ajuste dos dados pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, considerando-se uma perda de 5%, no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal - SP.

Em relação ao PTPI, a variação entre os dois anos agrícolas foi de apenas dois dias. Este resultado ratifica a premissa de boa complementação do controle exercido pelas plantas de arroz após os 40 DAE. Este período pode ser facilmente atendido pela aplicação de cultivadores mecânicos ou satisfeito pelo efeito residual de um herbicida.

Tabela 6. Parâmetros das equações sigmoidais de Boltzmann, ajustada aos dados de produção, em função dos períodos de convivência ou controle das plantas daninhas na cultura do arroz (cv. IAC 202), em dois anos agrícolas. Jaboticabal - SP.

Parâmetros	**2003/04**		**2004/05**	
	Convivência	**Controle**	**Convivência**	**Controle**
A_1	4820,1	-876,12	3389,77	101,40
A_2	-94,16	4677,083	269,51	3318,61
X_0	35,69	13,90	35,66	23,42
Dx	8,65	8,43	3,064	6,16
R^2	0,992	0,991	0,986	0,986

Na Tabela 7 são apresentadas as estimativas dos valores do limite superior dos períodos de interferência ou de controle das plantas daninhas em função de três níveis de tolerância na redução da produtividade do arroz, para os dois anos agrícolas.

Admitindo-se 10% de redução na produtividade em 2003/04, o PAI foi de dezessete dias após emergência da cultura e o PTPI foi de 34 DAE. Reduzindo-se os níveis de tolerância para 2%, o PAI passou para sete DAE e o PTPI para 47 DAE. Portanto, para que a diminuição na produtividade do arroz cv. IAC 202 mudasse de 2% para 10% foi necessário acrescentar dez dias no período de convivência. Enquanto que para aumentar a produtividade de 90 para 98%, foi necessário acréscimo de treze dias no período de controle.

Tabela 7. Variação do período anterior à interferência e do período total de prevenção à interferência da comunidade infestante no arroz (cv. IAC 202), em função das porcentagens de redução toleradas de produtividade, nos dois anos agrícolas. Jaboticabal - SP.

Períodos	**Percentagem de redução 2003/04**				**Percentagem de redução 2004/05**			
	2%	5%	10%	2 a 10%	2%	5%	10%	2 a 10%
PAI	7	12	17	10 dias	24	26	29	5 dias
PTPI	47	40	34	13 dias	48	42	37	11 dias

Para redução de 2% na produtividade do ano agrícola 2004/05, o PAI foi de 24 DAE e o PTPI de 48 DAE. Aumentando-se os níveis de tolerância para 10%, o PAI passou para 29 DAE e o PTPI para 37 DAE. Com o acréscimo do nível de tolerância de 2% para 10% verificou-se um aumento de cinco dias no período de convivência, neste ano. Porém, para elevar a produtividade de 90 para 98% , foi necessário aumentar em onze dias o período de controle.

A produtividade da cultivar na ausência total da interferência das plantas daninhas em 2003/04 foi de 5032,4 kg ha^{-1}, enquanto que em 2004/05 foi de apenas 3223,98 kg ha^{-1}. Ocorreu, portanto, redução de 40% no segundo ano agrícola. Esse fato pode ser explicado pela maior quantidade e boa distribuição das chuvas naturais, além da irrigação realizada, no período da diferenciação dos grãos que começa aproximadamente quinze dias antes da floração (estádio mais sensível ao déficit hídrico). O florescimento dessa cultivar ocorreu por volta dos 85 e 80 DAE, nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, respectivamente. No primeiro ano agrícola, quinze dias antes desse estádio fenológico, a quantidade de chuvas foi de 132 mm, enquanto que no segundo foi de apenas 34,2 mm. Experimentos conduzidos por FOFANA & RAUBER (2000) com arroz de terras altas na África não evidenciaram crescimentos na produção do segundo ano agrícola, em parte, pela baixa pluviosidade durante o período, levando à redução na disponibilidade de nutrientes. Vários grupos de pesquisadores relataram reduções da produção de arroz de um ano para outro, quando ele é cultivado no mesmo local. O “cansaço da terra” como é chamado pelos agricultores, pode ocorrer devido à ação de compostos alelopáticos produzidos pelas próprias plantas de arroz. CHOU (1985) relatou uma série de experimentos para elucidar o motivo da redução da produção do arroz no segundo cultivo e o associa com a liberação de fitotoxinas pelas próprias plantas, que foram identificadas como ác. p-cumárico, p-hidroxibenzóico, siríngico, vanílico, o-hidroxifenilacético, felúrico, propiônico, acético e butírico.

A convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo ocasionou severa interferência, resultando em perdas de produtividade de 100% e 90% para os anos de 2003/04 e 2004/05, o que ratifica a necessidade de um período de controle inicial que proporcione vantagens ao desenvolvimento da cultura e sua posterior complementação

ao controle pelo sombreamento. Também evidência baixa capacidade competitiva natural da cultivar utilizada que apresenta porte baixo e folhas relativamente eretas. Desta forma, com 5% de tolerância na redução da produtividade do arroz nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, os períodos anteriores à interferência (PAI) foram de onze e 26 DAE, respectivamente; os períodos totais de prevenção à interferência (PTPI), de 40 e 42 DAE e os períodos críticos de prevenção à interferência (PCPI), de onze a 40 DAE e de 26 a 42 DAE, respectivamente.

A produtividade da cultura do arroz pode ser estimada pela interação de vários componentes, dentre eles cita-se o número de panículas por área. Nas Figuras 11 e 12 observa-se o número de panículas m^{-2} da cv IAC 202, em função dos períodos de interferência das plantas daninhas, para os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, respectivamente. Na Tabela 8 apresentam-se os parâmetros da equação sigmoidal de Boltzmann para a regressão dos dados de número de panículas m^{-2}, nesses dois anos agrícolas.

Para uma perda de 5% no número de panículas m^{-2} da cv IAC 202, no ano agrícola de 2003/04 (Figura 11), verificou-se PAI de nove dias após a emergência da cultura e PTPI de 27 DAE. O PCPI ficou entre nove e 27 DAE. Em relação ao ano agrícola de 2004/05, admitindo-se a mesma perda (Figura 12), notou-se que o número de panículas m^{-2} passou a ser afetado negativamente pela convivência com as plantas daninhas aos dezesseis dias após a emergência, enquanto o período de controle (PTPI) foi de 67 DAE. O PCPI ficou entre dezesseis e 67 dias após a emergência. Portanto, a convivência da comunidade infestante começou a afetar o número de panículas mais precocemente no primeiro ano agrícola, enquanto que o período de controle para evitar-se a interferência foi maior no segundo ano. Isso indica que a menor quantidade de chuvas na fase de florescimento do arroz no ano agrícola de 2004/05, apesar da irrigação suplementar, afetou esse importante componente da produtividade, prolongando o seu período de emissão.

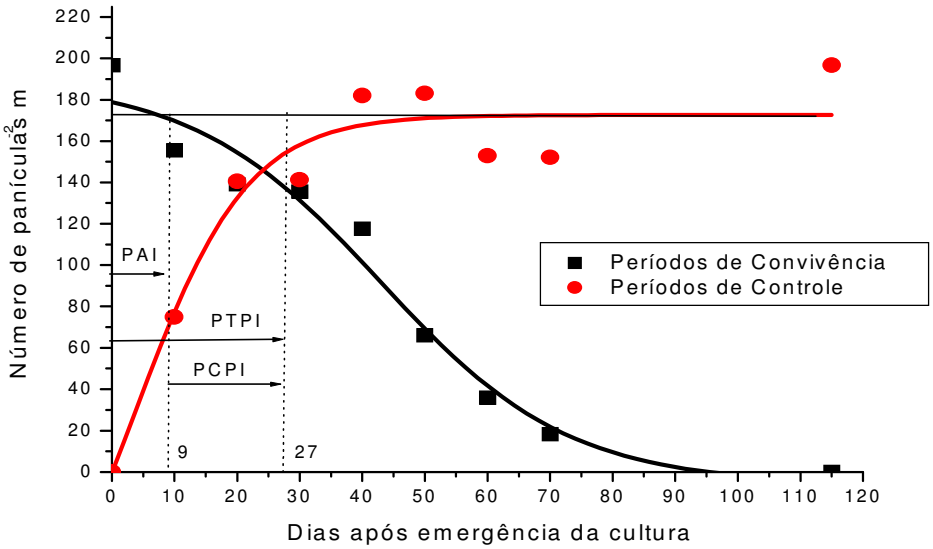

Figura 11. Número de panículas m^{-2} do arroz (cv IAC 202) e ajuste dos dados pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, considerando-se uma perda de 5%, no ano agrícola de 2003/04. Jaboticabal - SP.

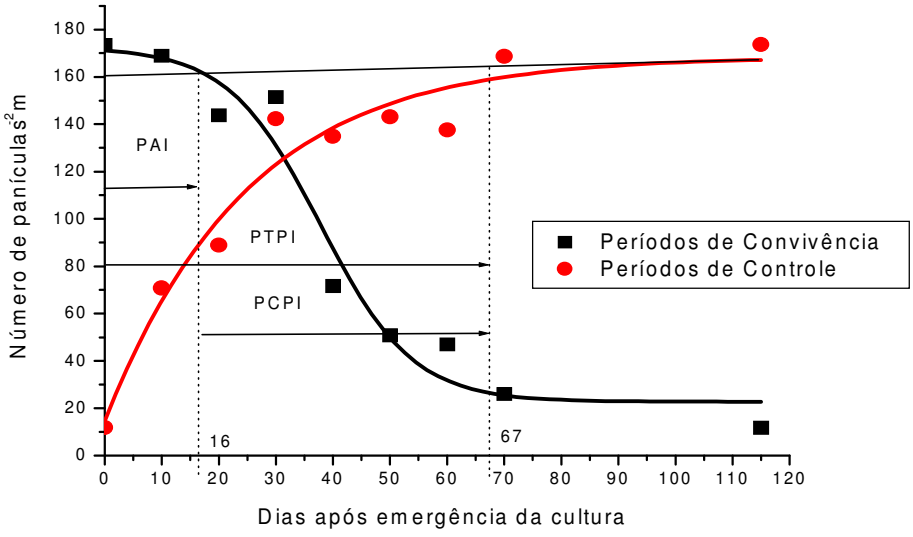

Figura 12. Número de panículas m^{-2} do arroz (cv IAC 202) e ajuste dos dados pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, considerando-se uma perda de 5%, no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal - SP.

Pesquisas conduzidas por PINHEIRO et al. (1985), com 49 cultivares de arroz, indicaram que em condições de deficiência hídrica as melhores correlações com a produtividade foram obtidas com o número de dias até a floração, percentual de fertilidade das espiguetas e ângulos das folhas e que na ausência de deficiência hídrica, as características mais relevantes foram o número de panículas m^{-2}, o índice de área foliar e a largura das folhas.

Tabela 8. Parâmetros das equações sigmoidais de Boltzmann ajustadas aos dados do número de panículas m^{-2}, em função dos períodos de convivência ou controle das plantas daninhas na cultura do arroz cv IAC 202, em dois anos agrícolas. Jaboticabal - SP.

Parâmetros	**2003/04**		**2004/05**	
	Convivência	**Controle**	**Convivência**	**Controle**
A_1	189,4141	-112,44095	172,54901	-2426,35626
A_2	-5,73479	172,65214	22,74476	168,52819
X_0	42,93138	3,87503	37,78244	-65,74386
Dx	15,02816	8,92252	8,08314	23,79012
R^2	0,96987	0,93304	0,96403	0,95363

Os números de panículas m^{-2} nas testemunhas sem interferência das plantas daninhas, para os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, foram de 196,72 e 173,61, respectivamente. No primeiro ano, a cultura em convivência total com a comunidade infestante não produziu panículas e no segundo ano, a produção foi de 11,85 panículas m^{-2}. Portanto, ocorreu forte interferência competitiva nos dois anos, resultando em 100% e 93,18% de redução no número de panículas m^{-2} para os anos de 2003/04 e 2004/05, respectivamente. Isso confirma a grande suscetibilidade da cultivar IAC 202 à competição imposta pelas plantas daninhas.

A Tabela 9 mostra as estimativas dos valores de limite superior dos períodos de interferência das plantas daninhas em função de três níveis de tolerância, para o número de panículas m^{-2} em ambos os anos agrícolas, obtidas das equações de regressão de Boltzmann.

Considerando-se reduções de 2% e 10% no número de panículas m^{-2} para o ano agrícola 2003/04, verificou-se que o PAI foi de quatro e dezesseis DAE e o PTPI de 35

e vinte DAE, respectivamente. Então, para se reduzir perdas de 10% para 2% no número de panículas m^{-2} da cv IAC 202 foi necessário diminuir doze dias no período de convivência. Para aumentar o número de panículas m^{-2} de 90% para 98%, foi necessário acréscimo de quinze dias no período de controle.

Tabela 9. Variação do período anterior à interferência e do período total de prevenção à interferência no arroz cv IAC 202 em função das porcentagens de redução toleradas no número de panículas m^{-2}, nos anos agrícolas 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP.

Períodos	Percentagem de redução 2003/04				Percentagem de redução 2004/05			
	2%	5%	10%	2 a 10%	2%	5%	10%	2 a 10%
PAI	4	9	16	12 dias	10	16	21	11 dias
PTPI	35	27	20	15 dias	84	67	52	32 dias

Em relação ao segundo ano agrícola, para reduções de 2% e 10% no número de panículas m^{-2}, o PAI foi de dez e 21 DAE e o PTPI de 84 e 52 DAE, respectivamente. Assim, diminuindo-se o nível de tolerância de 10% para 2% ocorreu diminuição de onze dias no período de convivência, enquanto que para elevar o número de panículas m^{-2} de 90% para 98%, o acréscimo foi de 32 dias no período de controle. Então, comparando-se os aumentos de perdas de 2% para 10% no número de panículas m^{-2} para os dois anos agrícolas, não observa-se diferenças entre os valores para os períodos de convivência. Porém, para elevar o número de panículas m^{-2} de 90% para 98%, foi necessário maior controle no segundo ano agrícola.

Os valores de altura das plantas de arroz na colheita, nos tratamentos com períodos iniciais de controle e de convivência com as plantas daninhas, para os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, encontram-se nas Figuras 13 e 14, respectivamente. Para o primeiro ano, conforme a equação sigmoidal de Boltzmann, a altura das plantas na colheita, começou a decrescer mais acentuadamente quando a convivência com as plantas daninhas atingiu os vinte DAE e se prolongou até aos 70 DAE. Para os períodos iniciais de controle não se verificaram decréscimos para essa característica através da equação quadrática (Figura 13).

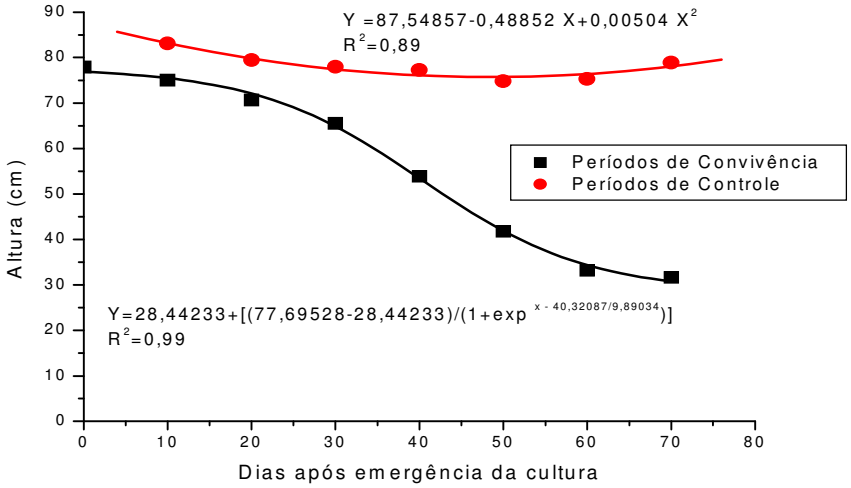

Figura 13. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pela equação sigmoidal de Boltzmann e pela equação quadrática para altura das plantas de arroz (cv IAC 202) na colheita, em função dos períodos iniciais de convivência e de controle das plantas daninhas, no ano agrícola de 2003/04. Jaboticabal - SP.

Os tratamentos mantidos sob controle das plantas daninhas apresentaram maiores alturas que os mantidos em convivência. Quando a cultura foi limpa por dez DAE, a sua altura foi de 83,0 cm. Para comparação, aos 70 DAE de convivência da cultura com as plantas daninhas, obteve-se a altura de 31,65 cm, o que caracterizou redução de 62%. Na testemunha sem controle das plantas daninhas até a colheita não foi possível a medição em função da mortalidade das plantas cultivadas.

No segundo ano agrícola (2004/05), as curvas de altura das plantas de arroz na colheita, ajustadas pela equação sigmoidal de Boltzmann em função dos períodos iniciais de convivência, indicaram que quando a cultura foi mantida no mato por dez dias no início do ciclo, começou a redução na altura, avaliada na época da colheita. Com o aumento dos períodos iniciais de convivência até os 70 DAE, a redução continuou a ocorrer (Figura 14). Para os períodos iniciais de controle, a curva da altura das plantas na colheita, também ajustada pela equação sigmoidal de Boltzmann, apresentou acréscimos nos primeiros vinte dias após a emergência, permanecendo constante, a partir desse período até o final do ciclo.

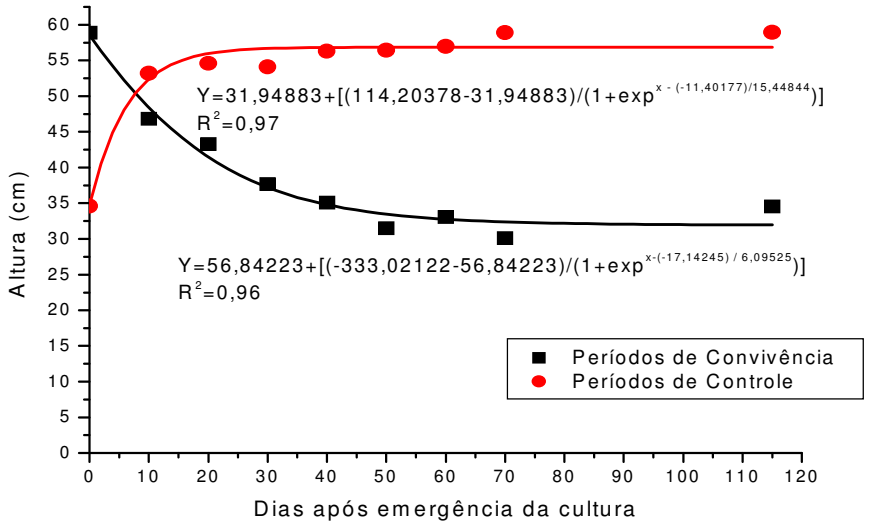

Figura 14. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pela equação sigmoidal de Boltzmann para altura das plantas de arroz (cv. IAC 202) na colheita, em função dos períodos iniciais de convivência e de controle das plantas daninhas, no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal - SP.

As maiores alturas na colheita foram obtidas nos tratamentos com ausência da interferência das plantas daninhas, registrando-se média de altura de 58,92 cm. A menor média de altura ocorreu quando a cultura foi mantida no mato por 70 DAE (30,10 cm), com reduções de 48,92%. Portanto, as maiores alturas na colheita foram obtidas no primeiro ano agrícola nos tratamentos com controle das plantas daninhas. As menores, no segundo ano agrícola, nos tratamentos em convivência com a comunidade infestante. Destaca-se ainda, que as reduções de altura foram maiores no primeiro ano agrícola, sugerindo que a elevada infestação de plantas daninhas ocorrida nesse ano afetou fortemente essa característica morfológica.

4.3. Comunidade infestante da cultivar Caiapó

As comunidades infestantes em convivência com a cv Caiapó, avaliadas nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, apresentaram 22 e 23 espécies de plantas daninhas, pertencentes ambas a onze famílias botânicas, respectivamente (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10. Nomes científicos e comuns, códigos internacionais e famílias das plantas daninhas infestantes da cultura do arroz cv. Caiapó, no ano agrícola de 2003/04. Jaboticabal - SP.

Nome científico	Nome comum	Código Internacional	Família
Brachiaria decumbens Stapf.	Capim-braquiária	BRADC	Poaceae
Cenchrus echinatus L.	Capim-carrapicho	CCHEC	
Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.	Capim-marmelada	BRAPL	
Digitaria spp Heist.	Capim-colchão	DIGSS	
Eleusine indica (L.) Gaertn.	Capim-pé-de-galinha	ELEIN	
Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.	Capim-arroz	ECHCG	
Panicum maximum Jacq.	Capim-colonião	PANMA	
Commelina benghalensis L.	Trapoeraba	COMBE	Commelinaceae
Cyperus rotundus L.	Tiririca	CYPRO	Cyperaceae
Alternanthera tenella Colla	Apaga-fogo	ALRTE	Amaranthaceae
Amaranthus deflexus L.	Caruru	AMADE	
Amaranthus retroflexus L.	Caruru-gigante	AMARE	
Acanthospermum hispidum DC.	Carrapicho-de-carneiro	ACNHI	Asteraceae
Bidens pilosa L.	Picão-preto	BIDPI	
Parthenium hysterophorus L.	Losna-branca	PINHY	
Ipomoea grandifolia (Dammer) O` Don	Corda-de-viola	IAOGR	Convolvulaceae
Raphanus raphanistrum L.	Nabiça	RAPRA	Cruciferae
Euphorbia heterophylla L.	Amendoim-bravo	EPHHL	Euphorbiaceae
Indigofera hirsuta L.	Anileira	INDHI	Fabaceae
Sida rhombifolia L.	Guanxuma	SIDRH	Malvaceae
Sida glaziovii K. Schum	Guanxuma	SIDGZ	
Portulaca oleracea L.	Beldroega	POROL	Portulacaceae

Tabela 11. Nomes científicos e comuns, códigos internacionais e famílias das plantas daninhas infestantes da cultura do arroz cv Caiapó no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal - SP.

Nome científico	Nome comum	Código Internacional	Família
Brachiaria decumbens Stapf.	Capim- braquiária	BRADC	Poaceae
Cenchrus echinatus L.	Capim-carrapicho	CCHEC	
Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.	Capim-marmelada	BRAPL	
Digitaria spp Heist	Capim-colchão	DIGSS	
Eleusine indica (L.) Gaertn.	Capim-pé-de-galinha	ELEIN	
Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.	Capim-arroz	ECHCG	
Commelina benghalensis L.	Trapoeraba	COMBE	Commelinaceae
Cyperus rotundus L.	Tiririca	CYPRO	Cyperaceae
Bidens pilosa L.	Picão-preto	BIDPI	Asteraceae
Parthenium hysterophorus L.	Losna-branca	PTNHY	
Acanthospermum hispidum DC.	Carrapicho-de-carneiro	ACNHI	
Alternanthera tenella Colla	Apaga-fogo	ALRTE	Amaranthaceae
Amaranthus deflexus L.	Caruru	AMADE	
Amaranthus retroflexus L.	Caruru-gigante	AMARE	
Amaranthus hybridus L.	Caruru-vermelho	AMACR	
Ipomoea grandifolia (Dammer) O` Don	Corda-de-viola	IAOGR	Convolvulaceae
Raphanus raphanistrum L.	Nabiça	RAPRA	Cruciferae
Crotalaria incana L.	Guizo-de-cascavel	CVTIN	Fabaceae
Indigofera hirsuta L.	Anileira	INDHI	
Sida rhombifolia L.	Guanxuma	SIDRH	Malvaceae
Sida glaziovii K. Schum	Guanxuma	SIDGZ	
Portulaca oleracea L.	Beldroega	POROL	Portulacaceae
Physalis angulata L.	Joá-de-capote	PHYAN	Solanaceae

Para o primeiro ano agrícola, as famílias que predominaram foram Poaceae (31,8%), Asteraceae (13,6%), Amaranthaceae (13,6%) e Malvaceae (9,1%). No ano seguinte, as mesmas famílias se destacaram com percentuais diferentes, Poaceae (26,1%), Amaranthaceae (17,4%), Asteraceae (13,0%) e Malvaceae (8,7%). No primeiro ano, verificou-se que 59,1% das espécies foram dicotiledôneas e 40,9%, monocotiledôneas (Tabela 10). No segundo ano, as dicotiledôneas novamente foram

predominantes na comunidade infestante, com 65,2% das espécies, enquanto as monocotiledôneas tiveram participação de 34,8% (Tabela 11). A família Poaceae destacou-se como a mais diversificada nos dois anos agrícolas. Segundo SMITH JR (1983) plantas da família Poaceae são as mais comuns no arroz, com mais de 80 espécies relacionadas. Essa característica deve-se ao seu metabolismo, capacidade de adaptação, crescimento inicial rápido, perfilhamento, ciclo vegetativo e etc. ARANHA & PIO (1982) em levantamentos realizados nas áreas de cultivo de arroz nos vários sistemas existentes no Estado de São Paulo, verificaram que entre as monocotiledôneas ocorreram 26 espécies pertencentes a seis famílias, destacando-se Poaceae, Cyperaceae e Commelinaceae. Entre as dicotiledôneas, encontraram 30 espécies distribuídas em quatorze famílias, com predominância de Asteraceae, Malvaceae e Amaranthaceae.

Na Figura 15 são apresentadas as densidades populacionais das comunidades infestantes ao final dos períodos iniciais de convivência com a cultura, para os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05. No primeiro ano agrícola, conforme ajuste pela equação cúbica, verificou-se que a densidade da comunidade infestante teve acréscimos nos primeiros 30 DAE, porém após esse período ocorreram decréscimos até aos 70 DAE. Esse comportamento de acréscimos no início do ciclo pode ser explicado pela desuniformidade do processo germinativo das plantas daninhas na fase de estabelecimento e os decréscimos estão relacionados com a mortalidade em função da competição intra e interespecífica e efeitos do sombreamento pela cultivar que se caracteriza por folhas baixeiras decumbentes. Nesse ano agrícola, constatou-se uma densidade máxima aos 30 DAE da cultura, que correspondeu a 385,83 plantas m^{-2}.

Para o ano agrícola de 2004/05, de acordo com o ajuste pela equação de Boltzmann, observou-se que a densidade da comunidade infestante foi constante nos primeiros vinte DAE, porém aos 30 DAE ocorreu brusca redução no número de indivíduos, que se manteve constante até aos 70 DAE (Figura 15). Isso sugere que os fluxos de emergência foram menores em função da menor quantidade de chuvas nesse ano. A elevada mortalidade de indivíduos decorreu dos fatores anteriormente citados para o primeiro ano agrícola, como também foi agravada pelo fator climático. Pesquisa

realizada por ROBERTS (1984) indicou uma relação do padrão de emergência das plantas daninhas com a pluviosidade, em que esta ocorreu plenamente durante ou seguinte ao período úmido e foi reduzida ou atrasada em períodos secos. Na maioria das vezes em que a emergência foi atrasada, provavelmente a umidade do solo foi insuficiente para permitir a germinação de todas as sementes e que algumas permaneceram sob dormência forçada até a ocorrência de novas chuvas. Comparações com a curva de umidade do solo na citada pesquisa, indicaram que nas ocasiões em que não ocorreram atrasos na emergência, o solo estava na capacidade de campo.

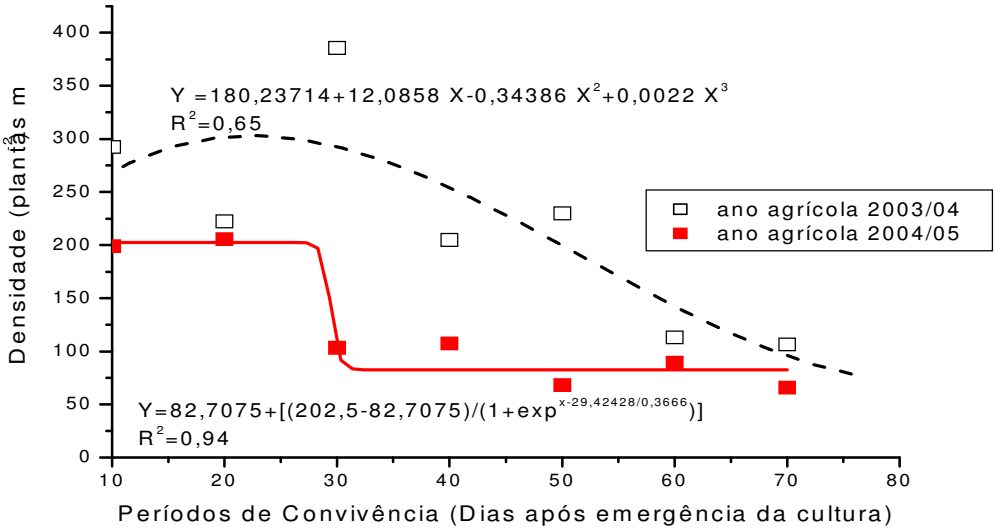

Figura 15. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pela equação cúbica e sigmoidal de Boltzmann para a densidade de plantas da comunidade infestante ao final dos períodos iniciais de convivência com o arroz (cv. Caiapó), nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP.

A densidade máxima foi obtida aos vinte DAE com 205,83 plantas m^{-2}. Comparando-se os dois anos agrícolas, verificou-se que a densidade da comunidade infestante foi maior no primeiro ano e suas reduções iniciaram-se mais tardiamente também nesse ano.

Os resultados da massa seca acumulada pela comunidade infestante nos períodos iniciais de convivência, para os dois anos agrícolas, estão expostos na Figura 16. Em ambos os anos, os melhores ajustes foram obtidos com a equação de

Boltzmann. No primeiro ano, a comunidade infestante aumentou rapidamente sua massa seca dos vinte aos 40 DAE, depois apresentou tendência à estabilidade. Na colheita, o valor da massa seca obtida correspondeu a 1433,80 g m^{-2}. No segundo ano, os acúmulos de massa seca foram crescentes até aos 70 DAE, porém menores em comparação ao primeiro (Figura 16). Na colheita, obteve-se os valores mais elevados para massa seca nesse ano, de 1031, 27 g m^{-2}. A massa seca da comunidade infestante durante o ano agrícola de 2003/04, cresceu de 14,43 g m^{-2}, aos dez DAE, para 1433,80 g m^{-2}, aos 122 DAE (colheita). No ano de 2004/05, o aumento foi de 5,90 g m^{-2} aos dez DAE para 1031,27 g m^{-2}, aos 122 DAE.

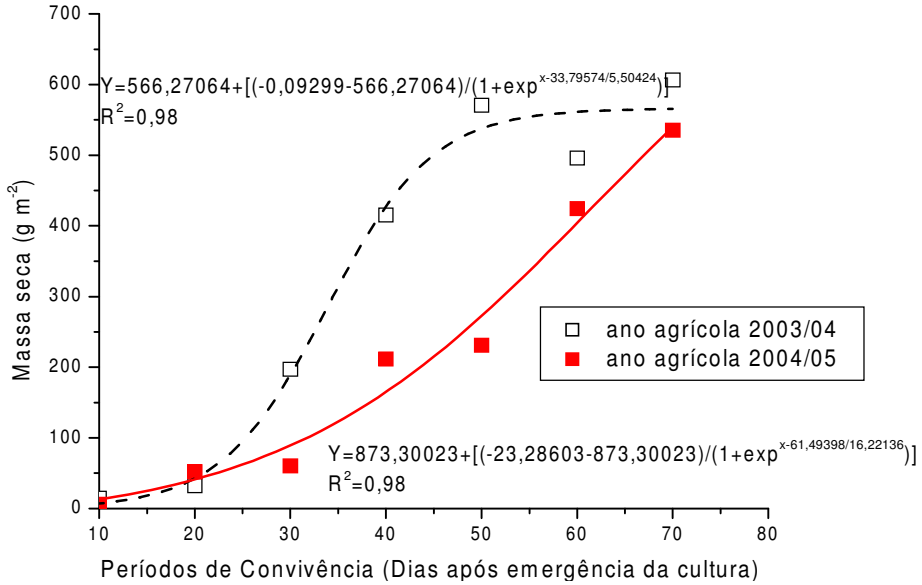

Figura 16. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pela equação sigmoidal de Boltzmann para massa seca acumulada pela comunidade infestante ao final dos períodos iniciais de convivência com o arroz (cv. Caiapó), nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP.

No ano agrícola 2003/04, as plantas daninhas mais importantes em termos numéricos, na comunidade infestante, foram: *C. rotundus, C. echinatus, Digitaria* spp*, E. crusgalli e B. decumbens* (Figura 17a). *C. rotundus* apresentou elevada densidade até aos 30 DAE, ocorrendo oscilações até aos 60 DAE. A elevada densidade de *C. rotundus* não produziu aumentos substanciais na massa seca. Entre os 60 e 70 DAE,

as demais espécies apresentaram valores muito próximos para densidade, porém na colheita, *B. decumbens* destacou-se em relação às outras com 167,5 plantas m^{-2}, seguida de *Digitaria* spp, com 104,17 plantas m^{-2} e por *C. echinatus* com 72,50 plantas m^{-2}.

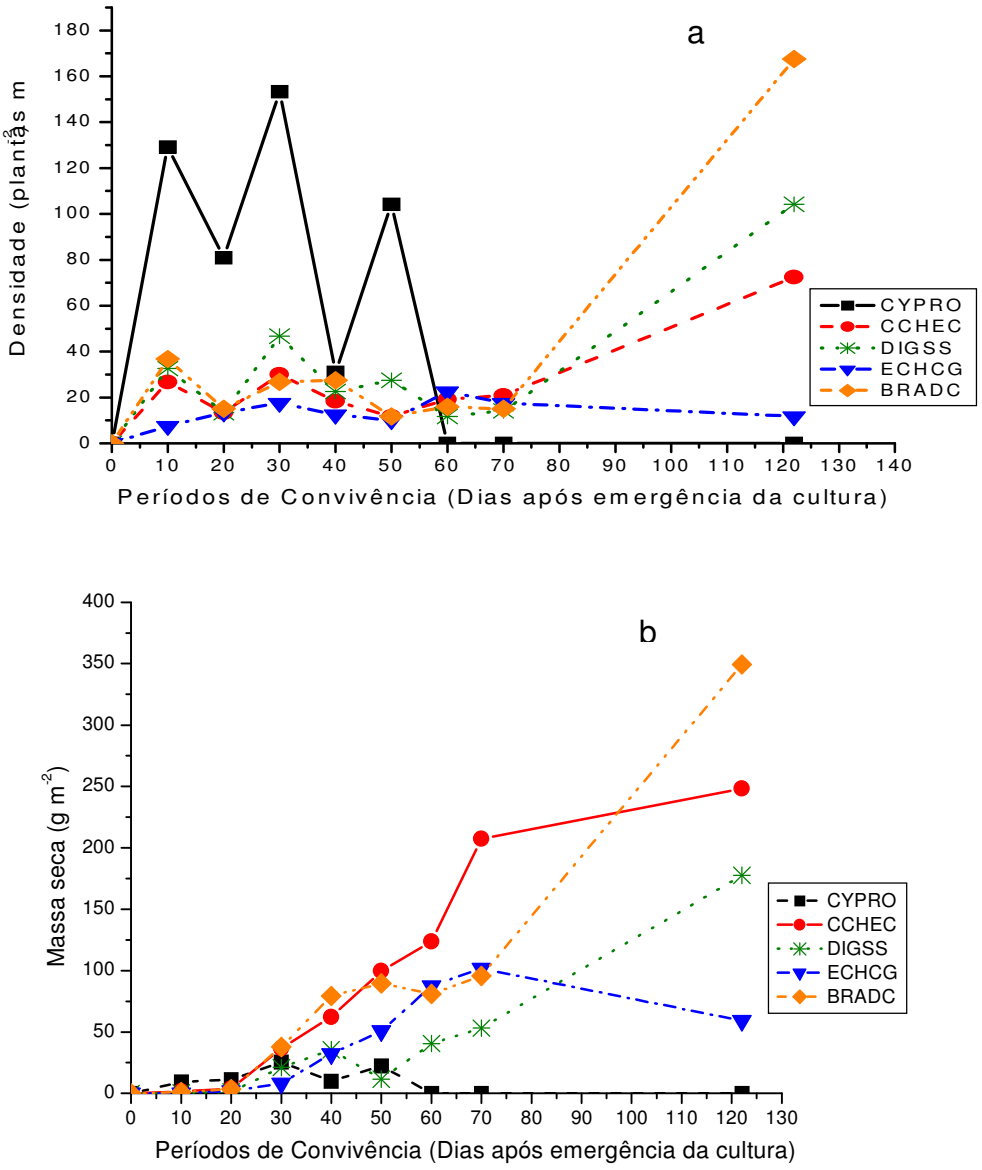

Figura 17. Densidade (a) e massa seca (b) das principais plantas daninhas da comunidade infestante ao final dos períodos iniciais de convivência com o arroz (cv. Caiapó), no ano agrícola de 2003/04. Jaboticabal - SP.

O aumento na densidade de *B. decumbens* no final do ciclo da cultura levou a um acúmulo na sua massa seca de 349,30 g m^{-2}. Com *Digitaria* spp, o acréscimo na massa seca foi menor, para 177,53 g m^{-2}, enquanto que *C. echinatus* atingiu 248,10 g m^{-2} em sua massa seca (Figura 17b). Portanto, a planta daninha mais competitiva no final do ciclo da cultura foi *B. decumbens,* uma espécie C_4, mais eficiente que o arroz (C_3) em acumular massa seca. Segundo PITTY (1997), a competição é maior entre plantas C_3 e C_4, devido a diferença na eficiência para a fixação do CO_2 e conseqüentemente, na atividade fotossintética. Pesquisas conduzidas por FISCHER et al. (2001) para avaliar a competitividade de várias cultivares de arroz com *B. brizantha* e *B. decumbens,* indicaram que a competição por luz foi um componente crítico da interferência, e que elas causaram reduções de 35% e 22% na produção da cv Caiapó, em dois anos agrícolas.

As plantas de *C. echinatus, Digitaria* spp *e B. decumbens,* juntas, ao final do ciclo da cultura em 2004, tiveram densidade e massa seca, de 73,7% e 54,1% do total da comunidade infestante, respectivamente.

No segundo ano agrícola, as principais espécies da comunidade infestante nos tratamentos com períodos iniciais em convivência com a cultura, foram: *Digitaria* spp*, C. echinatus, E. indica* e *A. tenella* (Figura 18a e b). Na primeira avaliação, aos dez DAE, duas plantas daninhas destacaram-se com a mesma densidade, *Digitaria* spp e *C. echinatus* (46,7 plantas m^{-2}). Ambas sofreram decréscimo até a colheita, sendo estes mais acentuados para *Digitaria* spp. A densidade mais elevada das principais plantas daninhas ocorreu aos vinte DAE para *E. indica,* com 57,5 plantas m^{-2}. Dos 30 aos 50 DAE sofreu reduções e aumentos em mais baixos níveis até estabilizar sua densidade dos 60 aos 70 DAE, com ligeiro decréscimo na colheita (Figura 18a). A planta daninha que mais se destacou no final do ciclo da cultura foi *A. tenella,* com aumentos de densidade a partir dos 60 DAE até a colheita, quando atingiu 21,67 plantas m^{-2}. A esse aumento de densidade correspondeu uma elevação de sua massa seca (Figura 18b) cujo valor na colheita foi de 240,73 g m^{-2}. As outras espécies relevantes no final do ciclo da cultura em massa seca foram *C. echinatus* (120,23 g m^{-2}) e *Digitaria* spp (73,63 g m^{-2}).

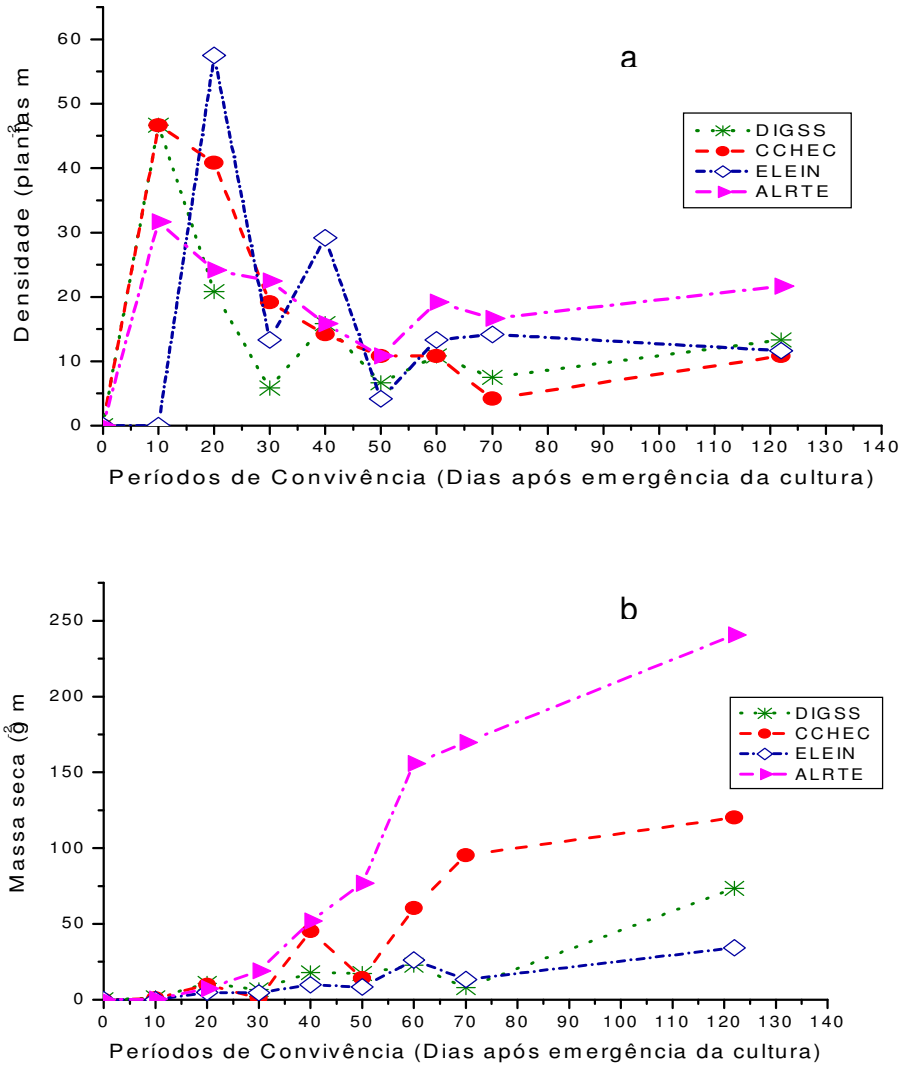

Figura 18. Densidade (a) e massa seca (b) das principais plantas daninhas da comunidade infestante ao final dos períodos iniciais de convivência com o arroz (cv. Caiapó), no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal - SP.

Na Figura 19 encontram-se os resultados para as densidades populacionais da comunidade infestante na colheita, em função dos períodos iniciais de controle, para os anos agrícolas 2003/04 e 2004/05. No primeiro ano, conforme ajuste dos dados pela equação sigmoidal de Boltzmann, observou-se que nos primeiros 30 DAE ocorreu rápido decréscimo no número de plantas daninhas, com tendência a estabilização a partir dos 40 DAE até aos 70 DAE, quanto atingiu a densidade de 15,83 plantas m^{-2}. Na

testemunha sem controle de plantas daninhas, a densidade foi de 466,67 plantas m^{-2}. Para o segundo ano agrícola, também ajustada pela equação sigmoidal de Boltzmann, os decréscimos na densidade da comunidade infestante nos primeiros 30 DAE foram muito baixos, ocorrendo também a partir dos 40 DAE até aos 70 DAE, uma estabilização da densidade. Aos 70 DAE obteve-se a menor densidade, de 30,83 plantas m^{-2}, e na testemunha sem controle das plantas daninhas constataram-se 102,50 plantas m^{-2}. Portanto, apesar da maior densidade na testemunha, verificou-se que o controle nos primeiros 30 DAE, para os dois anos agrícolas, foi eficiente em reduzir a comunidade infestante. Além disso, observou-se que, no primeiro ano, os fluxos de emergência da comunidade infestante foram concentrados no início do ciclo, enquanto que no segundo foram constantes ao longo do ciclo da cultura.

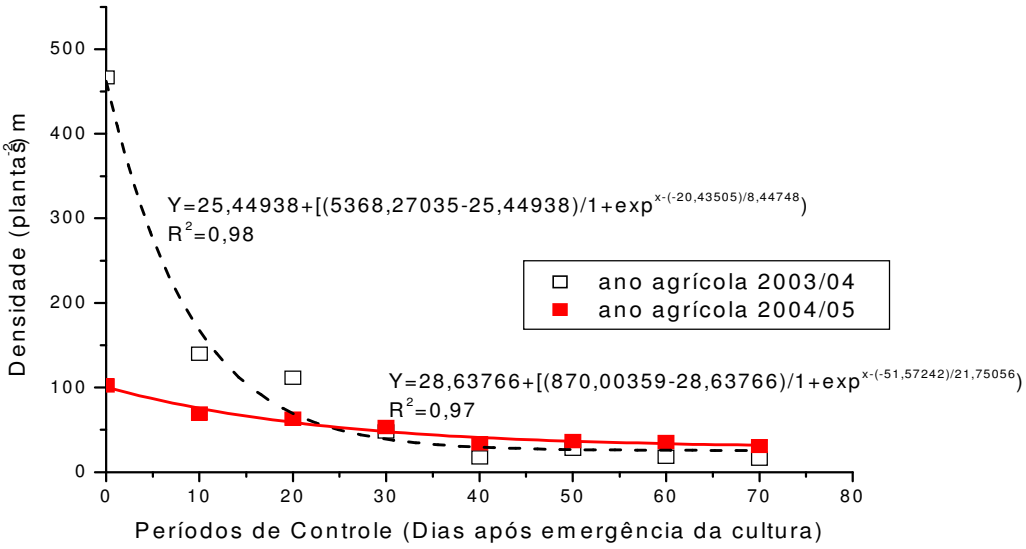

Figura 19. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pela equação sigmoidal de Boltzmann para a densidade de plantas da comunidade infestante na colheita em função dos períodos iniciais de controle no arroz (cv. Caiapó), anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP.

Os dados da massa seca acumulada pela comunidade infestante na colheita, em função dos períodos iniciais de controle para 2003/04 e 2004/05, encontram-se na Figura 20. De acordo com a equação sigmoidal de Boltzmann ajustada aos dados, verificou-se que para os dois anos agrícolas, a massa seca acumulada pela

comunidade infestante foi decrescente com o aumento dos períodos de controle, estabilizando-se a partir dos 40 DAE até a colheita. Observou-se também que os decréscimos foram mais rápidos no primeiro ano agrícola, atingindo, a partir dos 40 DAE, níveis mais baixos comparados aos do segundo. Esse comportamento pode ser explicado pelo mais rápido hábito de crescimento da cultivar Caiapó, potencializando o controle a partir dos 30 DAE. Segundo FISCHER et al. (1995), o vigor precoce da cultivar pode diminuir o período do fechamento do dossel, permitindo ao arroz competir melhor com as plantas daninhas que emergem precocemente.

Os menores valores para massa seca acumulada pela comunidade infestante foram de 3,62 e 67,90 g m^{-2} obtidos aos 70 DAE nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, respectivamente.

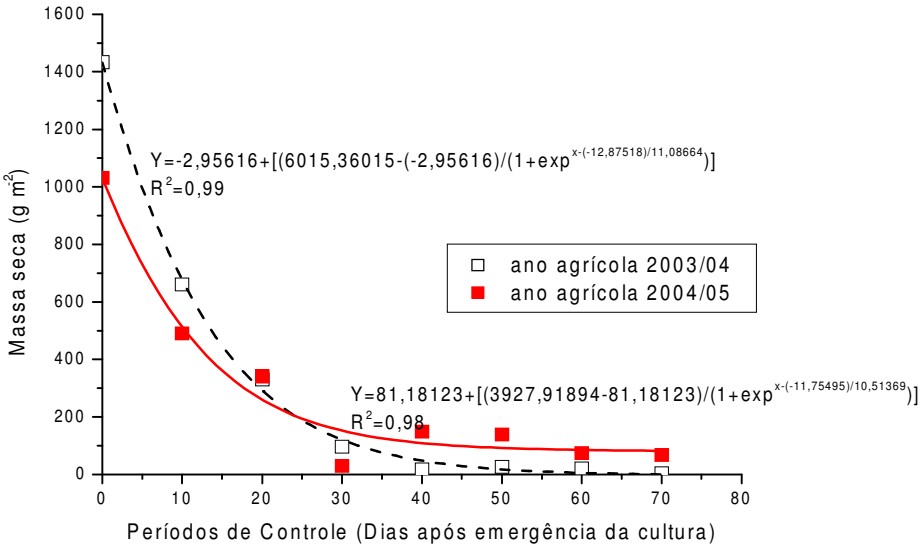

Figura 20. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pelas equações sigmoidais de Boltzmann para massa seca acumulada pela comunidade infestante na colheita, em função dos períodos iniciais de controle no arroz (cv Caiapó), anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05. Jaboticabal - SP.

4.4. Produtividade de grãos da cultivar Caiapó

A produção de grãos na cultura do arroz é função de vários componentes, dentre eles tem-se o número de panículas m^{-2}, que é dependente do número de perfilhos justificando sua importância como um primeiro elemento componente da produção. Na Tabela 12 são apresentados os dados de perfilhos m^{-1} na colheita dessa cultivar, em função dos períodos de interferência ou de controle das plantas daninhas, nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05.

Para o primeiro ano (2003/04), observou-se que o número de perfilhos m^{-1} na colheita face a ausência da interferência das plantas daninhas por 30 dias, foi similar ao da testemunha com controle total das plantas daninhas. A convivência com a comunidade infestante por 50 dias o tornou diferente estatisticamente na colheita em relação à testemunha com controle. Constataram-se reduções no número de perfilhos m^{-1} de 31% e de 85,6% ao comparar-se a interferência das plantas daninhas por 70 dias e por todo o ciclo da cultura com a testemunha “no limpo”, respectivamente.

No ano seguinte foram necessários somente dez dias de ausência da interferência da comunidade infestante para que o número de perfilhos m^{-1} na colheita não diferisse estatisticamente da testemunha controlada por todo o ciclo. O período de 60 dias com convivência foi suficiente para que o mesmo diferisse estatisticamente. Ocorreram reduções no número de perfilhos m^{-1} de 42,9% e 61,3% para convivência da comunidade infestante por 70 dias e durante todo o ciclo da cultura, respectivamente.

Comparando-se as testemunhas em convivência com a comunidade infestante nos dois anos agrícolas, verificou-se que a comunidade infestante ocasionou maior redução do número de perfilhos na colheita no primeiro ano, o que se refletiu na diminuição do número de panículas m^{-2} e conseqüentemente na menor produtividade. VELINI (1983) constatou que o perfilhamento só foi prejudicado pela comunidade infestante quando surgiu até o 35° dia e que o número de panículas m^2 se apresentou bastante dependente do perfilhamento total da cultura, mas também não foi afetado pelas plantas daninhas que emergiram a partir do 33° dia do ciclo do arroz.

Tabela 12. Efeitos dos períodos de controle ou de convivência das plantas daninhas sobre o número de perfilhos por metro avaliados por época da colheita da cv Caiapó nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/2005. Jaboticabal – SP.

Dias Após a Emergência	**Perfilhos m^{-1} †**					
	2003/04			**2004/05**		
	Controle	**Convivência**	**Teste F**	**Controle**	**Convivência**	**Teste F**
0	12,67 Bc	88,00 Aab	160,23**	39,58 Bb	102,33 Aa	70,77**
10	65,66 Bb	84,50 Aab	10,02**	81,67 Aa	85,25 Aab	0,23 NS
20	74,67 Bab	92,42 Aa	8,90**	78,58 Aa	86,00 Aab	0,99 NS
30	85,50 Aa	78,25 Aabc	1,48 NS	97,75 Aa	92,75 Aa	0,45 NS
40	79,50 Aab	71,83 Abc	1,66 NS	83,17 Aa	87,25 Aab	0,30 NS
50	93,25 Aa	59,83 Bc	31,53**	86,42 Aa	84,00 Aab	0,11 NS
60	89,25 Aa	61,33 Bc	22,00**	89,92 Aa	68,58 Bbc	8,18 **
70	90,08 Aa	60,67 Bc	24,43**	85,67 Aa	58,42 Bc	13,35**
Teste F	39,17**	9,71**		10,96**	6,75**	
F Contr. x Conviv.	0,1379 NS			1,07 NS		
F Tempo	11,73**			4,38**		
F int. (Contr. x Conviv.) d. T	37,16**			13,33**		
C.V.(%)	11,34			12,91		
DMS T d.(Contr. x Conviv.)	18,91			23,70		
DMS (Contr. x Conviv.) d. T	11,99			15,03		

† Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os dados de produtividade da cv Caiapó, ajustadas pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, para os períodos de convivência ou de controle da comunidade infestante, nos anos de 2003/04 e 2004/05, estão expostos nas Figuras 21 e 22, respectivamente. Na Tabela 13 estão representados os parâmetros das equações de regressão dos dados de produtividade para os dois anos agrícolas.

Os períodos, considerando-se a redução aceitável de 5%, na produtividade da cv Caiapó no primeiro ano agrícola foram de 25 DAE para o PAI e de 31 DAE para o PTPI (Figura 21). Portanto, o período crítico de prevenção à interferência ficou compreendido entre 25 e 31 dias após a emergência da cultura.

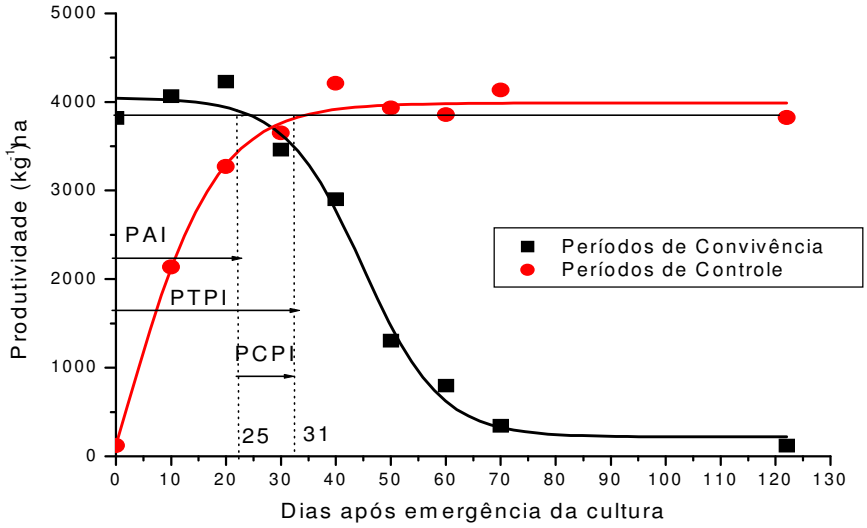

Figura 21. Produtividade do arroz (cv Caiapó) e ajuste dos dados pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, considerando-se uma perda de 5%, no ano agrícola de 2003/04. Jaboticabal - SP.

Para o ano seguinte (2004/05), tolerando-se a mesma perda de 5%, obteve-se PAI de 29 DAE, e PTPI de 26 DAE (Figura 22). Nesse ano, como o PAI foi maior que o PTPI, não se caracterizou o PCPI. Então, recomenda-se uma remoção das plantas daninhas até aos 26 DAE, entendendo-se como satisfatória para o controle da comunidade infestante e plena produtividade dessa cultivar. Notou-se uma diferença de quatro dias para o PAI entre os dois anos, mostrando a boa capacidade competitiva

natural da cultivar em suportar uma maior pressão da comunidade infestante no início do ciclo. Em relação ao PTPI, a variação entre os dois anos agrícolas foi de cinco dias.

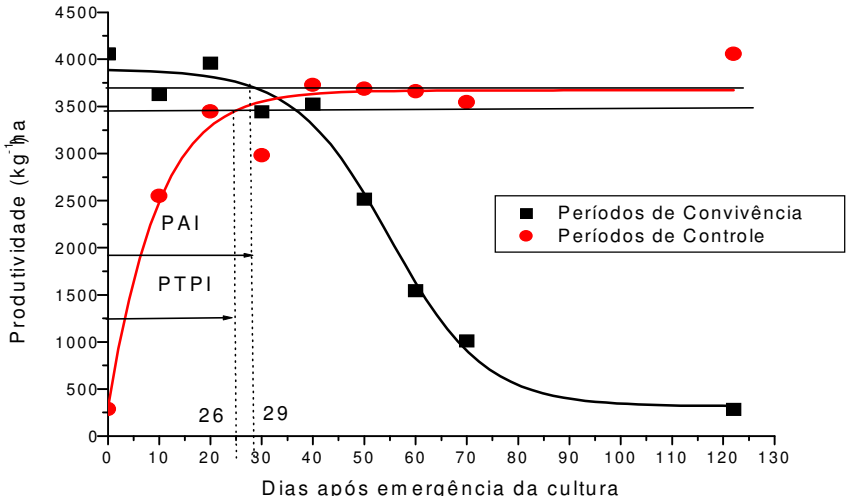

Figura 22. Produtividade do arroz (cv Caiapó) e ajuste dos dados pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, considerando-se uma perda de 5%, no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal - SP.

Tabela 13. Parâmetros das equações sigmoidais de Boltzmann, ajustadas aos dados de produção, em função dos períodos de convivência ou controle das plantas daninhas na cultura do arroz (cv. Caiapó), em dois anos agrícolas. Jaboticabal - SP.

Parâmetros	**2003/04**		**2004/05**	
	Convivência	**Controle**	**Convivência**	**Controle**
A_1	4047,60106	-3266,58931	3895,89433	-15360,61493
A_2	218,38517	3987,64958	317,17516	3670,91902
X_0	44,92018	1,10161	54,9549	-13,06924
Dx	7,04458	8,41395	9,25728	8,49702
R^2	0,9889	0,98818	0,9851	0,94951

As estimativas dos valores do limite superior dos períodos de interferência ou controle da comunidade infestante sob três níveis de perdas na produtividade da cv Caiapó, para os dois anos agrícolas, encontram-se na Tabela 14.

Para o ano agrícola de 2003/04, admitindo-se perdas de 2% e 10% na produtividade obteve-se, para o PAI, dezoito e 30 DAE e para o PTPI, 39 e 25 DAE, respectivamente. O PCPI ficou compreendido entre dezoito e 39 DAE para 2% de perdas, enquanto que para 10% não foi caracterizado. Então, conforme estes níveis de perdas verificou-se que, para 2% de redução na produtividade, são necessários acréscimos de quatorze dias no período de controle e redução de doze dias no período de convivência.

Para o segundo ano agrícola, os períodos de interferência foram de 21 e 36 DAE, para o PAI, e de 34 e vinte DAE para o PTPI, respectivamente. O PCPI, com 2% de perdas foi de 21 e 34 DAE e, para 10%, não foi caracterizado. Portanto, analisando-se o comportamento da cultivar para ambos os níveis de perdas, notou-se que para o menor foi necessário aumento de quatorze dias no período de controle, porém precisou-se diminuir em quinze dias o período de convivência. Isso sugere que a cv Caiapó, mesmo sob condições de alta infestação, o que ocorreu no primeiro ano agrícola, suportou a competição com as plantas daninhas. Segundo DINGKUHN et al. (1999), a habilidade da cultura do arroz em privar um competidor da luz, depende da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa na camada mais elevada do dossel, a ser atingida pela folhagem do competidor. O crescimento mais alto da cultura pode constituir-se na estratégia mais efetiva.

Tabela 14. Variação do período anterior à interferência e do período total de prevenção à interferência no arroz (cv. Caiapó), em função das porcentagens de redução toleradas de produtividade, nos dois anos agrícolas. Jaboticabal - SP.

Períodos	**Percentagem de redução 2003/04**				**Percentagem de redução 2004/05**			
	2%	5%	10%	2 a 10%	2%	5%	10%	2 a 10%
PAI	18	25	30	12 dias	21	29	36	15 dias
PTPI	39	31	25	14 dias	34	26	20	14 dias

A produtividade da cultivar na ausência total da interferência das plantas daninhas em 2003/04 foi de 3820,95 kg ha^{-1} e em 2004/05, de 4058,89 kg ha^{-1}. Verificou-se aumento no segundo ano agrícola, de 5,86%, na produtividade.

A convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo, nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, provocou perdas de 96,85% e 93,01% na produtividade, respectivamente. Isso indica que a interferência com a cultivar deve ser minimizada nos estádios iniciais de crescimento da cultura para permitir seu livre desenvolvimento. Segundo GARRITY et al. (1992), arroz de terras altas não competem bem com as plantas daninhas a menos que o controle seja bem feito e precocemente.

Na cultura do arroz, o número de panículas m^{-2} representa um dos importantes componentes da produtividade. Os números de panículas m^{-2} do arroz cv Caiapó, em função dos períodos de interferência da comunidade infestante, para os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, estão expostos nas Figuras 23 e 24, respectivamente. Os parâmetros da equação sigmoidal de Boltzmann obtidos na regressão dos valores do número de panículas m^{-2}, nos dois anos agrícolas, estão representados na Tabela 15.

No primeiro ano agrícola, a aceitação de perdas de 5% no número de panículas m^{-2} da cv Caiapó determinaram PAI de vinte DAE e PTPI de 29 DAE. Assim, o PCPI ficou entre vinte e 29 DAE (Figura 23). No ano seguinte, com a mesma perda, notou-se que o PAI e PTPI foram iguais para o número de panículas m^{-2}, isto é, 21 DAE (Figura 24). Comparando-se as perdas de produtividade e do número de panículas a nível de 5% de tolerância, para o primeiro ano agrícola, observou-se uma dependência entre a redução do rendimento do arroz e a diminuição do número de panículas m^{-2}. Para o ano seguinte, não foi possível caracterizar o PCPI, nesse nível de tolerância tanto para a produtividade como para o número de panículas por m^{-2}, ratificando que em anos de baixa infestação, a cultivar necessita apenas de um curto período de controle.

Nos tratamentos com controle total da comunidade infestante até a colheita da cultura, o número de panículas m^{-2} para os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, foram de 149,81 e 181,11, respectivamente. Para os tratamentos com ausência total de controle da comunidade infestante, os valores dos números de panículas m^{-2} foram de 33,75 e 25,09 correspondendo a reduções de 77,47% e 86,15% nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, respectivamente. Assim, constata-se que o número de panículas m^{-2} foi afetado significativamente pela competição da comunidade nos dois anos agrícolas e que este componente da produção teve importante participação na redução do

rendimento dos grãos. Isto está de acordo com os resultados relatados por BURGA & TOZANI (1980), que verificaram redução do rendimento do arroz devido a competição das plantas daninhas, ocasionado principalmente pela diminuição do número de panículas m^{-2} e número de sementes por panículas.

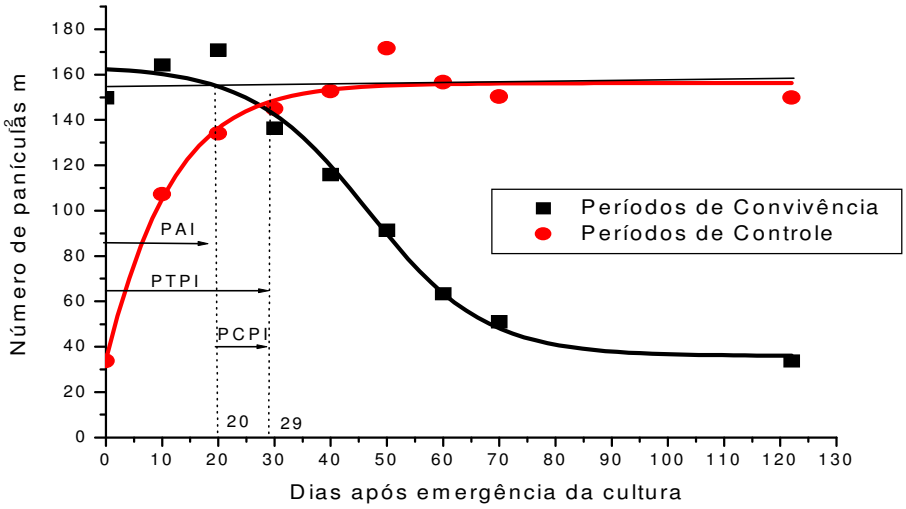

Figura 23. Número de panículas do arroz (cv Caiapó) e ajuste dos dados pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, considerando-se perda de 5%, no ano agrícola de 2003/04. Jaboticabal - SP.

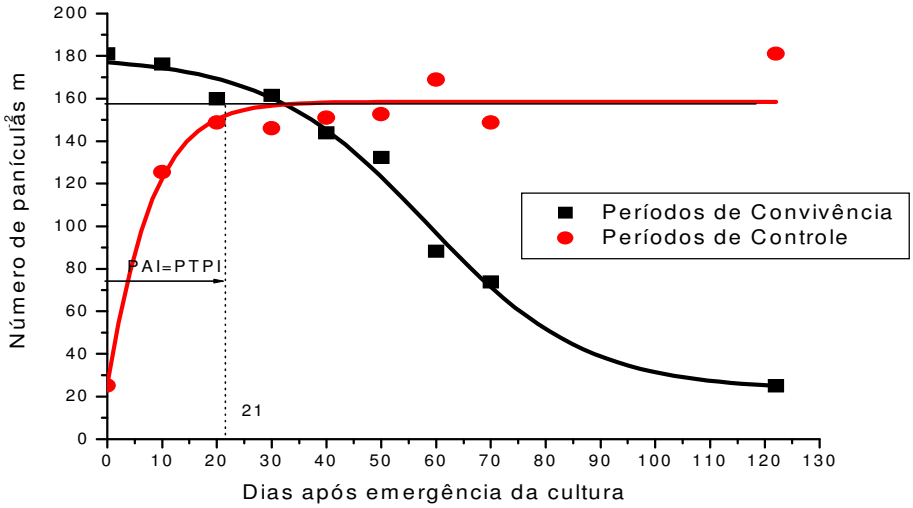

Figura 24. Número de panículas do arroz (cv Caiapó) e ajuste dos dados pelo modelo sigmoidal de Boltzmann em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas, considerando perda de 5%, no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal - SP.

Tabela 15. Parâmetros das equações sigmoidais de Boltzmann ajustadas aos dados do número de panículas m^{-2}, em função dos períodos de convivência ou controle das plantas daninhas na cultura do arroz cv Caiapó, em dois anos agrícolas. Jaboticabal -SP.

Parâmetros	2003/04		2004/05	
	Convivência	Controle	Convivência	Controle
A_1	163,80673	-547,82559	179,74859	-368,67612
A_2	35,95084	156,23576	23,08219	158,48938
X_0	46,65757	-15,85036	58,28147	-7,10842
Dx	10,36582	10,13716	14,50034	6,53251
R^2	0,97584	0,97299	0,9881	0,94365

A estimativa dos valores do limite superior dos períodos de interferência das plantas daninhas, em função de três níveis de tolerância, para o número de panículas m^{-2} do arroz cv Caiapó, para os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, obtidos das equações de regressão de Boltzmann, estão expostos na Tabela 16.

Estimando-se perdas de 2% e 10% no número de panículas m^{-2}, no ano agrícola 2003/04, obteve-se PAI de doze e 27 DAE e PTPI de 39 e 22 DAE, respectivamente. Assim, diminuindo as perdas de 10% para 2% no número de panículas m^{-2}, verificou-se uma redução de quinze dias no período de convivência, enquanto elevando-se de 90% para 98% o número de panículas m^{-2} ocorreu um acréscimo de dezessete dias no período de controle. Para o ano seguinte, tolerando-se as mesmas perdas no número de panículas m^{-2} verificou-se que para 2%, o PAI foi de doze DAE e o PTPI de 26 DAE, enquanto para 10%, o PAI foi de 31 DAE e o PTPI de quinze DAE. Então, com reduções dos níveis de tolerância de 10% para 2% diminui-se em dezenove dias o período de possível convivência e acrescentou-se onze dias no período de controle (Tabela 16). Fazendo-se comparações entre os dois anos agrícolas para reduções de perdas de 10% para 2% no número de panículas m^{-2}, verificou-se que no primeiro ano ocorreu uma menor diminuição de dias no período de convivência e maiores acréscimos no período de controle. Para o segundo ano, as diminuições de dias no período de convivência foram maiores, enquanto as reduções do período de controle foram menores. Isso sugere que a cultivar Caiapó com um bom controle da comunidade infestante nos períodos iniciais, consegue competir com a comunidade infestante sem grandes perdas no número de panículas m^{-2}.

Tabela 16. Variação do período anterior à interferência e do período total de prevenção à interferência da comunidade infestante sobre o arroz (cv. Caiapó), em função das porcentagens de redução toleradas do número de panículas m^{-2}, em dois anos agrícolas. Jaboticabal - SP.

Períodos	Percentagem de redução 2003/04				Percentagem de redução 2004/05			
	2%	5%	10%	2 a 10%	2%	5%	10%	2 a 10%
PAI	12	20	27	15 dias	12	21	31	19 dias
PTPI	39	29	22	17 dias	26	21	15	11 dias

As alturas das plantas de arroz ao final do ciclo, em função dos períodos iniciais de controle e de convivência da cultura com as plantas daninhas, para os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, encontram-se nas Figuras 25 e 26, respectivamente. No ano agrícola 2003/04, de acordo com a equação sigmoidal de Boltzmann, a curva da altura das plantas de arroz na colheita, iniciou o decréscimo face a convivência com as plantas daninhas a partir dos vinte dias após a emergência da cultura. Com os períodos iniciais de controle não se observaram decréscimos para essa característica, sendo nesses tratamentos mensuradas as mais elevadas alturas (Figura 25).

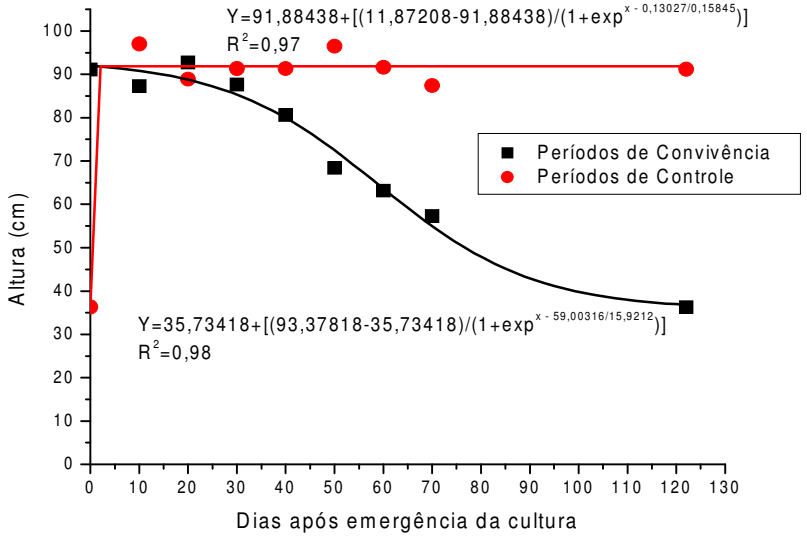

Figura 25. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pela equação sigmoidal de Boltzmann para altura das plantas de arroz (cv. Caiapó) na colheita, em função dos períodos iniciais de convivência e de controle das plantas daninhas, no ano agrícola de 2003/04. Jaboticabal - SP.

Nas testemunhas com e sem controle da comunidade infestante na colheita, as plantas atingiram 91,15 e 36,8 cm, respectivamente. Verificou-se redução de 62,37% na altura da cultivar. No ano seguinte (2004/05), a altura da cultura na colheita, ajustada pela equação sigmoidal de Boltzmann para aos períodos iniciais de convivência e de controle da comunidade infestante, tiveram valores muito próximos até aos 40 DAE. Quando a cultura foi mantida com mato por 50 DAE ocorreu redução na altura, avaliada na época de colheita. Com o aumento dos períodos de convivência, a altura manteve-se com baixos valores até a colheita. A altura, face aos períodos iniciais de controle, não sofreu alteração (Figura 26).

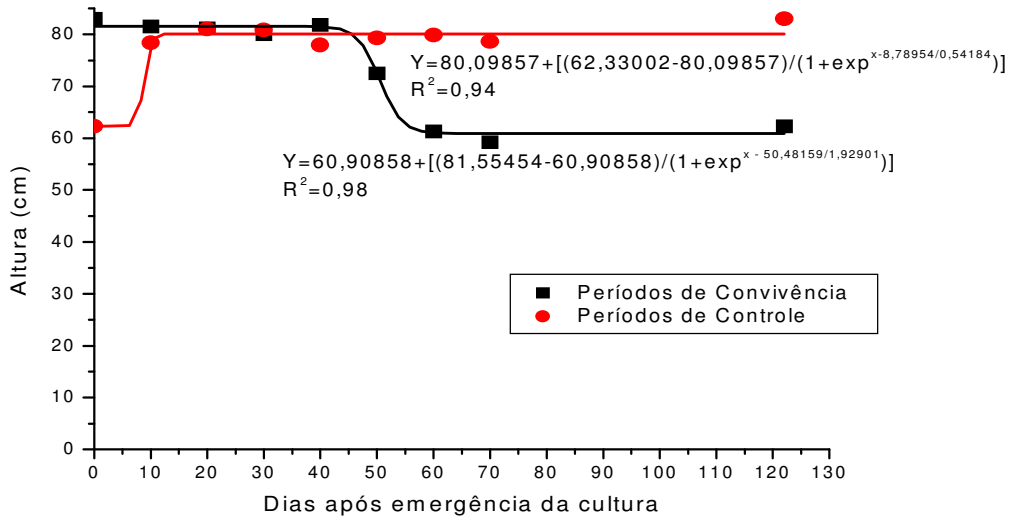

Figura 26. Valores quantificados (pontos) e estimados (linhas) pela equação sigmoidal de Boltzmann para altura das plantas de arroz (cv. Caiapó) na colheita, em função dos períodos iniciais de convivência e de controle das plantas daninhas, no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal - SP.

Nas testemunhas sem e com interferência da comunidade infestante, as alturas foram de 83,03 e 62,33 cm, respectivamente. Portanto, registrou-se redução de 28,65% na altura da cultivar nesse ano. Experimentos realizados por McGREGOR et al. (1988 b) indicaram que reduções de 6% na altura de duas cultivares de arroz ocorreram com a interferência de *B. platyphylla* após 40 dias de emergência.

Comparando-se os dois anos agrícolas notou-se que a cultivar no primeiro ano apresentou as alturas mais elevadas nos períodos com controle da comunidade infestante e também as menores, nos períodos com interferência da mesma, avaliadas na colheita. Nesse ano, aconteceram as maiores reduções da altura. Esse fato evidência a maior interferência da comunidade infestante no primeiro ano agrícola, relacionada com a maior densidade e com a própria composição da comunidade infestante.

4.5. Comunidade infestante da cultivar IAC 202 versus cv Caiapó

Para a composição florística da comunidade infestante em convivência com as duas cultivares verificou-se que, no primeiro ano agrícola (2003/04), a riqueza de espécies foi maior na área com a cv IAC 202 (26 espécies de quatorze famílias botânicas) em comparação a da cv Caiapó (22 espécies de onze famílias botânicas). Para o ano agrícola de 2004/05, não houve grandes diferenças em termos de riqueza de espécies entre as cultivares. A comunidade infestante na cv IAC 202 apresentou vinte espécies que pertenciam a dez famílias botânicas, enquanto que na cv Caiapó registraram-se 23 espécies pertencentes a doze famílias. As famílias botânicas em comum, que predominaram nas comunidades infestantes das duas cultivares nos dois anos agrícolas, foram Poaceae, Amaranthaceae, Asteraceae e Malvaceae. Essas famílias, segundo SILVEIRA FILHO et al. (1984), estão entre as mais comuns na cultura do arroz de terras altas.

As comunidades infestantes em convivência com as duas cultivares mostraram grandes diferenças em relação à densidade populacional, nos dois anos agrícolas. No primeiro ano (2003/04), ela foi mais agressiva para ambas as cultivares, sendo maior para a ‘IAC 202’. A maior quantidade de chuvas, além da suplementação pela irrigação, proporcionou uma maior germinação e crescimento das plantas daninhas. No segundo ano (2004/05), as maiores densidades da comunidade infestante ocorreram com a cv Caiapó apenas no início do ciclo, após vinte DAE, tornaram-se menores. Em 2003/04, a densidade máxima da comunidade infestante ocorreu aos 30 DAE para as cultivares

IAC 202 e Caiapó, com 356 e 385,83 plantas m^{-2}, respectivamente. Em 2004/05, verificaram-se densidades máximas aos dez DAE para a cv IAC 202 (178,0 plantas m^{-2}) e aos vinte DAE para a Caiapó (205,8 plantas m^{-2}). Segundo PITTY (1997), em anos secos menos plantas daninhas germinam e se estabelecem.

Para a massa seca da comunidade infestante em convivência constatou-se que, no primeiro ano agrícola, os acúmulos foram crescentes até aos 70 DAE na área da cv IAC 202, enquanto que para a 'Caiapó' o foram até aos 50 DAE. As plantas daninhas da testemunha, em convivência com a cultivar IAC 202, apresentaram menores valores na colheita (920,00 g m^{-2}) em comparação à 'Caiapó' (1428,30 g m^{-2}). Para o segundo ano, os acúmulos de massa seca da comunidade infestante em convivência com as duas cultivares foram crescentes até aos 70 DAE, porém para a cv IAC 202 os aumentos foram maiores. Na colheita, atingiram valores de 1433,80 g m^{-2} nos tratamentos com a cv IAC 202, enquanto que com a cv Caiapó foram de 1031,27 g m^{-2}. Portanto, as comunidades infestantes mostraram diferenças na densidade e massa seca, em convivência com as cultivares. Na cv IAC 202 foram constatados maiores aumentos de densidade e acúmulo de massa seca das plantas daninhas em relação à cv Caiapó. Essas diferenças eram esperadas porque as plantas da cv IAC 202 têm uma arquitetura característica, com folhas mais eretas que permite maior penetração da luz. O seu porte mais baixo também favoreceu o maior desenvolvimento das plantas daninhas (Figura 27). TAYLORSON & BORTHWICK (1969) afirmam que a maioria das espécies de plantas daninhas tem sua germinação afetada pela luz e que em muitas delas a regulação é feita através do fitocromo. O fitocromo tem uma forma ativa e outra inativa que se interconvertem: quando a luz vermelha (650 nm) é absorvida, o pigmento é transformado na forma ativa promovendo a germinação, porém quando a luz infra-vermelha (730 nm) é absorvida, o pigmento transforma-se na forma inativa e inibe a germinação. Segundo ZELAYA (1997), as sementes que estão debaixo de outras plantas recebem maior irradiação da luz infra-vermelha, o que promove a formação do fitocromo inativo e se reduz a germinação. As sementes a pleno sol recebem maior irradiância de luz vermelha, o que promove a formação do fitocromo ativo e ocorre a germinação. Além disso, o sombreamento imposto pela competição interespecífica

reduz o desenvolvimento das plantas de arroz, tornando a cultivar de menor porte ainda mais susceptível.

Figura 27. Arquitetura da planta da cv IAC 202 aos 74 dias após emergência (DAE) no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal – SP.

JOHNSON et al. (1998) afirmam que as características que contribuem para o potencial de produção elevado de plantas de arroz “modernas e melhoradas” tais como a altura baixa, a proporção mínima de perfilhos improdutivos, os colmos resistentes e grossos, as folhas eretas são também algumas das características que contribuem para a falta de competitividade. Em culturas mais baixas, as plantas daninhas podem crescer acima delas. A produção limitada de perfilhos diminui a habilidade de uma planta de arroz expandir-se rapidamente dentro do espaço disponível. Folhas eretas e grossas que diminuem o auto-sombreamento e permitem elevadas taxas de fotossíntese da folha são também menos capazes de sombrear as plantas daninhas. Uma baixa área foliar específica significa que a planta produziu uma pequena área foliar para uma correspondente massa seca foliar, diminuindo a interceptação da luz.

Em 2003/04, as principais plantas daninhas nas comunidades infestantes que conviveram com as duas cultivares foram semelhantes, *C. rotundus, C. echinatus,*

Digitaria spp*, E. crus-galli e B. decumbens*. No início dos ciclos das culturas, *C. rotundus* destacou-se em ambas as comunidades infestantes pela elevada densidade, sofrendo reduções drásticas aos 60 DAE. Este fato decorreu da emergência da planta daninha pouco antes das plântulas do arroz. Na colheita, *B. decumbens* foi a espécie mais agressiva nas duas comunidades infestantes. No entanto, na cv IAC 202 sua densidade e massa foram menores, 67 plantas m^{-2} e 208,03 g m^{-2}, respectivamente. Na cultivar Caiapó apresentou densidade de 167 plantas m^{-2} e massa seca de 349,3 g m^{-2}. Experimentos conduzidos por FISCHER et al. (2001) na Colômbia com *B. brizantha e B. decumbens* indicaram que essas espécies aumentaram substancialmente no final do ciclo da cultura, crescendo a pressão competitiva na fase de enchimento dos grãos do arroz. Houve variabilidade substancial entre as cultivares de arroz em sua habilidade para competir com as braquiárias.

No ano seguinte, as principais plantas daninhas comuns às duas comunidades infestantes foram *Digitaria* spp, *C. echinatus* e *A. tenella*. No estádio inicial de crescimento das cultivares, *Digitaria* spp e *C. echinatus* foram as espécies que mais rapidamente se estabeleceram. No final do ciclo, *A. tenella* foi mais relevante na área das duas cultivares, sobretudo com a cv IAC 202 em decorrência da maior massa seca (345 g m^{-2}) apresentada para uma densidade de 17,5 plantas m^{-2}. Enquanto que com a 'Caiapó', sua densidade e massa seca foram de 21,7 plantas m^{-2} e 240,73 g m^{-2}, respectivamente. Esse fato pode ser explicado pelo menor porte da cv IAC 202 em comparação à Caiapó, pois *A. tenella* sendo de porte mais rasteiro foi mais sombreada pela segunda.

Com períodos iniciais no limpo e no primeiro ano agrícola, a densidade da comunidade infestante da cv IAC 202 decresceu rapidamente a partir dos 30 DAE, estabilizando-se em baixos níveis aos 70 DAE. Para a cv Caiapó, a densidade das plantas daninhas sofreu decréscimos gradativos a partir de vinte DAE até aos 40 DAE, mantendo-se constante e baixa, posteriormente. As testemunhas sem o controle das plantas daninhas nas cultivares IAC 202 e Caiapó apresentaram densidades de 212,0 e 466,7 plantas m^{-2}, respectivamente. O controle das plantas daninhas na cv IAC 202 foi necessário por mais de 30 DAE, enquanto que vinte DAE foi suficiente para a cv

Caiapó. Isso sugere que a cv Caiapó complementou o controle mais precocemente por apresentar folhas baixeiras, decumbentes e oblíquas, conforme pode ser observado na Figura 28.

Figura 28. Sombreamento das plantas da cultivar Caiapó aos 50 dias após a emergência (DAE), no ano agrícola de 2004/05. Jaboticabal – SP.

Experimentos conduzidos por JOHNSON et al. (1998) indicaram que a cultivar que melhor suprimiu o crescimento das plantas daninhas apresentou maior dossel foliar e mais interceptação efetiva da luz, diminuindo a disponibilidade para as plantas daninhas crescerem e competirem.

Em 2004/05, com períodos crescentes de controle da comunidade infestante, as densidades na colheita foram menores nas duas cultivares, em comparação ao ano anterior. Isso provavelmente decorreu da menor quantidade de chuvas durante o início da estação de crescimento no segundo ano agrícola, o que reduziu a emergência e o crescimento das plantas daninhas. Para a cv IAC 202, a densidade das plantas daninhas na colheita decresceu lentamente dos 30 aos 70 DAE. A comunidade infestante da cv Caiapó apresentou pequeno decréscimo nos primeiros 30 DAE, ocorrendo estabilização a partir dos 40 DAE até aos 70 DAE. A testemunha sem

controle de plantas daninhas na cv IAC 202 apresentou, na colheita quase metade da densidade (52,5 plantas m^{-2}) da comunidade infestante da cv Caiapó (102,50 plantas m^{-2}). Isso sugere que nesse ano, ocorreram fluxos diferentes de emergência das plantas daninhas, porém uniformes em ambas cultivares. Segundo ZIMDAHL et al. (1988), chuva e umidade do solo são essenciais para a emergência das plantas daninhas, porém a energia radiante também é determinante na emergência de algumas espécies. Em experimentos com a cultura do arroz, verificaram que picos de emergência de plantas daninhas, seis ou mais semanas após o cultivo, ocorreram coincidentemente com ou logo após picos de energia radiante.

Para a massa seca acumulada pela comunidade infestante nas duas cultivares, após períodos iniciais de controle, verificaram-se decréscimos maiores na área da cv Caiapó. A partir dos 30 DAE ocorreu importante participação da cv Caiapó no complemento do controle, enquanto que para 'IAC 202' iniciou-se a partir dos 40 DAE. Verificou-se ainda que, aos 70 DAE, a massa seca das plantas daninhas nos tratamentos com a cv IAC 202 correspondeu a 17,16 g m^{-2}, enquanto que para a 'Caiapó' foi de 3,62 g m^{-2}. No ano agrícola de 2004/05, notou-se a mesma tendência para o acúmulo de massa seca das plantas daninhas em relação às duas cultivares. Experimentos conduzidos por GARRITY et al. (1992), com 25 cultivares de arroz de terras altas indicaram uma grande variação no peso da massa seca das plantas daninhas (0,84 a 3,89 Mg ha^{-1}) associado com as diferentes cultivares. Os pesos das plantas daninhas para as cinco cultivares mais competitivas foram 75% mais baixos do que para aqueles das cinco cultivares menos competitivas. As maiores alturas das plantas que foi 0,73 a 1,35 m foi a característica mais fortemente correlacionada ao baixo peso das plantas daninhas.

4.6. Produtividade de grãos da cultivar IAC 202 versus cv Caiapó

A cultivar Caiapó apresentou menor capacidade de perfilhamento em relação a 'IAC 202', porém também existiu menor susceptibilidade à sua redução em função do aumento da pressão competitiva das plantas daninhas. Dentre as várias características relacionadas à produção da cultivar Caiapó, o número de perfilhos é mais uma que não a torna mais produtiva, porém ratifica a sua maior tolerância e conseqüentemente, maior capacidade de resistir às pressões do meio.

Para o primeiro ano agrícola (2003/04), comparando-se as duas cultivares para perdas de 5% no rendimento observou-se que a 'IAC 202' apresentou menor PAI (doze DAE) e maior PTPI (40 DAE) em relação à 'Caiapó' (PAI = 25 DAE e PTPI = 31 DAE). No ano seguinte, mantendo-se a mesma perda aceitável de rendimento, notou-se igual tendência, com a cv IAC 202 apresentando menor PAI (26 DAE) e maior PTPI (42 DAE) do que a 'Caiapó' (PAI = 29 DAE e PTPI = 26 DAE). Esses resultados indicaram a menor habilidade competitiva da cv IAC 202, nos dois anos agrícolas, visto que os períodos de convivência possíveis com a comunidade infestante sempre foram menores e os períodos de controle numéricos maiores em relação à cv Caiapó. Acrescenta-se ainda que no primeiro ano, as principais espécies da comunidade infestante foram as mesmas para as duas cultivares e no segundo ano, das quatro principais espécies da comunidade infestante, três foram comuns às duas cultivares. Essas diferenças entre as duas cultivares de arroz em suas respostas à competição com as plantas daninhas pode ser explicada pelo menor porte da cv IAC 202 (87 cm). Segundo SMITH JR (1974), as cultivares de porte alto e maturação tardia competem freqüentemente melhor com as plantas daninhas que as cultivares de porte baixo e maturação precoce. Pesquisas realizadas por KWON et al. (1991) indicaram maior interferência do arroz-vermelho sobre 'Lemont', uma cultivar semi-anã com altura de plantas maduras de 92 cm, do que em 'Newbonnet', uma cultivar tradicional com altura de plantas maduras de 115 cm.

Comparando-se as duas cultivares estudadas para 10% de redução, nos dois anos agrícolas, constatou-se a mesma tendência. Porém, reduzindo-se os níveis de

tolerância para 2% verificou-se que, no segundo ano agrícola, ocorreu um maior PAI (24 DAE) para a cv IAC 202. Esse comportamento não impede a generalização que a cv IAC 202 foi menos competitiva que a cv Caiapó nos dois anos agrícolas estudados. Considerando-se diminuição nas perdas de 10% para 2% nas produtividades das cultivares, os períodos de convivência foram maiores para a cultivar Caiapó no primeiro ano agrícola. Enquanto que para aumentos da produtividade de 90% para 98%, os períodos de controle foram maiores para a 'IAC 202' nos dois anos.

As produtividades das cultivares IAC 202 e Caiapó na ausência total da interferência das plantas daninhas, para o ano agrícola de 2003/04, foram de 5032,4 kg ha^{-1} e 3820,95 kg ha^{-1}, respectivamente. No ano seguinte, a produtividade da cv IAC 202 foi de 3223,98 kg ha^{-1} e a da cv Caiapó de 4058,89 kg ha^{-1}. Notou-se que no segundo ano agrícola ocorreu uma redução de 40% na produtividade da cv IAC 202 e aumento de 5,86% na da cv Caiapó. Pesquisas realizadas por GUIMARÃES et al. (2003b) com vários cultivares de arroz de terras altas do programa de melhoramento genético da Embrapa Arroz e Feijão indicaram que a cultivar Caiapó, com arquitetura mais tradicional teve um crescimento mais rápido, conferindo-lhe maior capacidade competitiva com as plantas daninhas. Além disso, quando o período requerido para maturidade aumenta, as cultivares de arroz interferem mais efetivamente com as plantas daninhas (SMITH JR, 1974; DIARRA et al., 1985).

A convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo ocasionou sérios prejuízos, nos dois anos agrícolas, para as produtividades das cultivares.No primeiro ano as perdas nas produtividades das cultivares IAC 202 e Caiapó, foram de 100% e 96,8%, respectivamente. No ano seguinte foram de 90% para IAC 202 e 93,0% para 'Caiapó'. Isso ressalta a necessidade de capinas nos estádios iniciais da cultura do arroz até o dossel sombrear o solo e suprimir o crescimento das plantas daninhas. Segundo FISCHER et al. (1995), o vigor precoce de uma cultivar pode diminuir o período de fechamento do dossel, permitindo ao arroz competir melhor com as plantas daninhas de emergência precoce. A competição precoce em arroz de terras altas ocorre principalmente pelos recursos do solo, pois ocorre antes da sobreposição dos dosséis do arroz e das plantas daninhas.

Para o ano agrícola de 2003/04, tolerando-se 5% de perdas no número de panículas das cultivares IAC 202 e Caiapó determinou-se PAI de nove e vinte DAE e PTPI de 27 e 29 DAE, respectivamente. No ano seguinte, com o mesmo nível de tolerância, os períodos de convivência das cultivares IAC 202 e Caiapó foram de dezesseis e 21 DAE e os de controle de 67 e 21 DAE. Assim, os períodos de convivência foram menores para cv IAC 202 nos dois anos, enquanto que a cv Caiapó apresentou menor período de convivência no segundo ano.

Propondo-se perdas de 2% e 10% no número de panículas m^{-2} para as duas cultivares, no ano agrícola 2003/04, a 'IAC 202' apresentou PAI de quatro e dezesseis DAE e PTPI de 35 e vinte DAE, respectivamente. Para a cv Caiapó foram de doze e 27 DAE (PAI) e 39 e 22 DAE (PTPI). No ano seguinte, com os mesmos níveis de perdas no número de panículas m^{-2}, a cv IAC 202 teve períodos anteriores à interferência de dez e 21 DAE e períodos necessários de controle de 84 e 52 DAE, respectivamente. Para a cv Caiapó, os períodos de interferência foram doze e 31 DAE e os períodos de controle de 26 e quinze DAE.

As cultivares diferiram entre si em relação à altura, nos dois anos agrícolas. No primeiro ano, ambas sofreram fortes reduções, correspondendo a 61,9% e 62,4% para 'IAC 202' e 'Caiapó', respectivamente. Porém, no segundo foram maiores para a cv IAC 202 (48,9%) em relação à cv Caiapó (28,6%). Para o primeiro ano agrícola, é possível atribuir-se a maior redução na altura das duas cultivares à composição florística da comunidade infestante, cujos principais componentes eram gramíneas de padrão fotossintético C_4, altamente competitivas. Experimentos de campo realizados por GARRITY et al. (1992), para avaliar a capacidade de 25 cultivares de arroz de terras altas na supressão das plantas daninhas indicaram que a altura da planta foi a característica mais importante e que a mínima para o arroz na fase de florescimento deve ser de 1,0 m, considerando-se espaçamentos padrões.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, frente às condições edafoclimáticas e de infestação ocorridas e face à metodologia empregada, foram possíveis as seguintes conclusões:

a) Para a cv IAC 202, considerando-se 5% de tolerância na redução da produtividade, os períodos anteriores à interferência (PAI) nos anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05 foram de doze e 26 DAE, respectivamente; os períodos totais de prevenção à interferência (PTPI), de 40 e 42 DAE e os períodos críticos de prevenção à interferência (PCPI), de doze a 40 DAE e de 26 a 42 DAE, respectivamente.

b) Para a cv Caiapó, com o mesmo nível de tolerância (5%) na redução da produtividade em ambos os anos agrícolas de 2003/04 e 2004/05, os períodos anteriores à interferência (PAI) foram de 25 e 29 DAE, respectivamente; os períodos totais de prevenção à interferência (PTPI), de 31 e 26 DAE, respectivamente. Em 2003/04, o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) foi de 25 a 31 DAE e no ano seguinte, este não pode ser caracterizado.

d) A competição da comunidade infestante reduziu o número de perfilhos, o número de panículas, a produtividade e a altura das duas cultivares.

c) A cultivar IAC 202 mostrou-se mais suscetível à interferência da comunidade infestante que a ‘Caiapó’.

6. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E.N., CARVALHO, D.A., SOUZA, A.F. Épocas críticas de competição das plantas daninhas com o arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 14.; CONGRESO DE LA ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 6., 1982, Campinas. **Resumos ...** Campinas: SBHED/ALAM, 1982. p.35-36.

ALCÂNTARA, E. N.; CARVALHO, D. A . Período de competição de plantas daninhas com arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n.5, p.599-609,1985.

ALCÂNTARA, E. N. Controle de plantas daninhas na cultura do arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n.161, p.40-44,1989.

ARANHA, C.; PIO, R. M. Plantas invasoras da cultura de arroz (*Oryza sativa* L.) no Estado de São Paulo - 1.dicotiledôneas. **Planta Daninha**, Campinas, v. 4, n.1, p. 33-57, 1981.

ARANHA, C.; PIO, R. M. Plantas invasoras da cultura de arroz (*Oryza sativa* L.) no Estado de São Paulo - 2.monocotiledôneas. **Planta Daninha**, Campinas, v.5, n.1, p.65-81.1982.

ANDRÉ, R. G. B.; VOLPE,C. A. **Dados meteorológicos de Jaboticabal no Estado de São Paulo durante os anos de 1971 a 1980.** Jaboticabal: UNESP, 1982. 25 p.

ANDRIOLI, I; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27.,1999, Brasília. **Anais...**Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 1999.

AZAMBUJA, I. H. V.; VERNETTI JR, F. J.; MAGALHÃES JR, A. M. de. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A M (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap. 1, p. 23-44.

AZEVEDO, D. M. P.; COSTA, N. L. Efeito do período de matocompetição sobre a produção do arroz de sequeiro em Porto Velho – RO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 17., 1988, Piracicaba: **Resumos**...Piracicaba, SBCPD, 1988. p.51.

BASTOS, C. R. IAC 202: Arroz de alta produtividade e qualidade para cultura de sequeiro. **O Agronômico,** Campinas, v.52, n.1, p.24-25, 2000.

BALBINOT JR, A. A.; FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M. A.; MEROTTO JR, A.; VIDAL, R. A .Velocidade de emergência e crescimento inicial de cultivares de arroz irrigado influenciando a competitividade com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p.305-316, 2001.

BLANCO, H. G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico,** São Paulo, v.38, n.10, p.343-350,1972.

BLANCO, H. G.; ARÉVALO, R. A.; CHIBA, S.; SORDI, I. P. de. Efeitos da convivência de *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv (capim-arroz) com plantas de arroz em diferentes níveis de nitrogênio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.193-199, 1991.

BLEASDALE, J. K. A . Studies on plant competition. In: HARPER, J. L (Ed.) **The Biology of Weeds**. Oxford, Blackwell Scientific Publications,1960.

BURGA, C. A.; TOZANI, R. Competição de plantas daninhas com a cultura do arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.). **Agronomia**, v.33, p.23-32,1980.

CASTRO, R.A; ALMARIO, G.O. Efecto de la competencia de malezas gramíneas en el arroz (*Oryza sativa* L.). In: CONGRESO ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS,11., 1992, Viña Del Mar **Resumes...**, Viña Del Mar: Pontificia Universidad Catolica de Chile, 1992. p.24.

CATON, B. P.; FOIN, T. C.; HILL, J.E. Mechanisms of competition for light between rice (*Oryza sativa*) and redstem (*Ammannia* spp). **Weed Science**, Lawrence, v.45, n.2, p.269 - 275, 1997.

CATON, B. P.; COPE, A. E.; MORTIMER, M. Growth traits of diverse rice cultivars under severe competition: implications for screening for competitiveness. **Field Crop Research**, Amsterdam, v.83, n.2, p.157-172, 2003.

CHOU, C. H. Allelopathy in subtropical vegetation and soils in Taiwan. In: WALLER, G.R (Ed.) **Allelochemicals**: role in agriculture and florestry: American Chemical Society, 1985. Chap.10, p.102-117 (ACS Symposium Series, 330).

CLARKE, G.L. **Elementos de Ecologia**. Ediciones Omega S.A., Barcelona, 1971. 534 p.

COBLE, H.D.; WILLIAMS, F.M.;RITTER, R. L. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) interference in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v.29, n.3, p.339-348, 1981.

COBUCCI, T.; RABELO, R. R.; SILVA, W. da. **Manejo de plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas na região dos Cerrados**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. (Circular Técnica/ Embrapa Arroz e Feijão; 42 p.).

COMISSÃO INTERNACIONAL DO ARROZ. Resultados da 20ª sessão. Santo Antonio de Goiás: Embrapa arroz e Feijão, 2004. Disponível em < www.cnpaf.embrapa.br>. Acesso em 03 de maio de 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da Agropecuária**. Brasília, 2005. 61 p.

DIARRA, A.; SMITH JR, R. J.; TALBERT, R. E. Interference of red rice (*Oryza sativa*) with rice (*O. sativa*). **Weed Science**, Champaign, v.33, n.5, p.644-649, 1985.

DINGKUHN, M. P.; JOHNSON, D. E.; SOW, A; AUDEBERT, A Y. Relationships between upland rice canopy characteristics and weed competitiveness. **Field Crops Research**, Amsterdan., v.61, n.1, p.79-95, 1999.

DOMINGUES, E. P. **Efeitos do espaçamento e fertilização nitrogenada em cobertura sobre as relações competitivas entre a cultura do arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.) e a comunidade infestante**. 1981. 75 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1981.

ELMORE, C. D.; PAUL, R. N. Composite list of C_4 weeds. **Weed Sciene**, Champaign, v.31, n. 5, p.686-692, 1983.

FERRAZ, L. C. C. B.; PITELLI, R. A.; SOUBHIA, F. Nematóide associados a plantas daninhas na região de Jaboticabal, SP- segundo relato. **Planta Daninha**, Campinas, v.5, n.1, p.1-5, 1982.

FISCHER, A J.; CHATEL, M.; RAMIREZ, H. V.; LOZANO, J.; GUIMARÃES, E. Components of early competition between upland rice (*Oryza sativa* L.) and *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A Rich) Stapf. **International Journal of Pest Management**, London, v. 41, n.2, p.100-103, 1995.

FISCHER, A. Manejo integrado de malezas del arroz. In: PANTOJA, A.; FISCHER, A.; CORREA-VICTORIA, F.; SANINT, L.R.; RAMÍREZ, A. **MIP en arroz**: manejo integrado de plagas; artrópodos, enfermedades y malezas. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1997. cap.4, p.31-.49.

FISCHER, A J.; RAMIREZ, H. V.; GIBSON, K. D.; PINHEIRO, B. S. Competitiveness of semidwarf upland rice cultivars against palisadegrass (*Brachiaria brizantha*) and sinalgrass (*Brachiaria decumbens*). **Agronomy Journal**, Madison, v.93, n.5, p.967-973, 2001.

FLECK, N. G.; NOLDIN, J. A.; MENEZES, V. G.; PINTO, J. J. O.; EBERHARDT, D. S. Manejo e Controle de Plantas Daninhas em Arroz Irrigado. In: VARGAS, L; ROMAN, E. S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 251-321.

FOFANA, B.; RAUBER, R. Weed suppression ability of upland rice under low-input condition in West África. **Weed Research**, Oxford, v. 40, n.3, p.271-280, 2000.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 221p.

GARRITY, D. P.; MOVILLON, M.; MOODY, K. Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, n.4, p.586-591, 1992.

GELMINI, G. A. **Indicações de herbicidas para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz de sequeiro**. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1983.15p. (Boletim técnico, 160).

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; SILVA, F. X. **Espaçamento entre linhas para o arroz de terras altas com arquitetura de planta moderna.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003a. 4 p.(Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico,67).

GUIMARÃES, C. M.;STONE, L. F.; SILVA, F. X. **Cultivares de arroz de terras altas com arquitetura moderna:** crescimento e eficiência produtiva. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003b. 4 p.(Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico,61).

HOLM, L. G.; PLUNCKNETT, D. L.; PANCHO, J. V.; HERBERGER, J. P. **The World's Worst Weeds.** Honolulu: University Press of Hawaii, 1977. 607 p.

JOHNSON, D. E; DINGKUHN, M.; JONES, M. P; MAHAMANE. The influence of rice plant type on the effect of weed competition on *Oryza sativa* and *Oryza glaberrima*. **Weed Research,** Oxford, v. 38,n.3, p.207-216, 1998.

KAWANO, K.; GONZALEZ, H.; LUCENA, M. Intraspecific competition with weed and spacing response in rice. **Crop Science**. Madison, v.14, n.6, p.841-845, 1974.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2 ed. São Paulo: BASF, 1999.

KWON, S. L.; SMITH JR, R.; TALBERT, R. E. Interference of red rice (*Oryza sativa*) densities in rice (*O. sativa*). **Weed Science**, Champaign v.39, n. 2, p.169-174, 1991.

MAGALHÃES JÚNIOR, A M.; TERRES, A L; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F.; ANDRES, A. Aspectos genéticos, morfológicos e desenvolvimento de plantas de arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap. 6, p. 143-159.

McGREGOR, J. T.; SMITH JR, R. J.; TALBERT, R. E. Interespecific and intraespeciic interference of broadleaf signalgrass (*Brachiaria platyphylla*) in rice (*Oryza sativa*). **Weed Science**, Champaign, v.36, n.5, p.589-593, 1988a.

McGREGOR, J. T.; SMITH JR, R. J.; TALBERT, R. E. Broadleaf signalgrass (*Brachiaria platyphylla*) duration of interference (*Oryza sativa*). **Weed Science**, Champaign, v.36, n.6, p.747 – 750, 1988b.

MEROTTO JR, A.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G.; ALMEIDA, M. L. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p. 9-16, 2002.

NI, H.; MOODY, K.; ROBLES, R. P.; PALLER JR, E. C.; LALES, J. S. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weed. **Weed Science**. Champaign, v.48, n.2, p.200-204, 2000.

NTANOS, D. A ; KOUTROUBAS, S. D. Competition of barnyardgrass with rice varieties. **Journal of Agronomy and Crop science**, Berlin, v.184, n. 4, p.241-246, 2000.

OERKE, E. C.; DEHNE, H. –W. Safeguarding production –losses in major crops and the role of crop protection. **Crop Protection**, Guildford, v.23, n.4 , p.275-285, 2004.

OLOFSDOTTER , M.; NAVAREZ, D.; MOODY, K. Allelopathic potential in rice (*Oryza sativa* L.) germplasm. **Annls of Applied Biology,** Wellesbourne, v.127, n.3, p.543-560, 1995.

OLIVEIRA, V. F.; ALMEIDA, F. S. Suscetibilidade do arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.) à competição das plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 14., CONGRESSO DE LA ASOCIACON LATINOAMERICANA DE MALEZAS (ALAM), 6.; 1982, Campinas. **Resumos**...Campinas: SBHED/ALAM, 1982. p.34.

OKAFOR, L.; DE DATTA, S. K. Competition between upland rice e purple nutsedge for nitrogen, moisture and light. **Weed Science**, Champaign, v.24, n.1, p.43-36, 1976.

PATTERSON, D. T. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. **Weed Science**, Champaign, v.43, n.3, p.483-490, 1995.

PINHEIRO, B. S.; STEINMETZ, S.; STONE, L. F.; GUIMARÃES, E. P. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.87-95, 1985.

PINHEIRO, B. S. Características morfológicas da planta relacionada à produtividade. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil,** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.116-147.

PITELLI, R. A. **Competição por nutrientes entre a cultura do arroz e a comunidade infestante. Efeitos do espaçamento e da fertilização nitrogenada**. 1981. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.

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

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Manejo das plantas daninhas na cultura do arroz de sequeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO ARROZ DE SEQUEIRO, 1., 1983, Jaboticabal, **Anais...**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1983. p.184-203.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte, **Resumos**... Belo Horizonte: SBHDE, 1984. p.37.

PITELLI, R. A.; MACHADO PITELLI, R. L.C. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.251-321.

PITTY, A. Interferência: competência, alelopatia y parasitismo. In: _____ (Ed.) **Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas**. Honduras: Zamorano Academic Press, 1997. cap.3, p.49 – 73.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**: implications for management. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589 p.

ROBERTS, H. A. Crop and weed emergence patterns in relation to time of cultivation and rainfall. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.105, n.2, p.263-275, 1984.

SILVEIRA FILHO, A.; AQUINO, A. R. L. de. Weed control and rice production in Brazil. In: THE CONFERENCE ON WEED CONTROL IN RICE. 1981, Philippines. **Proceedings** … Los Banõs: International Rice Research Institute, 1983. p.133-137.

SILVEIRA FILHO, A.; AQUINO, A. R. L. de; SANTOS, A. B. dos. **Controle de plantas daninhas na cultura do arroz de sequeiro.** Goiânia: Embrapa / Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão, 1984. p. 1-6 (Comunicado Técnico, 15)

SMITH JR, R. J. Competition of barnyard grass with rice cultivars. **Weed Science,** Champaign, v.22, n.5, p.423-426, 1974.

SMITH JR, R. J. Weeds of major economic importance in rice and yield losses due to weed competition. In: THE CONFERENCE ON WEED CONTROL IN RICE. 1981, Philippines. **Proceedings** … Los Banõs: International Rice Research Institute, 1983. p.19-36.

SMITH JR, R. J. Weed thresholds in southern U.S. rice, *Oryza sativa*. **Weed Technology**, Champaign, v.2, n. 3, p.232-241, 1988.

SOARES, A. A.; REIS, M. S.; SOARES, P. C. Caiapó, nova opção de arroz de sequeiro para Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 40, n. 231, p. 513-517, 1993.

SONDHIA, S.; SWAIN, D. Allelopathic effects of *Datura stramonium* L. on rice and *Echinochloa colonum*. **Allelopathy Journal**, New Delhi, v.10, n.2, p.133-140, 2002.

STAUBER, L. G.; SMITH JR, R. J.; TALBERT, R. E. Density and spatial interference of barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) with rice (*Oryza sativa*). **Weed Science**, Champaign, v.39, n.2, p.163-168, 1991.

STEINMETZ, S.; MEIRELES, E. J. L. Clima. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.58-87.

STEINMETZ, S. Influência do clima na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 899 p.

TASCÓN, E.; FISCHER, A. Malezas específicas y guía de manejo – principales maleza del arroz tropical. In: PANTOJA, A.; FISCHER, A.; CORREA-VICTORIA, F.; SANINT, L. R.; RAMÍREZ, A. **MIP en arroz**: manejo integrado de plagas; artrópodos, enfermedades y malezas. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1997. cap.7, p.99-122.

TAYLORSON, R. B.; BORTHWICK, H. A. Light filtration by foliar canopies: significance for light-controlled weed seed germination. **Weed Science**, Champaign, v.17, n.1, p.48-51, 1969.

VELU, G.; RAJAGOPAL, A. Response of rice (*Oryza sativa*) to infestation of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*). **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v. 66, n.6, p.360-362, 1996.

VELINI, E. D. **Matocompetição em arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.):** efeitos do espaçamento, densidade populacional, doses de adubação fosfatada e períodos de controle das plantas daninhas. 1983. 82 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1983.

ZELAYA, I. A. La reproduccion de malezas. In: PITTY, A. (Ed.) **Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas**. Honduras: Zamorano Academic Press, 1997. cap. 2, p.27 – 48.

ZIMDAHL, R.L.; MOODY, K.; LUBIGAN, R. T.; CASTIN, E. M.Patterns of weed emergence in tropical soil. **Weed Science**, Champaign, v.36, n.5, p.603-608, 1988.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo