**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Interação entre as culturas de soja e milho com cultivares do gênero *Urochloa*
P.Beauv. em consórcio e interferência de plantas daninhas nos sistemas**

Fernanda Satie Ikeda

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de Concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2010**

Fernanda Satie Ikeda
Engenheiro Agrônomo

Interação entre as culturas de soja e milho com cultivares do gênero *Urochloa* P.Beauv. em consórcio e interferência de plantas daninhas nos sistemas

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO VICTORIA FILHO**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2010**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Ikeda, Fernanda Satie

Interação entre as culturas de soja e milho com cultivares do gênero *Urochloa* P.Beauv.
em consórcio e interferência de plantas daninhas nos sistemas / Fernanda Satie Ikeda. - -
Piracicaba, 2010.
162 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

1. Brachiaria 2. Competição 3. Consorciação de culturas 4. Integração 5. Milho 6. Plantas
daninhas 7. Soja I. Título

CDD 633.2
l26i

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A lista de agradecimentos é longa, já que pude contar, em maior ou menor grau, com várias pessoas e instituições para que este trabalho pudesse ser realizado, ou mesmo que contribuíram com a minha formação durante o doutorado. Assim, agradeço ao Programa em Pós-Graduação em Fitotecnia da ESALQ/USP pela oportunidade de fazer o doutorado e ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado, sem a qual seria difícil a minha permanência no programa, assim como pelo auxílio nas despesas de projeto. Às empresas Wolf Seeds, Monsanto, Syngenta e Stoller pelo fornecimento de insumos agrícolas para a execução deste trabalho. Ao meu orientador, professor Ricardo Victoria Filho, pela orientação, apoio e aprendizado nestes anos de doutorado. Ao professor Pedro Jacob Christoffoleti pelo incentivo antes e após a entrada no programa de pós-graduação em Fitotecnia, sem o qual não teria vindo a fazer o doutorado nesta instituição. Ao professor Carlos Tadeu dos Santos Dias pelo ensinamento e auxílio nas análises estatísticas. Aos técnicos e funcionários de campo que colaboraram grandemente para que os experimentos fossem viabilizados, tanto os da Horticultura (Horst Bremer Neto, Antonio Carlos Fernandes, Antonio Carlos Franco, Antonio Pereira Goulart, Aparecido Donizeti Serrano, Aparecido Mendes, Aristides Lamatriz, Bruno Tosatto, Fernando Trimer de Oliveira (*in memorian*), Francisco R. Souza, José Benedito Casarolo, Juliano José Bellini, Luiz Ferrari, Mário Natal Neposiano, Osvaldo Mendes, Tiago A. Oliveira Silva e Valdemar Alves Vieira) como aqueles da Agricultura (Adilson Aparecido Dias, Ananias Ferreira de Souza, César Renato Galvão Desidério, Edson Ademir de Moraes, Erreinaldo Donizeti Bortolazzo e Osvaldo de Jesus Pelissari). À técnica do laboratório de sementes, Helena Pescarin Chamma, pelo apoio, orientação e prestatividade na realização dos testes e avaliações no laboratório de sementes. Às alunas de graduação do curso de Engenharia Agrônômica e integrantes do Pró-Hort (grupo de estágio em Horticultura), Kátia Fernanda Dias Rodrigues e Adriana Cristina Fernandes pela colaboração na execução dos experimentos. À colega de pós-graduação Taís Leite, que com o trabalho em conjunto possibilitou o cultivo da soja no campo. Ao já não mais doutorando Guy Mitsuyuki Tsumanuma pelas orientações iniciais no planejamento do projeto. À secretária do curso de Fitotecnia, Luciane Lopes de Oliveira e à secretária do curso de Fisiologia Vegetal, Solizete, pela atenção e prestatividade. Aos secretários da Horticultura, Maria Célia Rodrigues, Elisabete Sarkis São João e Paulo pela paciência e apoio no departamento. À Embrapa Cerrados por permitir a realização dos experimentos e das oportunidades de pesquisa durante o meu

período de permanência. Ao pesquisador Giuliano Marchi por me orientar nos experimentos e sugestões nos capítulos da tese, ao pesquisador Lourival Vilela pelo apoio, discussões sobre os meus estudos e sugestões à tese e ao pesquisador Robélío Leandro Marchão pelo convite à participação em projeto. Ao técnico Jatobá e à estagiária Nayara Luiz Pires pelo auxílio nos trabalhos desenvolvidos lá. Aos professores da Universidade Federal do Paraná, Adelino Pelissari, Aníbal de Moraes e Maria Cristina, assim como ao professor Antônio Alberto Silva da Universidade Federal de Viçosa e ao professor Cleber Daniel de Goes Maciel da Universidade Estadual de Maringá pela leitura e sugestões ao trabalho. À Silvia Maria Zinsly da área de referências bibliográficas da ESALQ pelo rápido atendimento no final de tese. Agradeço à JICA por viabilizar o treinamento no Japão e ao senhor Hiroshi Nozawa pelo incentivo à ida ao Japão. Ao pesquisador Dr. Yoshiharu Fujii em nome da National Institute for Agro-Environmental Sciences por me receber e orientar durante o treinamento. Às pessoas que de uma forma ou de outra me instruíram lá: So-Yong Park, Dr. Kamo, Dr. Mami Sugano, Toyokawa sensei, Kae Hanzawa, Ishizaki-san, Kubo-san, Sasamoto-san, Cecilia Ono, Dr. Tomoko Takemura, Dr. Emi Sakuno, Dr. Morita, Dr. Hiradate. À comissão organizadora do XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas pela oportunidade de participar na organização do evento. Aos colegas de pós-graduação em Fitotecnia, Livia Weyand Marcolini, Marcell Godoi Chiovato, Samuel Neves Rodrigues Alves, Héctor Alonso San Martín Matheis, Saul Jorge Pinto de Carvalho, Ana Carolina Dias, Fábio Albuquerque Entelmann, Rafael Pivotto Bortolloto, Elaine Costa Cerqueira Pereira, Fábio Mielezrski, Marina Maitto Caputo e Nilce Naomi Kobori pelas discussões e troca de informações. À dona Antonia, que me acolheu no período em que permaneci em Piracicaba. Aos pesquisadores da Embrapa Cerrados, Karina Pulrolnik, Jorge Antonini, Giovana Alcantara Maciel, Roberto Guimarães Júnior e Nilton Tadeu Vilela Junqueira e aos analistas, Simone Yuri Ramos e Ozanival Dario Dantas, ao assistente Egidio da Silva Ramalho Neto e às mestrandas Darliane e Eliziane, às doutorandas Gracielle Belon e Leomara Vieira França e à pós-doutoranda Inês Angélica Cordeiro, pela amizade e torcida. À pesquisadora do IBGE, Maria Aparecida da Silva pela amizade, paciência e conversas e ao professor da UnB, Roberto José Carvalho Pereira pelo carinho e incentivo. Se me esqueci de alguém, foi porque a memória e o cansaço não ajudaram... A todos o meu sincero agradecimento!

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	21
REFERÊNCIAS	27
2 EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE CULTIVARES DO GÊNERO <i>Urochloa</i> P.Beauv. EM DIFERENTES PROFUNDIDADES DE SEMEADURA	31
Resumo	31
Abstract.....	31
2.1 Introdução.....	32
2.2 Material e métodos	33
2.3 Resultados e discussão	38
2.4 Conclusões.....	47
Referências	48
3 INTERAÇÃO ENTRE A CULTURA DE SOJA E CULTIVARES DO GÊNERO <i>Urochloa</i> P. Beauv.	51
Resumo	51
Abstract.....	51
3.1 Introdução.....	52
3.2 Material e métodos	54
3.3 Resultados e discussão	60
3.4 Conclusões.....	68
Referências	68
4 INTERAÇÃO ENTRE A CULTURA DE MILHO E CULTIVARES DO GÊNERO <i>Urochloa</i> P.Beauv.	73
Resumo	73
Abstract.....	73
4.1 Introdução.....	74
4.2 Material e métodos	76
4.3 Resultados e discussão	82
4.4 Conclusões.....	89
Referências	89

5 INTERAÇÃO ENTRE A CULTURA DE SOJA E CULTIVARES DO GÊNERO <i>Urochloa</i> P.Beauv. EM CONSÓRCIO E INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NOS SISTEMAS	95
Resumo	95
Abstract	95
5.1 Introdução	96
5.2 Material e métodos	98
5.3 Resultados e discussão	105
5.4 Conclusões	117
Referências	118
6 INTERAÇÃO ENTRE A CULTURA DE MILHO E CULTIVARES DO GÊNERO <i>Urochloa</i> P.Beauv. EM CONSÓRCIO E INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NOS SISTEMAS	123
Resumo	123
Abstract	123
6.1 Introdução	124
6.2 Material e métodos	126
6.3 Resultados e discussão	132
6.4 Conclusões	144
Referências	145
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	149

RESUMO

Interação entre as culturas de soja e milho com cultivares do gênero *Urochloa* P.Beauv. em consórcio e interferência de plantas daninhas nos sistemas

O sistema de integração lavoura-pecuária vem assumindo importância no cenário da agricultura nacional devido aos benefícios proporcionados pelas pastagens às lavouras e vice-versa, além de ser uma alternativa para a recuperação de áreas degradadas. Com o objetivo de avaliar as interações entre as culturas de soja e milho e as cultivares de *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk) em consórcio e a interferência de plantas daninhas nos sistemas consorciados, foram conduzidos experimentos em casa de vegetação para avaliar a emergência de plântulas das cultivares de *Urochloa* spp. em diferentes profundidades de semeadura (0, 3, 6, 9 e 12 cm) e a interação das culturas de soja e de milho com as cultivares de *Urochloa* spp. em diferentes proporções de plantas para cada espécie em consórcio (0%:100%; 25%:75%; 50%:50%; 75%:25%; 100%:0%) para uma mesma densidade de plantas (séries substitutivas). Além disso, foram realizados experimentos aditivos no campo para avaliar a interação entre as culturas de soja e milho com as cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio e a interferência de plantas daninhas nos sistemas através da presença ou a ausência de controle com capina. Os experimentos foram conduzidos em área pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, Piracicaba – SP. Visando estabelecer uma vantagem competitiva das culturas de grãos em relação às cultivares de *Urochloa* spp. por meio de seu atraso na emergência de plântulas, observou-se que *U. brizantha* cv. Marandu e cv. Piatã podem ser semeadas a 0 cm de profundidade sem prejuízo de sua altura ou produção de matéria seca. No caso de *U. decumbens* cv. Basilisk, o semeio na profundidade de 3 cm permite a otimização na produção de matéria seca e na altura das plantas, sem o benefício do atraso em sua emergência. Em relação à interação entre as espécies consorciadas, verificou-se que em estágio inicial de crescimento, há uma interação de competição no consórcio de soja e milho com as cultivares de *Urochloa* spp. (exceto na proporção de 25:75 do consórcio de soja com *U. decumbens* cv. Basilisk), onde ocorre uma compensação, ou seja, os ganhos na matéria seca relativa da soja e do milho compensam as perdas observadas na matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp. Portanto, as culturas de soja e milho mostram-se mais competitivas que as cultivares de *Urochloa* spp. (a soja apresenta competitividade semelhante a *U. brizantha* cv. Marandu em igualdade de proporções). No campo, verificou-se que os consórcios de soja e milho com as cultivares de *Urochloa* spp. não afetam os componentes de produção, altura e produtividade da cultura de soja e milho ou mesmo reduz a comunidade de plantas daninhas, mas interfere na densidade e na matéria seca por planta e por área das cultivares de *Urochloa* spp. As plantas daninhas influenciaram de forma semelhante os sistemas de produção sem capina devido à similaridade em suas comunidades e às baixas infestações nas áreas capinadas. Os consórcios de soja e de milho com *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk necessitam do controle de plantas daninhas para um melhor aproveitamento da área de cultivo.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; *Brachiaria brizantha* cv. Piatã; *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk; Competição; Integração lavoura-pecuária; Profundidade de semeadura

ABSTRACT

Interaction between the cultures of soy and corn with *Urochloa* P.Beauv. genus cultivar in association, and the interference of weeds in the systems

The integrated crop-livestock system is gaining importance in the way of national agriculture due to the benefits reaped between pasture and crop farming and vice-versa apart from being an alternative for recovering degraded areas. Seeking to assess the interaction between soy and corn crops alongside cultivations of *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã and *U. decumbens* cv. Basilisk) in association, and considering the interference of weeds in these systems, experiments were carried out in greenhouses to assess the emergence of seedlings of *Urochloa* spp. cultures at different sowing depths (0, 3, 6, 9 and 12 cm) as well as the interaction of soy and corn cultures along with *Urochloa* spp. cultures. with differing ratios of plants for each species in association (0%:100%; 25%:75%; 50%:50%; 75%:25%; 100%:0%) using an equal density of plants (substitutive series). Furthermore, additional experiments were carried out in the field to assess the interaction between soy and corn crops with *Urochloa* spp. cultures as well as assessing the interference of weeds in those systems through the presence or absence of control of weeds by weeding. The experiments were conducted in an area belonging to the University of São Paulo, Department of Vegetable Production ESALQ/USP, Piracicaba – SP. The emergence of forage grass seedlings was delayed seeking to establish a competitive advantage for the grain crops over *Urochloa* spp. cultures and it was observed that *U. brizantha* cv. Marandu and cv. Piatã can be sowed at a depth of 0 cm without harming either height or dry matter production. In the case of *U. decumbens* cv. Basilisk, sowing at a depth of 3 cm optimizes dry matter production as well as plant height, without any benefits from delayed emergence. Concerning the interaction between the associated species it was observed that there is interactive competition in the soy and corn cultures in association with the *Urochloa* spp. culture (except in the ratio of 25:75 of the soy association with *U. decumbens* cv. Basilisk) where there was compensation or rather, the gain in dry matter relative to soy and corn compensated the losses noted in the dry matter in relation to the *Urochloa* spp. culture. Therefore the soy and corn cultures are seen to be more competitive than *Urochloa* spp. cultures (soy presents competitiveness similar to *U. brizantha* cv. Marandu to the same degree). In the field, it was verified that the soy and corn association with *Urochloa* spp. cultures didn't affect production components of neither height nor productivity of the soy and corn crops nor even reduce the community of weeds but did interfere in the density and in the dry matter per plant and per area of *Urochloa* spp. culture. In a similar way the un-weeded areas influenced the cultivation systems due to the similarity in weed communities and low infestations in weeded areas. The soy and corn association with *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã and *U. decumbens* cv. Basilisk require weed control for better use of the cultivation area.

Keywords: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; *Brachiaria brizantha* cv. Piatã; *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk; Competition; Integrated crop-livestock system; Sowing depth

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1 - Temperatura (T°C) e umidade relativa (%UR) máxima e mínima durante a condução do experimento em casa de vegetação. Piracicaba – SP, 2008 34
- Figura 2.2 – Porcentagem de emergência de plântulas de *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã, *U. decumbens* cv. Basilisk em função da profundidade de semeadura com ajuste ao modelo sigmoidal $y = a/[1+\exp(-(x-b)/-c)]$ após 28 dias da semeadura: 1) porcentagem em relação a 50 sementes e 2) porcentagem em relação à ao número de plântulas emergidas na superfície. Curvas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de razão de verossimilhança ($p>0,05$). Piracicaba – SP, 2008 42
- Figura 2.3 - Curva de porcentagem de emergência diária acumulada de plântulas de *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk em diferentes profundidades de semeadura ajustadas ao modelo logístico $y = a/[1+b.\exp(-cx)]$. Curvas de mesma letra não diferem entre si pelo teste da razão de verossimilhança ($p>0,05$). Piracicaba – SP, 2008 44
- Figura 3.1 – Médias semanais de temperatura (T°C) e umidade relativa (%UR) máxima e mínima durante as semanas de condução do experimento em casa de vegetação. Piracicaba - SP, 2008/2009..... 55
- Figura 3.2 - Distribuição de plantas nos vasos conforme a proporção de plantas de soja e/ou *Urochloa* sp. para a densidade total constante equivalente a 693 plantas.m⁻². Piracicaba - SP, 2008/2009 56
- Figura 3.3 – Curva de matéria seca relativa de soja (modelo exponencial) e das cultivares de *Urochloa* spp. (modelo logístico) em convivência conforme a proporção das espécies, aos 35 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m⁻² em série substitutiva. Piracicaba – SP, 2009 63

Figura 4.1 – Médias semanais de temperatura (T°C) e umidade relativa (%UR) máxima e mínima durante as semanas de condução do experimento em casa de vegetação. Piracicaba – SP, 2009.....	77
Figura 4.2 - Distribuição de plantas nos vasos conforme a proporção de plantas de milho e/ou <i>Urochloa</i> sp. para a densidade total constante equivalente a 693 plantas.m ⁻² . Piracicaba – SP, 2008.....	77
Figura 4.3 – Curvas de matéria seca relativa de milho (modelo exponencial) e das cultivares de <i>Urochloa</i> spp. (modelo logístico) em convivência conforme a proporção das espécies, aos 60 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m ⁻² . Piracicaba – SP, 2009	85
Figura 5.1 – Médias mensais de temperatura (T°C) máxima e mínima e precipitação (mm) durante a condução experimento de soja em consórcio com cultivares de <i>Urochloa</i> spp. Piracicaba – SP, 2008/2009	99
Figura 5.2 – Análise biplot por componentes principais das variáveis avaliadas em experimento de consórcio de soja com <i>Urochloa</i> spp., com capina e sem capina. Piracicaba – SP, 2009.....	115
Figura 6.1 – Médias mensais de temperatura máxima e mínima e precipitação durante a condução do experimento de milho em consórcio com cultivares de <i>Urochloa</i> spp. Piracicaba – SP, 2008/2009.....	127
Figura 6.2 – Análise biplot por componentes principais das variáveis avaliadas em experimento de consórcio de milho com <i>Urochloa</i> spp., com capina e sem capina. Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 2009	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Propriedades químicas e físicas do solo utilizado no experimento. Piracicaba – SP, 2008	35
Tabela 2.2 – Porcentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE) de <i>Urochloa</i> spp. semeadas em diferentes profundidades de semeadura. Piracicaba – SP, 2008.....	39
Tabela 2.3 – Parâmetros de ajuste ao modelo sigmoidal $y = a/[1+\exp(-(x-b)/c)]$ de curvas de porcentagem de emergência de plântulas de <i>Urochloa</i> spp. em função da profundidade de semeadura após 28 dias da semeadura. Piracicaba – SP, 2008	41
Tabela 2.4 – Parâmetros de ajuste ao modelo logístico $y = a/[1+b.\exp(-cx)]$ de curvas de porcentagem de emergência diária acumulada de plântulas de <i>Urochloa</i> spp. em diferentes profundidades de semeadura. Piracicaba – SP, 2008	43
Tabela 2.5 - Altura de plântulas/plantas de cultivares de <i>Urochloa</i> spp. semeadas em diferentes profundidades de semeadura. Piracicaba – SP, 2008	46
Tabela 2.6 – Matéria seca por planta de cultivares de <i>Urochloa</i> spp. semeadas em diferentes profundidades de semeadura. Piracicaba – SP, 2008	47
Tabela 3.1 - Propriedades químicas e físicas do solo utilizado no experimento. Piracicaba – SP, 2008	56
Tabela 3.2 – Matéria seca por planta de soja em competição intra e interespecífica com cultivares de <i>Urochloa</i> , conforme a proporção de plantas de soja, aos 35 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m ⁻² . Piracicaba – SP, 2009	60
Tabela 3.3 – Matéria seca por planta das cultivares de <i>Urochloa</i> spp. em competição intra e interespecífica com a soja, conforme a proporção de cultivares de <i>Urochloa</i> spp., aos 35 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m ⁻² . Piracicaba – SP, 2009	61

Tabela 3.4 – Diferença entre a reta hipotética de competitividade equivalente total e a matéria seca relativa total de plantas de soja, em convivência com cultivares de <i>Urochloa</i> spp., aos 35 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m ⁻² . Piracicaba – SP, 2009	64
Tabela 3.5 – Parâmetros de ajuste ao modelo exponencial de curvas de matéria relativa de soja e ao modelo logístico de curvas de matéria seca relativa das cultivares de <i>Urochloa</i> spp. na mistura entre soja e as cultivares de <i>Urochloa</i> spp., aos 35 dias após a semeadura. Piracicaba – SP, 2009	66
Tabela 3.6 – Índices de competitividade entre soja e as cultivares de <i>Urochloa</i> spp.(CR), expressos por competitividade relativa, coeficientes de agrupamento relativo (K) e agressividade (A) na proporção de 50:50 da densidade total equivalente a 693 plantas.m ⁻² , aos 35 dias após a semeadura. Piracicaba – SP, 2009.....	67
Tabela 4.1 - Propriedades químicas e físicas do solo utilizado no experimento. Piracicaba – SP, 2008	78
Tabela 4.2 – Matéria seca por planta de milho em competição intra e interespecífica com cultivares de <i>Urochloa</i> spp., conforme a proporção de milho, aos 60 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total de 24 plantas por unidade experimental, equivalente a 693 plantas.m ⁻² . Piracicaba – SP, 2009	82
Tabela 4.3 – Matéria seca por planta das cultivares de <i>Urochloa</i> spp. em competição intra e interespecífica com o milho, conforme a proporção das cultivares de <i>Urochloa</i> , aos 60 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m ⁻² . Piracicaba – SP, 2009	83
Tabela 4.4 – Diferença entre a reta hipotética de competitividade equivalente total e a matéria seca relativa total de plantas de milho em convivência com cultivares de <i>Urochloa</i> spp., aos 60 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m ⁻² . Piracicaba – SP, 2009	84
Tabela 4.5 – Parâmetros de ajuste ao modelo exponencial de curvas de matéria relativa de milho e ao modelo logístico de curvas de matéria seca relativa das cultivares de <i>Urochloa</i>	

spp. na mistura entre milho e as cultivares de <i>Urochloa</i> spp., aos 60 dias após a semeadura. Piracicaba – SP, 2009.....	88
Tabela 4.6 – Índices de competitividade entre milho e as cultivares de <i>Urochloa</i> spp.(CR), expressos por competitividade relativa, coeficientes de agrupamento relativo (K) e agressividade (A) na proporção de 50:50 da densidade total equivalente a 693 plantas.m ⁻² , aos 60 dias após a semeadura. Piracicaba – SP, 2009	89
Tabela 5.1 - Propriedades químicas e físicas de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, distrófico típico presente na área experimental. Piracicaba – SP, 2008.....	100
Tabela 5.2 - Componentes de produção, altura e produtividade da soja na presença ou ausência de controle de plantas daninhas com apresentação de médias obtidas entre consórcios com cultivares de <i>Urochloa</i> spp. e cultivo solteiro de soja. Piracicaba – SP, 2009	106
Tabela 5.3 – Estande das cultivares de <i>Urochloa</i> spp. em consórcio com soja e em cultivo solteiro, com capina e sem capina avaliado na colheita da soja. Piracicaba – SP, 2009.....	107
Tabela 5.4 – Matéria seca das cultivares de <i>Urochloa</i> spp. por planta em consórcio com soja e em cultivo solteiro, com capina e sem capina na colheita da soja. Piracicaba – SP, 2009	108
Tabela 5.5 – Matéria seca das cultivares de <i>Urochloa</i> spp. por área em consórcio com soja e em cultivo solteiro, com capina e sem capina na colheita da soja. Piracicaba – SP, 2009	109
Tabela 5.6 – Densidade de plantas daninhas em consórcio de soja com cultivares de <i>Urochloa</i> spp., cultivo solteiro de soja e das cultivares de <i>Urochloa</i> spp., com capina e sem capina na colheita da soja. Piracicaba – SP, 2009.....	110
Tabela 5.7 – Matéria seca de plantas daninhas em consórcio de soja com cultivares de <i>Urochloa</i> spp., cultivo solteiro de soja e das cultivares de <i>Urochloa</i> spp., com capina e sem capina na colheita da soja. Piracicaba – SP, 2009.....	111
Tabela 5.8 - Índice de importância relativa de espécies de plantas daninhas em cultivo solteiro de soja (T4) e em consórcio com <i>U. brizantha</i> cv. Marandu (U1) e cv. Piatã (U2) e <i>U.</i> <i>decumbens</i> cv. Basilisk (U3), cultivo solteiro de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu (T1) e	

cv. Piatã (T2), *U. decumbens* cv. Basilisk (T3), com capina (C) e sem capina (S). Piracicaba – SP, 2009 112

Tabela 5.9 - Índice de similaridade de Czekanowski em consórcio de soja com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de soja (T4), cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Marandu (T1), *U. brizantha* cv. Piatã (T2), *U. decumbens* cv. Basilisk (T3), com capina (C) e sem capina (S). Piracicaba – SP, 2009 113

Tabela 5.10 - Índice de equivalência de área (IEA) no consórcio de soja com cultivares de *Urochloa* spp., com capina e sem capina. Piracicaba – SP, 2009 116

Tabela 6.1 - Propriedades químicas e físicas de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico na área do experimento. Piracicaba – SP, 2008 127

Tabela 6.2 - Componentes de produção, altura e produtividade do milho na presença ou ausência de controle de plantas daninhas com apresentação de médias obtidas entre consórcios com cultivares de *Urochloa* spp. e cultivo solteiro de milho. Piracicaba – SP, 2009 133

Tabela 6.3 – Estande das cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio com milho e em cultivo solteiro, com capina e sem capina na colheita do milho. Piracicaba – SP, 2009 ... 134

Tabela 6.4 – Matéria seca por planta e por área das cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio com milho e em cultivo solteiro, com capina e sem capina na colheita do milho. Piracicaba – SP, 2009 135

Tabela 6.5 – Densidade de plantas daninhas em consórcio de milho com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de milho e das cultivares de *Urochloa* spp., com capina e sem capina na colheita do milho. Piracicaba – SP, 2009 137

Tabela 6.6 – Matéria seca de plantas daninhas em consórcio de milho com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de milho e das cultivares de *Urochloa* spp., com capina e sem capina na colheita do milho. Piracicaba – SP, 2009 138

Tabela 6.7 - Índice de importância relativa de espécies de plantas daninhas encontradas em consórcio de milho com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de milho (T4), cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Marandu (T1), *U. brizantha* cv. Piatã (T2), *U.*

<i>decumbens</i> cv. Basilisk (T3), com capina (C) e sem capina (S). Piracicaba – SP, 2009	139
--	-----

Tabela 6.8 - Índice de similaridade de Czekanowski em consórcio de milho com cultivares de <i>Urochloa</i> spp., cultivo solteiro de milho (T4), cultivo solteiro de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu (T1), <i>U. brizantha</i> cv. Piatã (T2), <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk (T3), com capina (C) e sem capina (S). Piracicaba – SP, 2009	140
--	-----

Tabela 6.9 - Índice de equivalência de área (IEA) em consórcio de milho com das cultivares de <i>Urochloa</i> spp., com capina e sem capina. Piracicaba – SP, 2009	143
--	-----

1 INTRODUÇÃO

Conceitualmente, pode-se definir a integração lavoura-pecuária (ILP) como sendo a diversificação, a rotação, a consorciação e/ou a sucessão das atividades de agricultura e de pecuária estabelecida de forma a trazer benefícios para ambas as atividades (ALVARENGA; NOCE, 2005). Assim, a pastagem pode ocorrer em sucessão à cultura de grãos estabelecida em consórcio ou pode ocorrer o plantio de cultura para ensilagem no início das chuvas com plantio da segunda cultura após a ensilagem. A rotação ocorre quando as culturas anuais se intercalam com as pastagens por dois ou três anos (KLUTHCOUSKI, J.; STONE, 2003).

O consórcio de milho com gramíneas forrageiras encontra-se mais consolidado que o consórcio com a soja, devido a maior facilidade de manejo e às menores chances de erros na condução do sistema de cultivo. Dentro do conceito de cultivo múltiplo, definido como sendo aquele em que há uma ou mais culturas no mesmo ano (ECOLOGICAL..., 2008), verificam-se as possibilidades de ajustes dentro desses consórcios de acordo com os conhecimentos existentes em relação aos cultivos múltiplos. Assim, estuda-se a possibilidade de consórcio com cultivo defasado e cultivo intercalar no sistema de integração lavoura-pecuária.

Para a adoção dos cultivos múltiplos se deve considerar o arranjo espacial das plantas, a densidade e arquitetura das plantas de acordo com a cultura de maior interesse, assim como a diferença na data de maturação, no sistema radicular e no porte de cada cultura (SULLIVAN, 2003). Dessa forma, nos consórcios de milho com cultivares de *Urochloa* spp. (sinônima *Brachiaria* spp.) tem-se que o arranjo parece não interferir no adequado estabelecimento do consórcio, já que normalmente não se verificam perdas de produtividade do milho e das gramíneas forrageiras em diferentes arranjos nos consórcios. A produção de milho normalmente não é afetada, devido à maior produção de matéria da parte aérea e índice de área foliar do milho em relação à forrageira consorciada durante o período crítico de prevenção de interferência (JAKELAITIS et al., 2006). Em relação à densidade de plantas de gramíneas forrageiras em consórcio com milho deve-se obter entre 4 a 6 plantas.m⁻² para que ocorra uma adequada cobertura do solo, sendo que há uma recomendação de 8 a 10 plantas.m⁻² e menos do que 6 plantas.m⁻² em consórcio com a soja. Recomenda-se também a semeadura com 7 a 10 kg de sementes por área de *U. brizantha* (sinonímia *B. brizantha*) e *U. decumbens* (sinonímia *B. decumbens*) em consórcio com o milho e 5 kg de sementes por área no consórcio com soja,

considerando-se um valor cultural de 30% (KLUTHCOUSKI et al., 2000), embora muitos dos estudos venham utilizando uma semeadura com 3 kg de sementes puras viáveis. Há uma diferença na maturação entre as culturas de grãos e as gramíneas forrageiras, pois as culturas são de ciclo anual e crescimento mais rápido (milho e soja), enquanto as forrageiras geralmente empregadas no consórcio (cultivares de *Urochloa* spp.) são de ciclo perene e crescimento mais lento (BIANCO; TONHÃO; PITELLI, 2005). A arquitetura de plantas é diferente em relação ao milho, à soja e às cultivares de *Urochloa* spp., pois o milho apresenta porte alto e ereto, enquanto as cultivares de *Urochloa* spp. porte mais baixo com crescimento em touceira no caso de *U. brizantha* cv. Marandu e *U. brizantha* cv. Piatã e com crescimento prostrado no caso de *U. decumbens* cv. Basilisk. No caso da soja, o crescimento é ereto, sendo que o porte depende da cultivar, podendo ser de altura próxima ou até mais baixa que às cultivares de *Urochloa* spp.

Outra possibilidade nos consórcios de soja ou milho com as cultivares de *Urochloa* spp. seria o estabelecimento de uma vantagem competitiva para culturas anuais, efetuando-se semeadura em profundidades maiores do que as recomendadas. Essa seria uma maneira de retardar a emergência das gramíneas forrageiras (ALVARENGA et al., 2006), devido ao maior gasto de energia e tempo para a emergência das plântulas. Em geral, observam-se limites de profundidade de semeadura de acordo com cada espécie, podendo haver redução na porcentagem total de sementes. No caso de *U. brizantha*, não há emergência de plântulas em profundidades maiores do que 15 cm (FERREIRA, 2001).

A eficiência dos consórcios pode ser avaliada em relação à quantidade de alimento produzida por área, ao lucro gerado pelo sistema e ao índice de equivalência de área (MONTEZANO; PEIL, 2006). Além disso, podem-se considerar também os aspectos econômicos, o controle de plantas daninhas e o efeito na qualidade de grãos (PRINS; WIT, 2006). Dessa forma, as inter-relações entre as espécies em consórcio podem ser de inibição mútua, cooperação mútua (complementaridade temporal ou espacial) ou de compensação, já que são morfológica e fisiologicamente plásticas na sua resposta ao ambiente (KROPFF, 1993). Assim, para que ocorra uma inibição mútua ou interação de compensação, deve ocorrer a interferência de uma espécie sobre a outra, de forma que algumas práticas mencionadas anteriormente são testadas com o objetivo de reduzir essa interferência, e, assim possibilitar uma produção rentável com a consorciação.

Interferência é um termo que abrange a competição e a alelopatia, sendo que a competição pode ser considerada como um processo físico que ocorre quando a demanda combinada das plantas é maior do que o suprimento de um ou mais fatores (luz, água e nutrientes). O grau de interferência entre as plantas daninhas e as culturas é afetado pela composição, densidade e distribuição de espécies na comunidade de plantas daninhas, variedade ou híbrido, espaçamento e densidade de plantio da cultura, época e extensão do período de convivência, podendo ser alterado pelas condições climáticas, edáficas e de tratos culturais (PITELLI, 1987).

A competição tende a ser menor conforme a dissimilaridade entre as espécies, tanto na aparência como na forma (ZIMDAHL, 2004) e pode ser considerada como uma das chaves para a determinação do desempenho dos agroecossistemas (KROPFF, 1993). Em ambientes agrícolas com baixa disponibilidade de recursos, a habilidade competitiva das espécies está relacionada com a capacidade de tolerância a baixa disponibilidade de recursos. Ao passo que em ambientes férteis, a habilidade competitiva das espécies é determinada pela capacidade de captura dos recursos (ZIMDAHL, 2004).

U. brizantha cv. Marandu (A.Rich.) R.D.Webster é uma cultivar com alta produção de matéria verde e produção de sementes viáveis (EMBRAPA, 1984), que não se adapta a solos com problema de drenagem, adaptando-se a solos com média a boa fertilidade e textura média a arenosa com tolerância a níveis elevados de alumínio, ao fogo e ao sombreamento médio (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001). *U. brizantha* cv. Piatã é uma cultivar medianamente exigente quanto à fertilidade do solo, apresentando plantas vigorosas, de porte mediano e ereto, com altura entre 0,85 m e 1,10 m (EMBRAPA, 2009). A cultivar australiana Basilisk de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster não tolera solos encharcados, adaptando-se a solos ácidos, com alta saturação de alumínio e de média a baixa fertilidade, embora responda à adubação. Demonstra certa tolerância ao sombreamento (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001).

U. decumbens e *U. brizantha* são espécies muito semelhantes (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001), sendo essa informação confirmada em agrupamento de espécies e cultivares de *Urochloa* por meio de RAPD, onde as cultivares Marandu e Piatã de *U. brizantha* e a cultivar Basilisk de *U. decumbens* estariam em agrupamentos próximos. Entretanto, considera-se que alterações na classificação dependem de uma completa revisão e classificação taxonômica do gênero (AMBIEL et al., 2008). *U. brizantha* tem ocorrido como planta daninha em cacauais e seringais da Bahia e Espírito Santo, enquanto *U. decumbens* é considerada como importante

espécie de planta daninha em lavouras de soja da região Centro-Oeste e em áreas de cana de açúcar no estado de São Paulo (KISSMANN, 1997).

O período em que as culturas de soja e milho seriam mais suscetíveis às perdas pela competição com as espécies em consórcio, refere-se ao período crítico de prevenção de interferência. De acordo com Pitelli (1987), o período total de prevenção de interferências (PTPI) corresponde ao período em que a cultura é mantida livre da presença da comunidade infestante. Após esse período, a própria cultura é capaz de impedir o crescimento das plantas daninhas principalmente pelo sombreamento. Já o período anterior à interferência (PAI), refere-se ao período onde a cultura convive com a comunidade infestante a partir da semeadura ou plantio até que a interferência se instale de forma a reduzir a produtividade. Teoricamente, o final do PAI seria a melhor época para o controle de plantas daninhas, mas na prática pode ser inviável devido ao estágio de desenvolvimento da cultura e/ou infestação. Dessa forma, o período crítico de prevenção da interferência (PCPI), envolve o controle das plantas daninhas imediatamente antes que os recursos sejam disputados, estendendo-se até um período em que as plantas daninhas que emergiam depois não concorram mais com a cultura.

Em relação à soja, Silva et al. (2009) identificou o PAI em baixa infestação (0 a 30 plantas.m⁻²) como sendo de 17 a 24 dias após emergência da soja, com perdas de 73% na produção, de 11 a 15 dias com média infestação (30 a 150 plantas.m⁻²), com perdas de 82% no rendimento e de 11 a 16 dias com alta infestação (mais de 150 plantas.m⁻²), com perdas de 92,5%. Para uma densidade de 50 a 70 plantas daninhas.m⁻², Constantin et al. (2007) observaram um PAI de 10 dias para a cultivar de soja Coodetec 202. Em outro estudo, determinou-se que o PCPI foi de 21 a 30 dias após a emergência da cultivar de soja IAC-8, caracterizada por apresentar porte alto e ciclo de médio a tardio (SPADOTTO et al., 1994). Ao avaliar as épocas de emergência de *U. brizantha* cv. MG5 em relação à cultura da soja, verificou-se que o número de vagens por planta de soja consorciada foi semelhante ao do cultivo solteiro de soja quando *U. brizantha* emergiu 21 dias após a emergência da soja. Além disso, foi observado que o número de sementes por vagem foi reduzido apenas quando esta espécie emergiu a 14 e 21 dias antes da emergência da soja.

Para a cultura de milho, Ramos e Pitelli (1994) determinaram que o período total de prevenção de interferências (PTPI) é de 42 dias após a emergência do milho e de menos de 14 dias para o período anterior à interferência (PAI), onde as espécies predominantes na área foram

Indigofera hirsuta L. e *Cenchrus echinatus* L. No caso de *Urochloa brizantha*, o período crítico de prevenção de interferência foi de 9 a 26 dias após a emergência, considerando-se perdas de 5% em relação à produtividade da testemunha capinada (JAKELAITIS et al., 2010).

Desde 1960, as séries substitutivas estão entre os delineamentos mais populares em experimentos de competição, embora diversas críticas tenham sido feitas, principalmente ao seu uso, análise ou interpretação incorretos (HAMILTON, 2001). Verificam-se entre os problemas observados no delineamento substitutivo, que os resultados são dependentes da densidade quando se apresentam baixas, mas se tornam independentes à medida que as densidades aumentam (KROPFF; LOTZ, 1993; HAMILTON, 2001), ou seja, até atingirem a produção final constante. Além disso, esse delineamento falha na estimativa da intensidade da competição como um todo ou mesmo em relação à competição intra e interespecífica (HAMILTON, 2001). Apesar das críticas, as séries substitutivas podem ser muito valiosas na comparação de resultados de competição entre duas espécies de plantas sob diferentes condições (FIRBANK; WATKINSON, 1990), levando a uma predição do efeito entre espécies como sendo neutro, negativo ou positivo (RADOSEVICH; HOLT; GHERSA, 1997). Nas séries substitutivas, as espécies crescem em proporções variadas e em monocultivos, sempre mantendo a mesma densidade total de plantas (FIRBANK; WATKINSON, 1990), apresentando como premissa que as produções nas misturas podem ser comparadas às produções nos monocultivos (RADOSEVICH; HOLT; GHERSA, 1997). Dessa forma, os resultados são expressos utilizando índices como matéria seca relativa, ou soma da produção em mistura de duas espécies expressas como proporção das produções em monocultivos (FIRBANK; WATKINSON, 1990). Existem quatro formas possíveis de interação entre duas espécies em experimentos de séries substitutivas: a) habilidade equivalente de uma espécie em interferir sobre a outra; b) interação de competição, quando se observa uma curva côncava e outra convexa; c) as produções em qualquer proporção de plantas são menores do que a obtida em monocultivo para uma mesma densidade total; d) ambas as espécies produzem mais do que o esperado a partir das produções em monocultivo (RADOSEVICH; HOLT; GHERSA, 1997).

Os experimentos aditivos também estão entre aqueles mais empregados no estudo de competição entre espécies. Nesse método a adição ou remoção de plantas permite uma estimativa da intensidade de competição causada por aquelas plantas superando a principal limitação conceitual dos delineamentos substitutivos, embora a competição intraespecífica seja ignorada

nas séries aditivas (HAMILTON, 2001). No delineamento aditivo convencional pareado a comunidade de plantas daninhas é avaliada como um todo para quantificar as perdas no rendimento da cultura em função do período em que a cultura e as plantas daninhas permanecem em competição. Para reduzir a variabilidade devido à distribuição das plantas daninhas na área, uma parcela sem plantas daninhas é colocada ao lado daquela que se tem a competição (PASSINI, 2001).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivos avaliar a interação entre as culturas de soja e milho e as cultivares de *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk e a interferência de plantas daninhas nesses sistemas.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R.C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F.J.; CRUZ, J.C.; GONTIJO NETO, M.M. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Circular Técnica, 80).
- ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2005. 14 p. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Documentos, 47).
- AMBIEL, A.C.; GUABERTO, L.M.; VANDERLEI, T.M.; MACHADO NETO, N.B. Agrupamento de acessos e cultivares de três espécies de *Brachiaria* por RAPD. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 457-464, 2008.
- BIANCO, S., TONHÃO, M.A.R.; PITELLI, R.A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.
- CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; CAVALIERI, S.D.; ARANTES, J.G.Z.; ALONSO, D.G.; ROSO, A.C. Estimativa do período que antecede a interferência de plantas daninhas na cultura da soja, var. Coodetec 202, por meio de testemunhas duplas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 231-237, 2007.
- ECOLOGICAL AGRICULTURE PROJECTS. **Intercropping**. Disponível em: <http://eap.mcgill.ca/CSI_1.htm>. Acesso em: 10 out 2008.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande, EMBRAPA-CNPQ, 1984. 31 p. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 21).
- EMBRAPA GADO DE CORTE. **BRS Piatã: Brachiaria brizantha**: calidad: tecnología: resistencia: productividad. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2009. 4 p. 1 folder.
- FERREIRA, A. de M. **Emergência, crescimento e senescência de uma cultivar de braquiária em condições de Cerrados**. 2001. 46 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.
- FIRBANK, L.G.; WATKINSON, A.R. On the effects of competition: from monocultures to mixtures. In: GRACE, J.B.; TILMAN, D. **Perspectives on plant competition**. San Diego: Academic Press, 1990. chap. 9, p. 165-213.
- HAMILTON, N.R.C. Measurement of competition and competition effects in pastures. In: TOW, P.G.; LAZENBY, A. **Competition and succession in pastures**. Wallingford: CAB International, 2001. chap. 2, p. 15-42.
- JAKELAITIS, A., SILVA, A.A. da; SILVA, A.F. da; SILVA, L.L. da; FERREIRA, L.R.; VIVIAN, R. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de

milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, p. 53-60, 2006.

JAKELAITIS, A.; GIL, J. de O.; SIMÕES, L.P.; SOUZA, K.V. de; LUDTKE, J. Efeitos da interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 8-14, 2010.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 1997. v.1. 825 p.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. de; COSTA, J.L. da S.; SILVA, J.G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa**: Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas plantio direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Circular Técnica. EMBRAPA Arroz e Feijão, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, H.A. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

KROPFF, M.J. General Introduction. In: KROPFF, M.J.; VAN LAAR, H.H. **Modeling crop-weed interactions**. Wallingford: CAB International/ International Rice Research Institute, 1993. chap.1, p. 1-7.

KROPFF, M.J.; LOTZ, L.A.P. Empirical models for crop-weed competition. In: KROPFF, M.J.; VAN LAAR, H.H. **Modeling crop-weed interactions**. Wallingford: CAB International/ International Rice Research Institute, 1993. chap.1, p. 1-7.

MONTEZANO, E.M.; PEIL, R.M.N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129 -132, 2006.

NASCIMENTO, M. do S.C.B. do; RENVOIZE, S.A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na Região Meio Norte**. Teresina: EMBRAPA Meio Norte; Kew Royal Botanic Gardens, 2001. 196 p.

PASSINI, T. **Competitividade e predição de perdas de rendimento da cultura de feijão quando em convivência com *Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitchc.** 2001. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

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

PRINS, U.; WIT, J. de. Intercropping cereals and grain legumes: a farmers perspective. In: JOINT ORGANIC CONGRESS, 2006, Odense. **Abstracts...** Odense: Dansk Landbrugsrådgivning, 2006.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed Ecology**. New York: John Wiley, 1997. 589 p.

RAMOS, L.R.de; PITELLI, R.A. Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n.10, p. 1523-1531, 1994.

SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A.; GALON, L.; FREITAS, M.A. M.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.

SPADOTTO, C.A.; MARCONDES, D.A.S.; LUIZ, A.J.B.; SILVA, C.A.R. da. Determinação do período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas na cultura de soja: uso do modelo "Broken-stick". **Planta Daninha**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 59-62, 1994.

SULLIVAN, P. **Intercropping principles and production practices**. Fayetteville: ATTRA, 2003. 12 p.

ZIMDAHL, R. **Weed-crop competition**: a review. Iowa: Blackwell Publishing, 2004. 220 p.

2 EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE CULTIVARES DO GÊNERO *Urochloa* P.Beauv. EM DIFERENTES PROFUNDIDADES DE SEMEADURA

Resumo

O semeio de *Urochloa* spp. a diferentes profundidades de semeadura pode ser importante estratégia para seu cultivo em sistemas consorciados, de forma a proporcionar vantagem competitiva à cultura de grãos devido ao atraso na emergência das cultivares de *Urochloa* spp. Para confirmar essa hipótese realizou-se um experimento em casa de vegetação com o objetivo de avaliar a emergência e o crescimento de três cultivares de *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Marandu e cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk) com semeaduras nas profundidades de 0, 3, 6, 9 e 12 cm. Avaliou-se as plântulas emergidas diariamente, a altura e matéria seca de plantas. Os resultados foram ajustados a modelo sigmoidal em função da profundidade de semeadura e ao modelo logístico para curvas de emergência de plântulas diária. Maior porcentagem e velocidade de emergência de plântulas, para todas cultivares, ocorreu em semeaduras nas profundidades de 0 a 6 cm. Semeaduras em profundidades superiores a 7,9 cm para *U. brizantha* cv. Marandu e *U. brizantha* cv. Piatã e 7,4 cm para *U. decumbens* provocou reduções superiores a 50% de emergência de plântulas. Quando as cultivares de *U. brizantha* foram semeadas a 0 cm, houve atraso na emergência sem redução na porcentagem máxima de emergência de plântulas, altura e matéria seca das plantas em comparação com aquelas semeadas em outras profundidades. *U. decumbens* cv. Basilisk apresenta também atraso em sua emergência a 0 cm e perdas em sua matéria seca.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*; *Brachiaria decumbens*; Capim-braquiária; Braquiarião; Capim-piatã

Abstract

The sowing of *Urochloa* spp. at different depths may be an important strategy for its cultivation in intercropping systems, in order to provide competitive advantage against the grain culture due to the delay in the emergence of varieties of *Urochloa* spp. To confirm this hypothesis an experiment was conducted in a greenhouse in order to evaluate the emergence and growth of three cultivars of *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Marandu and cv. Piatã and *U. decumbens* cv. Basilisk) with sowing depths of 0, 3, 6, 9 and 12 cm. The daily emerged seedlings, the height and the dry matter of plants were evaluated. The results were adjusted to sigmoidal model in relation to the sowing depth and to the logistic model to the daily curve of accumulated emergence. Higher percentage and speed of emergence for all cultivars occurred at 0 to 6 cm. Sowing at depths greater than 7.9 cm for *U. brizantha* cv. Marandu and *U. brizantha* cv. Piatã and 7.4 cm for *U. decumbens* caused reductions 50% higher than seedlings emergence. When cultivars of *U. brizantha* were sown at 0 cm, there was delay in emergence without reduction in the maximum percentage of seedling emergence, height and plant dry weight compared with those sown at other depths. *U. decumbens* cv. Basilisk also shows delay in its emergence at 0 cm and dry matter loss.

Keywords: *Brachiaria brizantha*; *Brachiaria decumbens*; Signal grass; Palisade grass; Piatã grass

2.1 Introdução

A integração dos sistemas de produção de grãos e pecuária vem se tornando uma alternativa para a solução de alguns problemas das lavouras e pastagens contínuas (em contraposição à rotação entre culturas anuais e pastagens perenes), reduzindo os riscos de degradação e melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (VILELA et al., 2003). A integração desses sistemas pode ser estabelecida de diversas formas, sendo o consórcio entre a cultura de grãos e a espécie forrageira uma dessas possibilidades (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003). Dessa forma, as espécies do gênero *Urochloa* (sinonímia *Brachiaria*) principalmente *U. brizantha* cv. Marandu [sinonímia *B. brizantha* (A.Rich.)] vêm sendo estudadas no consórcio com milho (SEVERINO; CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2006) e soja (SILVA et al., 2006).

O capim-braquiária [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (sinonímia *B. decumbens* Stapf)] e o braquiarão [*Urochloa brizantha* (Hochsr. ex A. Rich) Stapf)] (SOUZA; LORENZI, 2005) são espécies muito semelhantes, sendo a principal diferença fenotípica o menor crescimento e cobertura mais densa da primeira em relação à segunda (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001).

Nos consórcios de culturas anuais de grãos com gramíneas forrageiras, pode-se estabelecer uma vantagem competitiva para as culturas anuais ao efetuar a semeadura das gramíneas forrageiras mais profundamente que o recomendado, visto que possuem mesocótilo (PORTES; CARVALHO; KLUTHCOUSKI, 2003), de forma a retardar a sua emergência (ALVARENGA et al., 2006). Esse atraso ocorreria devido ao maior gasto de energia e tempo para a emergência das plântulas. Além disso, há a possibilidade de que o atraso na emergência de plântulas de *Urochloa* spp. possa permitir o controle de plantas daninhas no período anterior à interferência com graminicidas seletivos para a cultura de soja ou milho, assim como com glyphosate na cultura de soja transgênica (SILVA et al., 2009).

Na literatura, observou-se a possibilidade de retardar a emergência de *U. brizantha* cv. Marandu em até 13 dias dispondo as sementes a uma profundidade de 10 cm no sistema Barreirão (COBUCCI; PORTELA, 2003). No entanto, há a necessidade de se verificar melhor a influência da profundidade de semeadura na emergência de plântulas, assim como, levar em

consideração outras cultivares de *Urochloa* spp. que poderiam ser empregadas no estabelecimento em consórcio com as culturas anuais.

No caso de *U. brizantha*, não há emergência de plântulas em profundidades de semeadura maiores do que 15 cm (FERREIRA, 2001), mas não foram encontrados estudos em relação a *U. decumbens*. Esse conhecimento deve ser considerado no estabelecimento de pastagens solteiras e no manejo dessas espécies quando ocorrem como plantas daninhas. Nesse caso, o revolvimento do solo com incorporação das sementes a profundidades em que não ocorre a emergência de plântulas pode ser uma alternativa de controle dessas espécies. *U. brizantha* tem ocorrido como planta daninha em cultivos de cacau e de seringueiras na Bahia e Espírito Santo, enquanto *U. decumbens* é considerada como importante espécie de planta daninha em lavouras de soja da região Centro-Oeste e em áreas de cana de açúcar no Estado de São Paulo (KISSMANN, 1997).

O enfoque de um aspecto específico, importante na compreensão das interações entre espécies consorciadas no sistema de integração lavoura-pecuária, como o estudo de emergência das cultivares de *Urochloa* spp. em condições experimentais mais controladas pode levar a resultados preliminares que justificariam a validação em campo. Curvas de germinação ou emergência acumulada expressam o comportamento germinativo ou de emergência das espécies ao longo do tempo, podendo indicar diferenças que não seriam observadas apenas com o resultado final da porcentagem de germinação ou emergência (SANTANA; RANAL, 2004). Com isso, há a possibilidade de verificar em qual profundidade de semeadura há maior atraso para obtenção da máxima porcentagem de emergência.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivos avaliar a emergência e o crescimento inicial de plântulas de cultivares do gênero *Urochloa* spp. em diferentes profundidades de semeadura, visando o estabelecimento de consórcios e de cultivos solteiros.

2.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo - USP, no município de Piracicaba, São Paulo.

As temperaturas no interior da casa de vegetação (Figura 2.1) foram próximas daquelas recomendadas para quebra de dormência em testes de germinação conduzidos em laboratório

para *U. brizantha* e de *U. decumbens* (15 °C/35 °C ou 20 °C/35 °C) (BRASIL, 2009), assim como a umidade relativa do ar também foi considerada adequada para o experimento. O experimento foi conduzido dentro do período recomendado para a semeadura das cultivares de *Urochloa* spp.

Figura 2.1 - Temperatura (T°C) e umidade relativa (%UR) máxima e mínima durante a condução do experimento em casa de vegetação. Piracicaba – SP, 2008

O teste de germinação conduzido em laboratório, de acordo com as Regras para Análise de Sementes, apresentou (média $\pm$ limite de confiança a 95%) 57% $\pm$ 3 de germinação para as sementes de *U. brizantha* cv. Marandu, 76% $\pm$ 4 para as sementes de *U. brizantha* cv. Piatã e 34% $\pm$ 8 para as sementes de *U. decumbens* cv. Basilisk.

O experimento foi realizado em vasos de 2,8 L com 16,5 cm de diâmetro a 3 cm da borda do vaso, contendo solo de textura franco-arenosa (Tabela 2.1), onde foram semeadas 50 sementes obtidas aleatoriamente das amostras de sementes de cada cultivar nas profundidades de semeadura de cada tratamento. O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado com quatro repetições em arranjo fatorial 3 x 5, sendo três cultivares de *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Marandu e cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk) e cinco profundidades de semeadura: 0, 3, 6, 9 e 12 cm.

Tabela 2.1 - Propriedades químicas e físicas do solo utilizado no experimento. Piracicaba – SP, 2008

Análise química																		
pH CaCl ₂	M.O	P resina	K		Ca	Mg	H+Al	Al	Soma de bases	CTC	Saturação de bases	Saturação Al	S (SO ₄)	Cu DTPA	Fe DTPA	Zn DTPA	Mn DTPA	B (água quente)
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³ -----								V%	m%	mg dm ⁻³	----- mg dm ⁻³ -----				
4,9	23	25	3,7	14	8	25	0	26	51	51	0	7	1,1	23	1,4	43,6	0,34	
Análise física																		
Argila (<0,002 mm)			Silte (0,053-0,002 mm)			Areia total			Areia grossa (2,00-0,210 mm)			Areia fina (0,210-0,053 mm)			Classe textural			
%																		
15,7			10,3			74,0			35,0			39,0			Franco arenosa			

Fonte: Análises realizadas no Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda. (Pirasolo)

Após a semeadura, efetuou-se a contagem diária das plântulas emergidas por 28 dias. A porcentagem de emergência de plântulas foi determinada pela relação entre o número de plântulas emergidas e o número de sementes em cada subamostra, multiplicada por 100. Os vasos foram irrigados diariamente.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado de acordo com a eq. (1) (MAGUIRRE, 1962) para avaliação do vigor de sementes:

$$IVE = E_1/D_1 + E_2/D_2 + \dots E_n/D_n \quad (1)$$

$E_1, E_2, \dots, E_n$: nº de plântulas emergidas, observadas no intervalo da 1ª, 2ª, ..., última contagem;
 $D_1, D_2, \dots, D_n$: nº de dias da semeadura à 1ª, 2ª, ..., última contagem.

A altura e o número de folhas verdadeiras em cinco plantas escolhidas aleatoriamente em cada repetição foram avaliadas aos 14 e 28 dias após a semeadura. Calculou-se a altura média de cinco plantas em cada repetição para a análise estatística.

A avaliação do número de folhas (estádio fenológico) foi efetuada pela moda de todos os resultados de cada tratamento e o estágio fenológico foi descrito conforme a escala BBCH

estendida¹ (HESS et al., 1997). Coletaram-se todas as plantas para secagem em estufa de circulação de ar a 65 °C até peso constante para determinação da matéria seca em cada repetição ao final do experimento.

Para a análise estatística calculou-se o peso da matéria seca por planta, dividindo o peso da matéria seca total em cada repetição pelo número total de plântulas emergidas no mesmo vaso no final do ensaio. Os dados de porcentagem de emergência de plântulas, IVE e matéria seca planta⁻¹ após 28 dias de semeadura, assim como os dados de altura após 14 e 28 dias de semeadura foram analisados pela análise de variância no sistema SAS 9.1. Os dados de porcentagem de emergência e altura de plantas (aos 14 e 28 dias após a semeadura) foram transformados pela função $\sqrt{x+0,5}$, os de IVE em $\log(x+0,5)$ e os de matéria seca.planta⁻¹ em $\frac{1}{x+0,5}$ para atender as pressuposições da análise de variância (normalidade, homocedasticidade e independência de resíduos). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com desdobramento das interações no programa SISVAR v. 5.3. O teste de Tukey foi escolhido ao invés da análise de regressão para avaliar as profundidades em que houve diferença em relação às variáveis estudadas.

Os dados de porcentagem de emergência de plântulas após 28 dias de semeadura em função da profundidade de semeadura foram ajustados pelo mesmo modelo sigmoidal (eq. 2) empregado por Chauhan e Johnson (2008). As curvas foram ajustadas com dados de porcentagem de emergência em relação a 50 sementes e em relação ao número de plântulas emergidas na superfície, condição mais próxima daquela empregada em testes de germinação realizados em laboratório, de forma a minimizar as diferenças obtidas com a porcentagem de germinação das cultivares. O ajuste foi realizado pelo sistema SAS 9.1:

$$y = a/[1+\exp(-(x-b)/c)] \quad (2)$$

y: porcentagem de emergência de plântulas acumulada em relação a 50 sementes ou em relação ao número de plântulas emergidas; x: tempo de emergência em dias; a: assíntota da máxima porcentagem de emergência de plântulas estimada em relação a 50 sementes ou em relação ao

¹ A abreviatura BBCH deriva dos nomes das instituições que a desenvolveram: BBA, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Centro Federal Alemão de Pesquisa Biológica Agricultura e Floresta); BSA, Bundesortenamt (Autoridade Federal Alemã de Variedade); Chemical Industry, Industrieverband Agrar, IVA (Associação alemã de fabricantes de produtos agroquímicos).

número de plântulas emergidas; b: profundidade em que ocorrem 50% da emergência de plântulas em relação a 50 sementes ou em relação ao número de plântulas emergidas; c: coeficiente para ajuste do modelo; e exp: base do logaritmo natural.

A identificação do melhor modelo para ajuste das curvas de emergência diária acumulada de plântulas foi efetuada com o programa CurveExpert 1.3, seguindo como critérios de seleção de modelo o coeficiente de determinação, o coeficiente de variação e a facilidade de interpretação dos dados biológicos pelas equações. Foi escolhido o modelo logístico (eq. 3):

$$y = a/[1+b.exp(-cx)] \quad (3)$$

y: porcentagem de emergência acumulada de plântulas; x: tempo de emergência em dias; a: assíntota da máxima porcentagem de emergência estimada de plântulas; b e c: coeficientes para ajuste do modelo; exp: a base do logaritmo natural.

A partir dos modelos ajustados para cada cultivar de *Urochloa* e profundidade de semeadura foi calculado o dia em que ocorreu a máxima porcentagem de emergência acumulada. Para a comparação entre curvas de mesmo modelo matemático foi utilizado o teste da razão de verossimilhança (SOUZA, 1998). Para isso, fez-se o ajuste com todos os dados das duas curvas a serem comparadas ao mesmo modelo em que foram ajustadas, calculando-se, em seguida, as equações de 4 a 12 no programa Excel (MICROSOFT CORPORATION).

$$SQ_{c1} = (E_{obs1}-E_{calc1})^2 + (E_{obs2}-E_{calc2})^2 + \dots + (E_{obsn}-E_{calcn})^2 \quad (4)$$

$$SQ_{c2} = (E_{obs1}-E_{calc1})^2 + (E_{obs2}-E_{calc2})^2 + \dots + (E_{obsn}-E_{calcn})^2 \quad (5)$$

SQ_{c1}, SQ_{c2} : soma de quadrados da curva 1 e 2; $E_{obs1}, E_{obs2}, \dots, E_{obsn}$: porcentagem de emergência de plântulas observada no dia 1, 2, ..., última avaliação de todas as repetições dentro das respectivas avaliações; $E_{calc1}, E_{calc2}, \dots, E_{calcn}$: porcentagem de emergência de plântulas calculada no dia 1, 2, ... última avaliação de todas as repetições dentro das respectivas avaliações.

$$SQ_{cc} = (E_{obs1}-E_{calcc1})^2 + (E_{obs2}-E_{calcc2})^2 + \dots + (E_{obsn}-E_{calccn})^2 \quad (6)$$

SQ_{cc} : soma de quadrados das duas curvas combinadas; $E_{obs1}, E_{obs2}, \dots, E_{obsn}$: porcentagem de emergência de plântulas observada no dia 1, 2, ..., última avaliação de todas as repetições das duas curvas combinadas; $E_{calc1}, E_{calc2}, \dots, E_{calcn}$: porcentagem de emergência de plântulas calculada no dia 1, 2, ... última avaliação de todas as repetições das duas curvas combinadas.

$$GL_{cc} = ND_c - NP_c \quad (7)$$

GL_{cc} : graus de liberdade das duas curvas combinadas; ND_c : número de dados das duas curvas combinadas; NP_c : número de parâmetros das duas curvas combinadas.

$$GL_{c1} = ND_1 - NP_1 \quad (8)$$

$$GL_{c2} = ND_2 - NP_2 \quad (9)$$

GL_{c1}, GL_{c2} : graus de liberdade da curva 1 e 2; ND_1, ND_2 : número de dados da curva 1 e 2; NP_1, NP_2 : número de parâmetros da curva 1 e 2.

$$GL_{num} = GL_{cc} - (GL_{c1} + GL_{c2}) \quad (10)$$

$$GL_{den} = GL_{c1} + GL_{c2} \quad (11)$$

GL_{num} : graus de liberdade do numerador; GL_{den} : graus de liberdade do denominador.

$$F_{calculado} = \frac{[SQ_{cc} - (SQ_{c1} + SQ_{c2})]/GL_{num}}{(SQ_{c1} + SQ_{c2})/GL_{den}} \quad (12)$$

2.3 Resultados e discussão

As cultivares de *U. brizantha* não diferiram entre si quanto à porcentagem de emergência de plântulas nas diferentes profundidades de semeadura, apresentando maior emergência que *U. decumbens* nas profundidades de 0, 3, 6 e 9 cm (Tabela 2.2). Esses resultados, além de poderem

estar relacionados à diferença entre cultivares estiveram associados ao maior vigor de sementes das cultivares de *U. brizantha* do que de *U. decumbens* cv. Basilisk, devido aos maiores valores de IVE das cultivares de *U. brizantha* em relação à *U. decumbens* cv. Basilisk. A comparação entre cultivares mostra-se interessante aos procedimentos agronômicos, embora apresente limitações referentes à diferença na qualidade dos lotes de sementes. De acordo com Andrade² (comunicação pessoal), os testes empregados na comercialização de sementes de forrageiras são os de viabilidade (teste de tetrazólio), germinação e pureza, sendo que os testes de vigor normalmente não são aplicados apesar de serem importantes para prever o potencial de estabelecimento das plantas.

Tabela 2.2 – Porcentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE) de *Urochloa* spp. semeadas em diferentes profundidades de semeadura. Piracicaba – SP, 2008

Profundidade de semeadura (cm)	% Emergência de plântulas aos 28 DAS ¹			IVE		
	<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk
0	67 aA	67 aA	49 aB	3,7 aA	3,7 abA	2,2 aB
3	67 aA	68 aA	36 aB	4,1 aA	4,3 aA	2,1 aB
6	57 aA	52 aA	35 aB	2,9 aA	2,9 bA	1,7 aB
9	17 bA	25 bA	6 bB	0,6 bB	1,0 cA	0,2 bC
12	2 cA	0 cA	0 cA	0,1 cA	0,0 dA	0,0 cA
	F _{Urochloa spp.} = 39,2** F _{Profundidade} = 273,9** F _{Urochloa spp. x profundidade} = 3,1**			F _{Urochloa spp.} = 61,0** F _{Profundidade} = 470,6** F _{Urochloa spp. x profundidade} = 4,6**		
	CV (%) = 11,5			CV (%) = 23,1		

¹DAS: dias após a semeadura. Médias seguidas por mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas dentro de cada profundidade de semeadura não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de porcentagem de emergência de plântulas foram transformados pela função $\sqrt{x+0,5}$ e os de IVE por $\log(x+1)$ para realização das análises estatísticas

Outra razão para os resultados inferiores obtidos com *U. decumbens* cv. Basilisk em relação às cultivares de *U. brizantha* seria a diferença de tamanho das sementes, de forma que o peso de 100 sementes da cultivar de *U. decumbens* cv. Basilisk (0,50 g) foi menor que o das sementes de *U. brizantha* cv. Piatã (0,69 g) e de *U. brizantha* cv. Marandu (0,76 g). Nesse caso, quanto menor a reserva nas sementes menor seria a profundidade em que a espécie poderia ser semeada.

² ANDRADE, R.P. EMBRAPA Transferência de Tecnologia.

Para as cultivares de *U. brizantha* e de *U. decumbens* a maior porcentagem de emergência ocorreu entre 0 e 6 cm de profundidade de semeadura (Tabela 2.2). Tais valores não atingiram mais de 70% de emergência de plântulas, mas foram maiores do que aqueles observados no teste de germinação. Isso provavelmente devido à dormência das sementes que as espécies do gênero *Urochloa*, em geral, apresentam. Há evidências de que sementes de *Urochloa* spp. apresentam embrião imaturo, impermeabilidade a gases e inibidores da germinação (CÍCERO, 1986). No caso de *U. brizantha* e *U. decumbens*, essa impermeabilidade se deve provavelmente às restrições impostas pelo tegumento ao oxigênio (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988). Além disso, a dormência observada em sementes das cultivares de *Urochloa* spp. dependeria, também, do período e das condições em que as sementes foram armazenadas, pois o armazenamento das sementes pode quebrar a dormência dessas espécies. Em sementes sem nenhum tratamento de superação de dormência, o valor cultural e a germinação de *U. brizantha* aumentam depois de armazenadas por nove meses quando comparados às sementes armazenadas por quatro meses (MARTINS; LAGO; GROTH, 1998). Temperaturas de 40 e de 50 °C no armazenamento são mais favoráveis à quebra de dormência do que a de 65 °C (USBERTI, 2007). No entanto, a dormência de *U. brizantha* é prolongada quando as sementes são armazenadas à 4 °C (VIEIRA; SILVA; BARROS, 1998). Contudo, não há informações com relação à época de colheita e às condições em que as sementes utilizadas no presente experimento foram armazenadas previamente. As sementes, depois de recebidas, foram armazenadas em condições ambientes.

Houve emergência de plântulas de *U. brizantha* cv. Marandu semeadas até a profundidade de 12 cm, enquanto as de *U. brizantha* cv. Piatã e de *U. decumbens* cv. Basilisk não emergiram quando semeadas a profundidades maiores que 9 cm (Tabela 2.2). Em outro estudo, *U. brizantha* apresentou emergência de plântulas até a profundidade de semeadura de 15 cm (FERREIRA, 2001). Tal diferença de resultados deve estar provavelmente relacionada ao maior vigor e qualidade das sementes utilizadas nesse último estudo. Em relação a *U. decumbens*, cita-se que a emergência pode ocorrer em considerável profundidade, embora a mesma não seja mencionada (KISSMANN, 1997). Outra espécie de mesmo gênero, *U. subquadriflora*, não apresenta emergência abaixo de 7 cm de profundidade de semeadura (TEUTON et al., 2004). Assim, com o revolvimento do solo em que as sementes são posicionadas em maior profundidade, o controle dessas espécies será facilitado quando ocorrerem como planta daninha, pois *U. brizantha* e *U. decumbens* apresentam reprodução principalmente por sementes (KISSMANN, 1997). Já no caso

do estabelecimento dessas espécies em cultivos solteiros de pastagem, uma maior profundidade de semeadura poderia ser prejudicial, devido ao maior tempo em competição com as plantas daninhas até o fechamento da pastagem.

As profundidades de semeadura de 0 a 6 cm foram as que proporcionaram maior velocidade de emergência de plântulas para *U. brizantha* cv. Marandu e *U. decumbens* cv. Basilisk, sendo que para *U. brizantha* cv. Piatã houve maior velocidade de emergência na profundidade de 0 a 3 cm (Tabela 2.2).

A partir de 9 cm de profundidade, houve redução significativa na velocidade de emergência e também na porcentagem de emergência de plântulas (Tabela 2.2). Esses resultados também podem ser observados com o ajuste à eq. (1) ao considerar a profundidade em que ocorrem 50% da emergência de plântulas (Tabela 2.3). Dessa forma, profundidades de semeadura superiores a 9 cm não seriam adequadas para a semeadura dessas espécies, podendo comprometer o estabelecimento dessas cultivares.

Tabela 2.3 – Parâmetros de ajuste ao modelo sigmoidal $y = a/[1+\exp(-(x-b)/c)]$ de curvas de porcentagem de emergência de plântulas de *Urochloa* spp. em função da profundidade de semeadura após 28 dias da semeadura. Piracicaba – SP, 2008

Cultivar de <i>Urochloa</i> sp.	a	b	c
Porcentagem em relação a 50 sementes			
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	67,13	7,9	1,07
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	67,89	7,9	1,46
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	42,56	7,4	0,96
Porcentagem em relação às plântulas emergidas na superfície			
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	100,83	7,8	1,07
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	102,01	7,9	1,47
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	87,78	7,4	0,96

a: assíntota da máxima porcentagem de emergência de plântulas estimada; b: profundidade em que ocorrem 50% da emergência de plântulas; c: coeficiente para ajuste do modelo

Dessa forma, em cultivos consorciados onde se pretende retardar a emergência de plântulas para favorecer a cultura principal, seria necessário o uso de quantidades maiores de sementes por área e/ou de sementes com maior vigor, de forma a não comprometer a formação da pastagem se a profundidade de semeadura escolhida for maior que 9 cm.

As cultivares de *U. brizantha* não diferiram entre si quanto às curvas de porcentagem de emergência em função da profundidade de semeadura, tanto em relação a 50 sementes quanto em

relação ao número de plântulas emergidas na superfície pelo teste da razão de verossimilhança (Figura 2.2). No entanto, ambas diferiram da curva de *U. decumbens* cv. Basilisk.

Figura 2.2 – Porcentagem de emergência de plântulas de *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã, *U. decumbens* cv. Basilisk em função da profundidade de semeadura com ajuste ao modelo sigmoidal $y = a/[1+\exp(-(x-b)/c)]$ após 28 dias da semeadura: 1) porcentagem em relação a 50 sementes e 2) porcentagem em relação à ao número de plântulas emergidas na superfície. Curvas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de razão de verossimilhança ($p>0,05$). Piracicaba – SP, 2008

Essa semelhança entre os dois primeiros materiais seria esperada por serem da mesma espécie, embora os três materiais estejam em agrupamentos próximos pela análise de RAPD (“random amplified polymorphic DNA”) (AMBIEL et al., 2008). Assim, a diferença observada entre as cultivares seria decorrente de sementes de *U. decumbens* cv. Basilisk com menor vigor.

As curvas de emergência diária acumulada de plântulas das cultivares de *Urochloa* spp. foram ajustadas à eq. (2) para todas as profundidades de semeadura, demonstrando o mesmo comportamento de emergência, caracterizado como assincronia na emergência de plântulas

(Tabela 2.4). Assim, a minoria das plântulas emergiu precocemente, a maioria das plântulas emergiu em tempo intermediário e uma pequena quantidade emergiu mais tardiamente (SANTANA; RANAL, 2004). Essa assincronia pode estar relacionada à desagregação do solo no experimento, condição semelhante ao preparo convencional do solo, sendo que resultados diferentes seriam esperados em sistema de semeadura direta.

Tabela 2.4 – Parâmetros de ajuste ao modelo logístico $y = a/[1+b.exp(-cx)]$ de curvas de porcentagem de emergência diária acumulada de plântulas de *Urochloa* spp. em diferentes profundidades de semeadura. Piracicaba – SP, 2008

Profundidade	a	b	c
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu			
0 cm	63,96	694,38	0,77
3 cm	65,69	23626,42	1,31
6 cm	54,55	3785,50	0,91
9 cm	16,75	22617,47	0,74
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã			
0 cm	64,96	909,30	0,80
3 cm	66,17	747635,87	1,90
6 cm	49,93	6141,59	1,04
9 cm	24,00	38652,39	0,88
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk			
0 cm	46,01	93,77	0,41
3 cm	33,92	13356,91	1,22
6 cm	33,66	1380,19	0,75
9 cm	5,67	3756,99	0,53

a: assíntota da máxima porcentagem de emergência estimada de plântulas; b e c: coeficientes para ajuste do modelo

As curvas de emergência diária acumulada de plântulas diferiram entre as profundidades de semeadura para as três cultivares de *Urochloa* spp. avaliadas (Figura 2.3). Esse resultado estaria relacionado à diferença entre a porcentagem de emergência máxima de plântulas nas diferentes profundidades ao longo do tempo.

Figura 2.3 - Curva de porcentagem de emergência diária acumulada de plântulas de *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk em diferentes profundidades de semeadura ajustadas ao modelo logístico $y = a/[1+b.exp(-cx)]$. Curvas de mesma letra não diferem entre si pelo teste da razão de verossimilhança ($p>0,05$). Piracicaba – SP, 2008

O dia em que houve a máxima porcentagem de emergência de plântulas variou de acordo com a profundidade de semeadura. Para *U. brizantha* cv. Marandu ocorreu aos 20 dias após a semeadura na profundidade de 0 cm, 14 dias na profundidade de 3 cm e 17 dias na profundidade de 6 cm (Figura 2.3).

No caso de *U. brizantha* cv. Piatã, isso ocorreu aos 20 dias após a semeadura na profundidade de 0 cm, 12 dias na profundidade de 3 cm e 15 dias na profundidade de 6 cm (Figura 2.3). O mesmo fato ocorreu para *U. decumbens* cv. Basilisk aos 28 dias após a semeadura na profundidade de 0 cm, 13 dias na profundidade de 3 cm e 22 dias na profundidade de 6 cm.

De modo geral, a distribuição na emergência de plântulas no tempo estaria associada à dormência das sementes que essas espécies normalmente apresentam (KISSMANN, 1997). Assim, os dados de curvas de porcentagem de emergência diária acumulada de plântulas poderiam indicar que a semeadura na profundidade de 0 cm retardaria mais o estabelecimento de pastagens do que as profundidades de 3 e 6 cm para as cultivares de *Urochloa* spp. avaliadas. Esses resultados corroboram em parte as recomendações que em geral são dadas para a semeadura dessas cultivares de *Urochloa* spp. pelas empresas que comercializam sementes e nos materiais de divulgação dessas cultivares no estabelecimento de cultivos solteiros de pastagens (EMBRAPA, 1984; EMBRAPA, 2009), que seria ao redor de 3 cm.

Aos 14 dias após a semeadura (DAS) das cultivares de *Urochloa*, as plântulas nas diferentes profundidades de semeadura apresentavam uma folha verdadeira ou o estágio 11 de acordo com a escala BBCH estendida. Nessa fase, não houve diferença quanto à altura de plântulas entre as profundidades de semeadura de 0 a 6 cm para as cultivares de *U. brizantha* (Tabela 2.5). Essas também foram as profundidades em que houve maior crescimento das plântulas, provavelmente devido à maior velocidade de emergência nessas profundidades de semeadura (Tabela 2.2). Embora também não tenha ocorrido diferença significativa na velocidade de emergência entre as profundidades de 0 a 6 cm para *U. decumbens* cv. Basilisk, verificou-se maior altura de plântulas na profundidade de 3 cm (Tabela 2.5). Nesse caso, acredita-se que a determinação do dia em que ocorreu a porcentagem de emergência máxima (Tabela 2.4) seria um melhor indicativo para o maior desenvolvimento das plântulas de *U. decumbens* cv. Basilisk aos 14 DAS.

Segundo a escala BBCH estendida, aos 28 dias após a semeadura das cultivares de *Urochloa*, todas as plantas apresentavam o estágio 13, ou seja, de três a quatro folhas verdadeiras.

As diferenças observadas aos 14 DAS foram reduzidas ao final do experimento, de forma que não houve diferença entre a altura de plantas nas profundidades de 0 a 9 cm para as duas cultivares de *U. brizantha* e entre 0 e 6 cm para *U. decumbens* cv. Basilisk (Tabela 2.5). Houve diferença entre *U. decumbens* e as cultivares de *U. brizantha* na profundidade de 9 cm em relação à altura de plantas, sendo que a primeira apresentou menor altura em relação às cultivares de *U. brizantha* devido à menor velocidade de emergência (Tabela 2.2).

Tabela 2.5 - Altura de plântulas/plantas de cultivares de *Urochloa* spp. semeadas em diferentes profundidades de semeadura. Piracicaba – SP, 2008

Profundidade de semeadura (cm)	<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk
14 dias após a semeadura (cm)			
0	8,6 aA	8,5 aA	6,5 bcB
3	9,5 aA	10,5 aA	8,9 aA
6	8,1 aB	10,3 aA	7,2 bB
9	2,2 bB	3,7 bA	2,5 cC
12	0,0 cA	0,0 cA	0,0 cA
F _{Urochloa spp.} = 30,2** F _{Profundidade} = 434,4**		F _{Urochloa spp. x profundidade} = 5,7** CV (%) = 8,0	
28 dias após a semeadura (cm)			
0	18,5 aA	23,2 aA	20,9 aA
3	19,2 aA	23,3 aA	29,6 aA
6	22,1 aA	27,1 aA	22,6 aA
9	18,6 aA	18,0 aA	9,8 bB
12	10,5 bA	0,0 bB	0,0 cB
F _{Urochloa spp.} = 5,5** F _{Profundidade} = 176,9**		F _{Urochloa spp. x profundidade} = 10,6** CV (%) = 11,4	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas dentro de cada profundidade de semeadura não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de altura de plântulas foram transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$ para realização das análises estatísticas

Após 28 dias da semeadura, não se observou diferenças no acúmulo de matéria seca entre as plantas das cultivares de *U. brizantha* semeadas nas profundidades de 0 a 9 cm (Tabela 2.6). Todavia, a cultivar *U. decumbens* cv. Basilisk quando semeada na profundidade de 3 cm apresentou maior produção de matéria seca por planta. A obtenção de maior matéria seca por planta de *U. decumbens* cv. Basilisk do que das cultivares de *U. brizantha* na profundidade de 3 cm (Tabela 2.6) seria decorrente da menor emergência de plântulas dessa primeira (Tabela 2.2), que ocasionou menor competição entre plantas e, conseqüentemente, seu maior crescimento. Acredita-se que nas demais profundidades de semeadura o crescimento seria mais lento, o que levaria a um maior período em que as cultivares de *Urochloa* spp. estariam em competição com as plantas daninhas.

Resultados diferentes dos obtidos com este experimento podem ocorrer com a semeadura dessas cultivares em diferentes épocas. Embora o experimento tenha sido semeado dentro da época de recomendada para as cultivares de *Urochloa* spp. estudadas, sendo que maiores porcentagens de emergência seriam esperadas entre os meses de novembro e dezembro (ZIMMER et al., 1994).

Tabela 2.6 – Matéria seca por planta de cultivares de *Urochloa* spp. semeadas em diferentes profundidades de semeadura. Piracicaba – SP, 2008

Profundidade de semeadura (cm)	Matéria seca por planta (g) aos 28 dias após a semeadura		
	<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk
0	0,03 abA	0,04 aA	0,03 bcA
3	0,04 aB	0,04 aB	0,07 aA
6	0,04 aA	0,05 aA	0,05 abA
9	0,04 aA	0,03 aA	0,02 cdB
12	0,01 bA	0,00 bA	0,00 dA
$F_{Urochloa \text{ spp.}} = 0,1^{ns}$		$F_{Urochloa \text{ spp.} \times \text{profundidade}} = 9,0^{**}$	
$F_{\text{Profundidade}} = 79,0^{**}$		CV (%) = 1,4	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas dentro de cada profundidade de semeadura não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de matéria seca por planta foram transformados pela função $\frac{1}{x} + 0,5$ para realização das análises estatísticas

Ademais, observou-se que a emergência de plântulas das cultivares de *U. brizantha* na superfície ocorre próximo ao período de controle das plantas daninhas (SILVA et al., 2009; RAMOS; PITELLI, 1994). Com isso, acredita-se haveria o risco da necessidade de controle de plantas daninhas com graminicidas seletivos para a cultura de soja ou milho ou mesmo a aplicação de glyphosate em cultura de soja transgênica quando estivesse ocorrendo a emergência de plântulas de *U. brizantha* cv. Marandu.

2.4 Conclusões

Em sistemas consorciados em que se pretende atrasar a emergência de plântulas de *U. brizantha* cv. Marandu e *U. brizantha* cv. Piatã para minimizar a competição à cultura principal, pode-se utilizar a semeadura a 0 cm, sem prejuízo de sua altura ou produção de matéria seca.

Em cultivos solteiros de *U. brizantha* cv. Marandu e *U. brizantha* cv. Piatã, a semeadura a 3 cm de profundidade é a mais adequada, devido à emergência mais adiantada que possibilita maior capacidade competitiva com as plantas daninhas. O semeio da cultivar *U. decumbens* na

profundidade de 3 cm, tanto em cultivo solteiro quanto em cultivo consorciado, permite a otimização na produção de matéria seca e na altura das plantas, sem o benefício do atraso em sua emergência.

Referências

- ALVARENGA, R.C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F.J.; CRUZ, J.C.; GONTIJO NETO, M.M. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Circular Técnica. EMBRAPA Milho e Sorgo, 80).
- AMBIEL, A.C.; GUABERTO, L.M.; VANDERLEI, T.M.; MACHADO NETO, N.B. Agrupamento de acessos e cultivares de três espécies de *Brachiaria* por RAPD. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 457-464, 2008.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SECRETARIA DA DEFESA AGROPECUÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Dormência de sementes. In: __ (Ed.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 129-174.
- CHAUHAN, B.S.; JOHNSON, D.E. Seed germination and seedling emergence of giant sensitive plant (*Mimosa invisa*). **Weed Science**, Champaign, v. 56, p. 244–248, 2008.
- CÍCERO, S.M. Dormência de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS-FILHO, J.; SILVA, W. R. (Ed.) **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986, p. 41-73.
- COBUCCI, T.; PORTELA, C.M. de O. Manejo de herbicidas no sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, H.A. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 443-458.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Campo Grande, EMBRAPA-CNPQ, 1984. 31 p. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 21).
- EMBRAPA GADO DE CORTE. **BRS Piatã: *Brachiaria brizantha*: calidad: tecnología: resistencia: productividad**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2009. 4 p. 1 folder.
- FERREIRA, A. de M. **Emergência, crescimento e senescência de uma cultivar de braquiária em condições de Cerrados**. 2001. 46 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHRS, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, Oxford, v. 37, p. 433-441, 1997.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 1997. v.1. 825 p.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, H.A. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

MAGUIRRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARTINS, L.; LAGO, A.A.; GROTH, D. Valor cultural de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 60-64, 1998.

NASCIMENTO, M. do S.C.B. do; RENVOIZE, S.A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na Região Meio Norte**. Teresina: EMBRAPA Meio Norte; Kew Royal Botanic Gardens, 2001. 196 p.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S.I.C. de; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciada com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, H. A. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 303-329.

RAMOS, L.R. de; PITELLI, R.A. Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n.10, p. 1523-1531, 1994.

SANTANA, G.G. de; RANAL, M.A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248 p.

SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. III – Implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 45-52, 2006.

SILVA, A.C. da; FREITAS, F.C.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, R.S. Dessecação pré-colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses reduzidas de graminicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 37-42, 2006.

SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A.; GALON, L.; FREITAS, M.A. M.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.

SOUZA V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Plantarum, Nova Odessa, 2005. 704 p.

SOUZA, G. da S.E. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-SEA, 1998. 505 p.

TEUTON, T.C.; BRECKE, B.J.; UNRUH, J.B.; MAC DONALD, G.E.; MILLER, G.L.; DUCAR, J.T. Factors affecting seed germination of tropical signalgrass (*Urochloa subquadrifida*). **Weed Science**, Champaign, v. 52, p.376–381, 2004.

USBERTI, R. Performance of tropical forage grass (*Brachiaria brizantha*) dormant seeds under controlled storage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 35, n. 2, p. 402-413, 2007.

VIEIRA, H.D., SILVA, R.F., BARROS, R.S. Efeito de diferentes temperaturas sobre a dormência fisiológica de sementes de braquiário (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 322-326, 1998.

VILELA, L., MACEDO, M.C.M., MARTHA JÚNIOR, G.B., KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J., STONE, L.F., AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 143-170.

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; BARCELLOS, A. de O.; KICHEL, A.N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1994. p. 153-208.

3 INTERAÇÃO ENTRE A CULTURA DE SOJA E CULTIVARES DO GÊNERO *Urochloa* P. Beauv.

Resumo

Conhecimento científico das relações de interação entre espécies de plantas cultivadas no sistema de produção denominado integração lavoura-pecuária é fundamental para a viabilidade agrônômica do sistema. Com o objetivo avaliar a interação entre a cultura de soja e cultivares do gênero *Urochloa* spp., foram utilizadas diferentes proporções de plantas de soja e de *Urochloa* sp. em convivência numa densidade total constante de 24 plantas por unidade experimental, equivalente a 693 plantas.m⁻². O experimento foi conduzido em blocos com quatro repetições no esquema fatorial 3x5, com três cultivares de *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Marandu e cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk) e cinco proporções de plantas (%soja:%*Urochloa* sp.): 0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0 (séries substitutivas), sendo que o parâmetro principal da análise foi o peso da matéria seca relativa. Há uma interação de competição no consórcio de soja com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk (exceto na proporção de 25:75) em que ocorre uma compensação, ou seja, os ganhos na matéria seca relativa da soja compensaram as perdas observadas na matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp. Portanto, a soja é mais competitiva que *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk, apresentando competitividade semelhante a *U. brizantha* cv. Marandu em igualdade de proporções.

Palavras-chave: Agressividade; *Brachiaria brizantha*; *Brachiaria decumbens*; Competitividade relativa; Séries substitutivas

Abstract

Scientific knowledge of interactive relationships between species of plants cultivated in the production system known as integrated crop-livestock system is fundamental for the agronomic viability of the system. Seeking to assess the interaction between soy crop and *Urochloa* spp. cultivars cultivation, different proportions of soy plants were used in conjunction with *Urochloa* sp. at a constant total density of 24 plants per experimental unit, equivalent to 693 plants per m². The experiment was conducted in blocks of four replications in the factorial scheme 3x5, with three cultivars of *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Marandu and cv. Piatã and *U. decumbens* cv. Basilisk) and five proportions of plants (% soja:% *Urochloa* sp.): 0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0 (replacement series), being the main analysis parameter the weight of the associated dry matter. It was observed that there is interactive competition in the soy association with *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã and *U. decumbens* cv. Basilisk (except in the proportion of 25:75) where there is compensation or rather, the gain in dry matter relative to soy compensated the losses noted in the dry matter in relation to the *Urochloa* spp. culture. Therefore, the soy crop is more competitive than *U. brizantha* cv. Piatã and *U. decumbens* cv. Basilisk cultures presenting competitiveness similar to *U. brizantha* cv. Marandu to the same degree.

Keywords: Agressivity; *Brachiaria brizantha*; *Brachiaria decumbens*; Relative competitiveness; Replacement series

3.1 Introdução

As inter-relações entre as espécies em consórcio podem ser de inibição mútua, cooperação mútua (complementaridade temporal ou espacial) ou de compensação, já que as plantas são morfológica e fisiologicamente plásticas na sua resposta ao ambiente (KROPFF, 1993). Assim, para que ocorra uma inibição mútua ou uma interação de compensação deve ocorrer a interferência de uma espécie sobre a outra.

Interferência é um termo que abrange a competição e a alelopatia, sendo que a competição pode ser considerada como um processo físico que ocorre quando a demanda combinada de plantas em um ambiente é maior do que o suprimento de um ou mais fatores de crescimento (luz, água e nutrientes). Já a alelopatia pode ser entendida como “todo efeito direto e indireto de uma planta sobre outra, incluindo a participação de microorganismos e de substâncias químicas que são liberadas no ambiente” (SOUZA FILHO, 2002). Os termos normalmente adotados na literatura para experimentos substitutivos são o de competição e o de competitividade entre espécies. No entanto, devido à dificuldade em separar o efeito de competição do efeito de alelopatia, tem-se que os chamados estudos de competição, na verdade, são estudos de interferência (ZIMDAHL, 2004).

A competição tende a ser menor conforme a dissimilaridade entre as espécies, tanto na aparência quanto na forma (ZIMDAHL, 2004). A soja e as cultivares do gênero *Urochloa* apresentam formas distintas, diferindo taxonomicamente em gênero, família, ordem e classe (SOUZA; LORENZI, 2005). Além disso, são espécies com sistemas fotossintéticos diferentes, sendo as cultivares de *Urochloa* plantas do tipo C₄ (plantas que concentram carbono fixando o CO₂ inicialmente em ácidos com quatro carbonos nas células do mesófilo para depois realizarem o Ciclo de Calvin preferencialmente nas células da bainha do feixe vascular) e a soja do tipo C₃ (plantas que não concentram carbono previamente ao Ciclo de Calvin). As plantas C₄ são fotossinteticamente eficientes sob condições de alta irradiação, altas temperaturas e disponibilidade limitada de umidade, devido à fixação de CO₂ em ácidos de quatro carbonos no Ciclo de Hatch-Slack e depois pelo ciclo normal de Calvin e também por não apresentarem praticamente fotorrespiração na presença de luz, ao contrário das plantas C₃. Entretanto, sob

condições mais moderadas essa vantagem em relação às plantas C_3 é diminuída devido aos gastos energéticos extras na recuperação do fosfoenolpiruvato (PEP), ou seja, o substrato necessário para fixação de carbono adicional ao Ciclo de Calvin (SALISBURY; ROSS, 1991; RADOSEVICH; HOLT; GHERSA, 1997; PORTES; CARVALHO; KLUTHCOUSKI, 2003).

As cultivares do gênero *Urochloa*, principalmente *U. brizantha* cv. Marandu, vêm sendo estudadas no consórcio com soja no sistema de integração lavoura-pecuária (SILVA et al., 2006), além de freqüentemente ocorrerem como infestantes em áreas de lavoura (KISSMANN, 2000). Nos cultivos consorciados de soja com gramíneas forrageiras é, geralmente, realizada uma semeadura com alguns dias de atraso da forrageira em relação à cultura principal ou a sobresemeadura das gramíneas forrageiras na fase de R5 a R7 da soja, ou seja, entre o início de enchimento do grão e o início da maturação dos grãos quando ocorre desfolha nas plantas de soja (PACHECO et al., 2009; FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Essas práticas são realizadas para evitar a competição das gramíneas forrageiras no período crítico de prevenção de interferência (PCPI) da soja. Além disso, o atraso na emergência de plântulas de *Urochloa* spp. pode possibilitar o controle de plantas daninhas no período anterior à interferência com graminicidas seletivos para a cultura de soja ou milho, assim como com glyphosate na cultura de soja transgênica (SILVA et al., 2009).

Entre os fatores que proporcionam diferença na habilidade competitiva entre as cultivares de soja estão a taxa de emergência, o vigor da plântula, a velocidade de fechamento da cultura e compostos alelopáticos. Alguns estudos enfatizam o efeito do ambiente na interferência em soja como água, luz e temperatura, mas raros são os trabalhos com competição por nutrientes (ZIMDAHL, 2004), provavelmente, porque a diferença nutricional tende a proporcionar alteração no tamanho das plantas, mas sem influir na interferência entre as espécies (HARPER, 1961).

O capim-braquiária [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (sinonímia *Brachiaria decumbens* Stapf)] e o braquiarão [*Urochloa brizantha* (Hochsr. ex A. Rich) Stapf (sinonímia *B. brizantha* (A.Rich.) Stapf)] (SOUZA; LORENZI, 2005) são espécies muito semelhantes, sendo a principal diferença fenotípica o menor crescimento e cobertura mais densa da primeira em relação à segunda (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001). A diferença na competitividade entre cultivares do gênero *Urochloa* deve estar provavelmente relacionada à arquitetura e ao vigor no desenvolvimento de cada cultivar (SEVERINO et al., 2006). Entretanto, as espécies de gramíneas forrageiras assim como as espécies de plantas daninhas, podem aparentar maior habilidade

competitiva que as culturas, embora essa habilidade seja geralmente decorrente da densidade de plantas (BIANCHI; FLECK; LAMEGO, 2006).

Nas séries substitutivas as espécies consistem em manter constante a densidade total de plantas e variar a proporção de plantas de cada espécie. Nesse estudo são incluídos os monocultivos de cada espécie. Os resultados são expressos utilizando índices como matéria seca relativa, ou soma da produção em mistura de duas espécies expressas como proporção das produções em monocultivos. A variação nos resultados conforme a densidade de plantas selecionadas está entre as críticas ao delineamento experimental. Por isso a necessidade de serem empregadas densidades que proporcionem uma produção final constante. As séries substitutivas podem ser muito valiosas na comparação de resultados de competição entre duas espécies de plantas sob diferentes condições (FIRBANK; WATKINSON, 1990).

O experimento substitutivo pode ser empregado quando há o objetivo de se determinar o melhor competidor entre duas espécies, assim como para compreender melhor as interações competitivas entre as espécies (PASSINI, 2001) e estudar a vantagem competitiva em sistemas consorciados (KROPFF, 1993), embora não venham sendo utilizadas para determinar o efeito de proporção entre espécies (ZIMDAHL, 2004). O enfoque na interação entre espécies consorciadas no sistema de integração lavoura-pecuária em condições experimentais mais controladas pode levar a resultados preliminares que poderiam posteriormente ser validados em campo.

Este trabalho foi realizado com o intuito de avaliar a interação entre a cultura de soja e as cultivares de *Urochloa* spp. para comprovar a viabilidade desse consórcio com semeadura simultânea das espécies consorciadas em termos competitivos, considerando-se as dificuldades na adequação desse consórcio. Assim, este estudo teve como objetivos avaliar o tipo de interação e a espécie mais competitiva na relação entre a cultura da soja e as cultivares do gênero *Urochloa* spp.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo - USP, no município de Piracicaba, São Paulo. As médias semanais de temperatura máxima

e mínima no interior da casa de vegetação, mensuradas com um termohigrômetro (Figura 3.1), foram próximas daquelas consideradas adequadas para a germinação e desenvolvimento vegetativo da cultura de soja e das cultivares de *Urochloa* spp. (MENDONÇA; RASSINI, 2006; TECNOLOGIAS..., 2008; BRASIL, 2009).

Figura 3.1 – Médias semanais de temperatura (T°C) e umidade relativa (%UR) máxima e mínima durante as semanas de condução do experimento em casa de vegetação. Piracicaba - SP, 2008/2009

O delineamento experimental foi aleatorizado em blocos com quatro repetições em arranjo fatorial 3x5, sendo três cultivares de *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Marandu e cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk) e cinco proporções de plantas (%soja:%*Urochloa* sp.): 0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0 (série substitutiva). As proporções foram expressas como porcentagem da densidade total de 693 plantas.m⁻², correspondente a 24 plantas por vaso de 10 L com 26,5 cm de diâmetro de superfície de semeadura (Figura 3.2).

Figura 3.2 - Distribuição de plantas nos vasos conforme a proporção de plantas de soja e/ou *Urochloa* sp. para a densidade total constante equivalente a 693 plantas.m⁻². Piracicaba - SP, 2008/2009

Empregou-se como substrato um solo de textura franco arenosa (Tabela 3.1). O solo foi adubado na proporção equivalente a 333 kg.ha⁻¹ da fórmula NPK 03-17-00 e 67 kg.ha⁻¹ de KCl na profundidade de 5 cm. A adubação foi realizada de acordo com as recomendações de adubação para a cultura de soja (RAIJ et al., 1997), considerando que nos consórcios dentro da integração lavoura-pecuária a mesma visa atender plenamente a cultura de grãos, de forma que o residual dessa adubação seria absorvido na manutenção da pastagem formada (MARTHA JÚNIOR; VILELA; SOUSA, 2007).

Tabela 3.1 - Propriedades químicas e físicas do solo utilizado no experimento. Piracicaba – SP, 2008

Análise química																		
pH	CaCl ₂	M.O	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma de bases	CTC	Saturação bases	Saturação Al	S (SO ₄)	Cu DTPA	Fe DTPA	Zn DTPA	Mn DTPA	B (água quente)
g dm ⁻³		mg dm ⁻³	-----		mmol _c dm ⁻³		-----		V%		m%	mg dm ⁻³	-----		mg/dm ³		-----	
4,9	23	25	3,7	14	8	25	0	26	51	51	0	7	1,1	23	1,4	43,6	0,34	
Análise física																		
Argila (<0,002 mm)			Silte (0,053-0,002 mm)			Areia total			Areia grossa (2,00-0,210 mm)			Areia fina (0,210-0,053 mm)			Classe textural			
%																		
15,7			10,3			74,0			35,0			39,0			Franco arenosa			

Fonte: Análises realizadas no Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda. (Pirasolo)

Os vasos foram completados com o solo até 3 cm abaixo da borda. Em seguida foram irrigados de forma a saturar o solo até mais de 3 cm de profundidade. Após, o solo foi perfurado

com o auxílio de um furador de madeira com 24 pontas de 3 cm de profundidade e espaçamento eqüidistante de 3,8 cm desenvolvido para a semeadura do experimento (Figura 3.2).

As sementes de soja e das cultivares de *Urochloa* spp. foram distribuídas segundo a proporção de cada tratamento, com distribuição semelhante à empregada por Roush e Radosevich (1985), conforme esquema apresentado na Figura 3.2. Foram empregadas sementes de soja da cultivar transgênica M-SOY 8199 RR, sendo uma cultivar do grupo de maturação 8.1 (ciclo médio a semitardio) com hábito de crescimento determinado e altura aproximada de 0,90 m, resistente ao acamamento e ciclo de 115 a 120 dias (MONSANTO, 2009), recomendada para a região de Piracicaba.

As sementes de soja foram tratadas com o inseticida fipronil e o fungicida carboxin + thiram, ambos na dose de 200 mL do p.c. em 100 kg de sementes. Posteriormente, as sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* das estirpes SEMIA 5019 e SEMIA 5079 (5×10^9 células viáveis g⁻¹) na dose de 100 g de inoculante por 50 kg de sementes. Para melhorar a aderência do inoculante, ele foi umedecido com 300 mL de água açucarada a 10% em 50 kg de sementes.

Para cada ponto com *Urochloa* sp. foi semeado maior número de sementes para que as plântulas excedentes fossem desbastadas posteriormente. Foram realizados dois desbastes próximos ao período de emergência das plântulas das cultivares de *Urochloa* spp.: o primeiro, para manter três plântulas em cada ponto, e, o segundo para que apenas a plântula mais vigorosa permanecesse, de forma a garantir a densidade de plantas até o final do experimento. Para cada ponto com soja foi adicionada apenas uma semente. No mesmo dia de semeadura nos vasos, efetuou-se também a semeadura da soja e das cultivares de *Urochloa* spp. em bandejas de plástico com substrato comercial para a formação de mudas para transplante nos espaços em que houve falhas na emergência.

Os vasos foram dispostos em duas fileiras por bancada, dispostas em suas bordas, sendo cada fileira correspondente a um bloco. O espaçamento entre vasos foi equivalente a duas vezes o diâmetro de um vaso a fim de proporcionar entrada de luz por todos os lados de cada vaso e assim, uniformizar o tamanho de plantas entre repetições de mesmo tratamento. Os vasos foram irrigados diariamente.

A contagem da densidade final das plantas de soja e das cultivares de *Urochloa* spp. e a sua coleta foram feitas aos 35 dias após a semeadura. Nessa fase, as plantas de soja não

apresentavam crescimento ereto, condição considerada típica quando a soja encontra-se em competição (WHIGHAM, 1983). As plantas foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar a 65 °C até peso constante para determinação da matéria seca em cada vaso. Nos vasos em que a densidade de plantas foi menor do que aquele proposto pelo tratamento, foi calculada a matéria seca média para cada planta presente no vaso, acrescentando o valor obtido ao total da matéria seca do mesmo vaso, conforme Harper (1961).

Fez-se a análise de variância para os resultados de matéria seca por planta de soja e das cultivares de *Urochloa* spp. no sistema SAS 9.1. Os dados de matéria seca por planta de soja e das cultivares de *Urochloa* spp. foram transformados pela função log (x) para atender as pressuposições da análise de variância (normalidade, homocedasticidade e independência de resíduos). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com desdobramento das interações no programa SISVAR v. 5.3.

A partir dos resultados médios de matéria seca relativa foram elaborados gráficos para uma análise qualitativa, contendo a matéria seca relativa para cada proporção (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 1996; DE WIT; BERGH, 1965). A matéria seca relativa para cada espécie foi calculada pela divisão da matéria seca de cada proporção com a matéria seca do monocultivo correspondente de mesmo número de repetição.

Os resultados de matéria seca relativa da soja foram ajustados a um modelo exponencial (eq. 1) e os dados de matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp. (eq. 2) a um modelo logístico pelo programa CurveExpert 1.3. A seleção do melhor modelo para ajuste das curvas foi realizada considerando-se o coeficiente de determinação, o coeficiente de variação e a facilidade de interpretação dos dados biológicos pelas equações.

$$y=a[1-\exp(-bx)] \quad (1)$$

y: matéria seca relativa da soja; a: assíntota da máxima matéria seca relativa da soja; b: coeficiente para ajuste de modelo; x: proporção de plantas de soja.

$$y=a/[1+b.\exp(-cx)] \quad (2)$$

y: matéria seca relativa de *Urochloa* sp.; a: assíntota da máxima matéria seca relativa de *Urochloa* sp.; b e c: coeficientes de ajuste de modelo; x: proporção de plantas de *Urochloa* spp.

Nos gráficos elaborados também foi adicionada a curva de matéria seca relativa total, que corresponde ao somatório das curvas ajustadas para os dados de matéria seca relativa de soja e cada cultivar de *Urochloa*. Por definição, a matéria seca relativa total seria equivalente ao índice de equivalência de área (IEA) empregado nos estudos com consórcio para avaliação de sua eficiência no aproveitamento da área, embora nas séries substitutivas a matéria seca relativa de cada espécie seja comparada à matéria seca relativa hipotética equivalente à sua proporção de plantas no monocultivo. Nos estudos de consórcio, a densidade de plantas de uma espécie em consórcio seria equivalente no cultivo solteiro. Os consórcios com valores de IEA acima de 1,0 são considerados consórcios com aproveitamento eficiente da área (MONTEZANO; PEIL, 2006).

A cada duas curvas ajustadas de matéria seca relativa de soja em mistura, com duas diferentes cultivares de *Urochloa* e entre curvas ajustadas de matéria seca relativa de duas cultivares de *Urochloa* em mistura com a soja, foi efetuada a comparação utilizando o teste da razão de verossimilhança, calculado no programa Excel (MICROSOFT CORPORATION). O teste da razão de verossimilhança consiste em comparar a diferença entre a soma de quadrados residuais de duas curvas de mesmo modelo de ajuste, utilizando o teste F para definir o nível de significância da diferença observada (SOUZA, 1998; SILVA; AZEVEDO, 2002).

A análise quantitativa da interação entre a soja e as cultivares de *Urochloa* spp. foi feita por meio de índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e agressividade (A) com as proporções de 50:50 das espécies, de acordo com as equações (COUSENS; O'NEILL, 1993):

$$CR = BSR_{soja} / BSR_{Urochloa \text{ sp.}} \quad (3)$$

$$K_{soja} = BSR_{soja} / (1 - BSR_{soja}) \quad (4)$$

$$K_{Urochloa \text{ sp.}} = BSR_{Urochloa \text{ sp.}} / (1 - BSR_{Urochloa \text{ sp.}}) \quad (5)$$

$$A = BSR_{soja} - BSR_{Urochloa \text{ sp.}} \quad (6)$$

BSR_{soja} : matéria seca relativa da soja; $BSR_{Urochloa \text{ sp.}}$: matéria seca relativa de *Urochloa* sp.

CR representa o crescimento comparativo da soja em relação a cultivar de *Urochloa*, K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra e A aponta qual das espécies é mais agressiva. Assim, os índices CR, K e A indicam com mais segurança qual espécie é a mais competitiva (COUSENS, 1991). As médias de cada índice e os resultados médios de matéria seca relativa total foram comparadas pelo teste “t” no sistema SAS 9.1. Para o índice CR e a matéria seca relativa total, as médias foram comparadas a um ($H_0 = 1$), enquanto para o índice A as médias foram comparadas a zero ($H_0 = 0$).

3.3 Resultados e discussão

As plantas, de modo geral, apresentam grande plasticidade, respondendo no tamanho ou na forma às condições ambientais (ZIMDAHL, 2004). Assim, a redução no tamanho de planta considerada como resposta às elevadas densidades de plantas (HARPER, 1961), foi observada entre as plantas de soja (Tabela 3.2). Com isso, observou-se que a competição foi maior em relação às plantas de soja (intraespecífica) do que em relação às plantas das cultivares de *Urochloa* spp. (interespecífica). Além disso, não houve efeito da cultivar de *Urochloa* spp. em convivência com a soja, indicando uma mesma capacidade competitiva da soja em relação às diferentes cultivares de *Urochloa* spp.

Tabela 3.2 – Matéria seca por planta de soja em competição intra e interespecífica com cultivares de *Urochloa*, conforme a proporção de plantas de soja, aos 35 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m⁻². Piracicaba – SP, 2009

Proporção de soja (%)	Matéria seca por planta de soja (g.planta ⁻¹)
100	0,76 c
75	0,87 bc
50	1,02 ab
25	1,21 a
$F_{Urochloa\ spp.} = 0,2^{ns}$	$F_{\text{Proporção de } Urochloa\ spp. \times Urochloa\ spp.} = 0,7^{ns}$
$F_{\text{Proporção de } Urochloa\ spp.} = 17,7^{**}$	$F_{\text{Bloco}} = 1,6^{ns}$
CV (%) = 17,3	

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de matéria seca de soja por planta foram transformados pela função log (x) para realização das análises estatísticas

Ao contrário do que ocorreu com a matéria seca por planta de soja, houve maior matéria seca por planta com a maior proporção de plantas das cultivares de *Urochloa* sp. (Tabela 3.3). Nesse caso, acredita-se que houve maior competição com as plantas de soja (interespecífica) do que entre plantas de mesma cultivar de *Urochloa* spp. (intraespecífica).

Tabela 3.3 – Matéria seca por planta das cultivares de *Urochloa* spp. em competição intra e interespecífica com a soja, conforme a proporção de cultivares de *Urochloa* spp., aos 35 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m⁻². Piracicaba – SP, 2009

Proporção de <i>Urochloa</i> sp. (%)	Matéria seca por planta de <i>Urochloa</i> sp. (g.planta ⁻¹)		
	<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk
100	0,25 aA	0,19 aA	0,19 aA
75	0,13 bA	0,12 abA	0,10 bA
50	0,17 abA	0,09 bcB	0,06 cC
25	0,13 bA	0,07 cB	0,06 cB
F _{<i>Urochloa</i> spp.} = 21,1**		F _{Proporção de <i>Urochloa</i> spp. x <i>Urochloa</i> spp.} =2,9*	
F _{Proporção de <i>Urochloa</i> spp.} = 27,6**		F _{Bloco} = 0,4 ^{ns}	
CV (%) = 33.0			

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de matéria seca por planta das cultivares de *Urochloa* foram transformados pela função log (x) para realização das análises estatísticas

A diferença entre as cultivares em relação à matéria seca por planta foi observada nas proporções de 50 e 25%, sendo que *U. brizantha* cv. Marandu apresentou maior matéria seca por planta que as demais cultivares avaliadas nas duas proporções de plantas (Tabela 3.3). Isso provavelmente, porque *U. brizantha* cv. Marandu demonstra maior vigor no desenvolvimento em relação às demais cultivares (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001), tornando-a mais competitiva com a soja em igualdade de proporções ou mesmo em menor proporção (75% soja: 25% *U. brizantha* cv. Marandu).

É provável que a densidade total constante empregada no presente experimento tenha sido suficiente para satisfazer a lei da produção final constante, importante nos experimentos de séries substitutivas. Em outro ensaio obteve-se uma população total média de 400 plantas.m⁻² de soja e/ou arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) para uma produção final constante (MORAES et al., 2009). Além disso, o peso por planta de soja em monocultivo foi próximo ao peso por planta das

cultivares de *Urochloa* spp. em monocultivo, indicativo de que a produção final constante pode ter sido obtida (HARPER, 1961).

Na análise gráfica (Figura 3.3), a soja apresentou curvas côncavas enquanto as cultivares de *Urochloa* spp. apresentaram curvas convexas. Esses resultados estariam indicando uma interação de competição ao invés de uma interação mutuamente estimulatória ou mutuamente antagonista. No entanto, as curvas de matéria seca relativa total (soja + *Urochloa* sp.) também apresentaram formato convexo, onde foi observada uma tendência da matéria seca relativa total ser menor quando houve menor proporção de plantas de soja. No entanto, ao comparar os resultados médios de matéria seca relativa total com a reta hipotética de competitividade equivalente total (igual a 1,0), não foi observada diferença, à exceção da proporção de 25:75 no consórcio de soja com *U. decumbens* cv. Basilisk (Tabela 3.4). Nos demais casos, acredita-se que seria possível o consórcio com semeadura simultânea da soja com as cultivares de *Urochloa* spp., embora o atraso na semeadura das cultivares de *Urochloa* spp. possa proporcionar maior facilidade no controle de plantas daninhas.

Figura 3.3 – Curva de matéria seca relativa de soja (modelo exponencial) e das cultivares de *Urochloa* spp. (modelo logístico) em convivência conforme a proporção das espécies, aos 35 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m⁻² em série substitutiva. Piracicaba – SP, 2009

Tabela 3.4 – Diferença entre a reta hipotética de competitividade equivalente total e a matéria seca relativa total de plantas de soja, em convivência com cultivares de *Urochloa* spp., aos 35 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m⁻². Piracicaba – SP, 2009

Espécies em convivência	Proporção de plantas (%soja:% <i>Urochloa</i> sp.)		
	25:75	50:50	75:25
Soja + <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	0,8 (± 0,1) ^{ns}	1,1 (± 0,1) ^{ns}	0,9 (± 0,1) ^{ns}
Soja + <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	0,9 (± 0,1) ^{ns}	0,9 (± 0,1) ^{ns}	1,0 (± 0,1) ^{ns}
Soja + <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	0,8 (± 0,1) [*]	0,8 (± 0,0) ^{**}	1,0 (± 0,1) ^{ns}

^{ns} não significativo, ^{*} significativo pelo teste “t” (p ≤ 0,05) e ^{**} significativo pelo teste “t” (p ≤ 0,01). Valores entre parênteses representam o erro-padrão da média

A curva de matéria seca relativa da soja foi côncava porque os valores obtidos foram maiores do que aqueles da linha de competitividade equivalente (onde a competição interespecífica é equivalente à competição intraespecífica; PASSINI, 2001), indicando que a competição interespecífica foi menor que a competição intraespecífica. Assim, houve menor competição entre plantas de soja e plantas das cultivares de *Urochloa*, do que entre plantas de soja, ou seja, as plantas de soja em mistura foram maiores do que as plantas de soja em cultivo solteiro. A curva de matéria relativa das cultivares de *Urochloa* spp. foi convexa devido aos menores valores obtidos em relação à linha de competitividade equivalente, indicando que a competição interespecífica foi maior que a competição intraespecífica. Dessa forma, houve maior competição entre plantas de soja e plantas das cultivares de *Urochloa* spp. do que entre plantas das cultivares de *Urochloa*, ou seja, as plantas das cultivares de *Urochloa* spp. foram menores no consórcio do que em cultivo solteiro.

A soja mostrou-se mais competitiva em relação às cultivares de *Urochloa* spp., provavelmente por ser de ciclo anual, apresentando rápida germinação e crescimento, enquanto as cultivares de *Urochloa* são de ciclo perene e crescimento inicial mais lento (BIANCO; TONHÃO; PITELLI, 2005). Desse modo, com condições favoráveis de umidade, temperatura e profundidade de semeadura, as plântulas de soja emergem em 4 a 5 dias (WHIGHAM, 1983), ao passo que as plântulas das cultivares de *Urochloa* spp. apresentam emergência escalonada com porcentagem de emergência máxima ocorrendo a partir de 12 dias da semeadura (Figura 2.3 no Capítulo 2).

Na avaliação qualitativa de outros trabalhos de mesma natureza, observou-se que o capim marmelada (*Urochloa plantaginea* (Link) R.D.Webster, sinonímia *Brachiaria plantaginea* Hitchc.), outra espécie de mesmo gênero, foi mais competitivo que a soja, produzindo uma

matéria seca maior do que aquela perdida pela soja em uma densidade de 60 plantas.m⁻² (DIAS, 2008). No entanto, na competição entre a mesma espécie e a cultivar de soja BRS 244 RR houve perda tanto para a cultura quanto para a planta daninha, proporcionando uma matéria seca relativa total em formato convexo, abaixo daquela com competitividade equivalente para uma densidade de 200 plantas.m⁻² (AGOSTINETTO et al., 2009). Ainda, estudo conduzido com experimento substitutivo, as cultivares de soja IAS 5 e Fepagro RS 10 foram menos competitivas que o nabo (*Raphanus sativus* L.) em uma densidade de 176 plantas.m⁻² (BIANCHI; FLECK; LAMEGO, 2006). Em outro trabalho, a soja apresentou uma interação mutuamente estimulatória com a corda-de-viola (*Ipomoea ramosissima* Choisy) e o leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.), sendo que, no primeiro caso, houve maior matéria seca relativa total quando houve menor proporção de plantas de soja (25%), enquanto no segundo caso, isso ocorreu quando houve maior proporção de plantas de soja (75%) (RIZZARDI et al., 2004). O apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla), a erva-de-touro (*Tridax procumbens* L.) e o capim-colchão (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler) foram espécies menos competitivas que a soja, sendo que as perdas na matéria seca relativa de *A. tenella* e *D. ciliaris* foram iguais aos ganhos em matéria seca da soja e um pouco menores para *T. procumbens* em relação à soja (VIVIAN, 2009). Para uma densidade de 60 plantas.m⁻², observou-se também uma interação mutuamente estimulatória entre a soja e a trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) (DIAS, 2008). Dessa forma, deve-se considerar a possibilidade desses resultados obtidos estarem relacionados a uma densidade abaixo da necessária para obtenção da produção final constante. Em trabalho conduzido com 400 plantas.m⁻² a soja foi mais competitiva que o arroz-vermelho, apresentando matéria seca relativa total próxima a 100% apenas na proporção de 50:50 (MORAES et al., 2009). Ademais, ressalta-se que os resultados de experimentos em série substitutiva são muito sensíveis à densidade total das misturas (KROPFF; LOTZ, 1993), quando não se leva em consideração a produção final constante.

Em outro estudo com consórcio de soja e as cultivares de *Urochloa*, verificou-se que a taxa de crescimento da gramínea forrageira apresentou valores baixos em comparação à soja nos primeiros 50 dias após a emergência, aumentando depois desse período (PORTELA, 2003). Considerando-se que o presente estudo avaliou o resultado da competição entre a soja e as cultivares de *Urochloa* spp. aos 35 dias após a semeadura, tem-se que as cultivares de *Urochloa* spp. encontravam-se em uma fase de crescimento mais lento e teoricamente em desvantagem. Acredita-se, entretanto, que embora o período avaliado de competição entre as espécies não tenha

sido prolongado, o mesmo estaria caracterizando a capacidade competitiva em estágio inicial de crescimento das culturas. Além disso, o período de condução do experimento teria considerado o período crítico de prevenção de interferência (PCPI), que estaria entre 21 e 30 dias após a emergência da soja (SPADOTTO et al., 1994). Assim, nesse estágio inicial, haveria competição com perda na matéria seca das plantas das cultivares de *Urochloa* spp., sem ganho equivalente na matéria seca de soja na competição entre soja e *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk (Figura 3.3), resultando em uma curva convexa da matéria seca relativa total entre as espécies em convivência. Esse resultado foi menos pronunciado entre a soja e *U. brizantha* cv. Marandu.

Os modelos ajustados para as curvas de matéria relativa de soja, em mistura com as cultivares de *Urochloa* spp., não diferiram entre si, conforme o teste da razão de verossimilhança (Tabela 3.5), resultado que seria esperado ao se considerar que não foi significativa a diferença na matéria seca de soja em convivência com as cultivares de *Urochloa* spp. avaliadas.

Tabela 3.5 – Parâmetros de ajuste ao modelo exponencial de curvas de matéria relativa de soja e ao modelo logístico de curvas de matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp. na mistura entre soja e as cultivares de *Urochloa* spp., aos 35 dias após a semeadura. Piracicaba – SP, 2009

Espécies em convivência	a	b	c	Teste da razão de verossimilhança
Soja $[y = a[1-\exp(-bx)]]^1$				
Soja x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	1,19	0,02	-	a
Soja x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	1,52	0,01	-	a
Soja x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	1,26	0,02	-	a
Cultivar de <i>Urochloa</i> sp. $[y = a/[1+b.\exp(-cx)]]^2$				
Soja x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	40,80	502,85	0,03	ab
Soja x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	2,18	52,11	0,04	b
Soja x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	-6,64	-251,20	0,03	a

¹y: matéria seca relativa da soja; a: assíntota da máxima matéria seca relativa da soja; b: coeficiente para ajuste de modelo; x: proporção de plantas de soja; ²y: matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp.; a: assíntota da máxima matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp.; b e c: coeficientes de ajuste de modelo; x: proporção de plantas das cultivares de *Urochloa* spp. Curvas de matéria relativa de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste da razão de verossimilhança a 5% de probabilidade

Entretanto, as curvas de matéria relativa de *U. decumbens* cv. Basilisk e *U. brizantha* cv. Piatã apresentaram diferença entre si, demonstrando diferença de comportamento na competição com a soja. *U. brizantha* cv. Marandu teria, nesse caso, um comportamento intermediário entre as outras duas cultivares (Tabela 3.5).

A soja foi mais competitiva que *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk, pois a competitividade relativa apresentou valores maiores do que 1 (apenas *U. decumbens* cv. Basilisk), os coeficientes de agrupamento relativos da soja foram maiores do que os das cultivares de *Urochloa* spp. e a agressividade foi diferente de 0 (Tabela 3.6). No entanto, a soja apresentou competitividade semelhante a *U. brizantha* cv. Marandu, já que apenas um dos índices aponta para a maior competitividade da soja (coeficiente de agrupamento relativo). Da mesma forma, em outro experimento substitutivo, na avaliação dos mesmos índices a soja foi mais competitiva que *O. sativa* (MORAES et al., 2009). Ao contrário, em outro estudo verificou-se que o nabo foi mais competitivo que as cultivares de soja IAS 5 e Fepagro 10, já que a competitividade relativa da soja foi menor que 1, o coeficiente de agrupamento da soja foi menor do que o do nabo e a agressividade foi diferente e menor que 0 (BIANCHI; FLECK; LAMEGO, 2006). No entanto, não houve predominância de competição entre a soja e *U. plantaginea*, já que a competitividade relativa não diferiu de 0 e a diferença entre os coeficientes de agrupamento também não foi diferente de 0 (AGOSTINETTO et al., 2009).

Tabela 3.6 – Índices de competitividade entre soja e as cultivares de *Urochloa* spp.(CR), expressos por competitividade relativa, coeficientes de agrupamento relativo (K) e agressividade (A) na proporção de 50:50 da densidade total equivalente a 693 plantas.m⁻², aos 35 dias após a semeadura. Piracicaba – SP, 2009

Cultivar de <i>Urochloa</i> sp.	Competitividade relativa	Coeficientes de agrupamento relativos		Agressividade
		K _{soja}	K _{<i>Urochloa</i> sp.}	
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	2,6 (± 1,1) ^{ns}	2,6	0,5	0,3 (± 0,2) ^{ns}
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	2,7 (± 0,7) ^{ns}	1,6	0,3	0,3 (± 0,1) *
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	4,5 (± 0,4) ^{**}	1,9	0,2	0,5 (± 0,0) ^{**}

^{ns} não significativo, * significativo pelo teste “t” (p ≤ 0,05) e ** significativo pelo teste “t” (p ≤ 0,01). Valores entre parênteses representam o erro-padrão da média

Os resultados obtidos com este trabalho possibilitaram analisar o consórcio sob o aspecto de competição entre a soja e as cultivares de *Urochloa* spp. e avaliar diferentes proporções de plantas dentro do consórcio. No entanto, seria importante um trabalho com densidades de semeadura utilizadas em áreas comerciais para averiguação de resultados de produção.

3.4 Conclusões

Há uma interação de competição no consórcio de soja com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk em que ocorre uma compensação, ou seja, os ganhos na matéria seca relativa da soja compensam as perdas observadas na matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp., à exceção da proporção de 25% de soja e 75% de *U. decumbens* cv. Basilisk.

A soja é mais competitiva que *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk, apresentando competitividade semelhante a *U. brizantha* cv. Marandu em igualdade de proporções.

Referências

- AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R.P.; GALON, L.; MORAES, P.V.D.de; FONTANA, L.C. Competitividade relativa da soja em convivência com papuã (*Brachiaria plantaginea*). **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 10, n. 3, p. 185-190, 2009.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology**: individuals, populations and communities. 3rd.ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068 p.
- BIANCHI, M.A.; FLECK, N.G.; LAMEGO, F.P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 757-766, 2006.
- BIANCO, S., TONHÃO, M.A.R.; PITELLI, R.A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SECRETARIA DA DEFESA AGROPECUÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, Champaign, v. 5, p. 664-673, 1991.
- COUSENS, R.; O'NEILL, M. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos**, Copenhagen, v. 66, n. 2, p. 347-352, 1993.
- DE WIT, C.T.; BERGH, J.P. van den. Competition between herbage plants. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, n. 13, p. 212-221, 1965.

DIAS, A.C.R. **Germinação, competitividade com a cultura da soja e resposta biológica a aplicações de glyphosate para plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.)**. 2008. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2007. 9 p. (Circular Técnica. EMBRAPA Soja, 48).

FIRBANK, L.G.; WATKINSON, A.R. On the effects of competition: from monocultures to mixtures. In: GRACE, J.B.; TILMAN, D. **Perspectives on plant competition**. San Diego: Academic Press, 1990. chap. 9, p. 165-213.

HARPER, J.L. Approaches to the study of plant competition. In: Society for Experimental Biology. SYMPOSIA OF THE SOCIETY FOR EXPERIMENTAL BIOLOGY: **Mecanismos in biological competition**. Cambridge: University Press, 1961. p. 1-39.

JAKELAITIS, A.; GIL, J. de O.; SIMÕES, L.P.; SOUZA, K.V. de; LUDTKE, J. Efeitos da interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 8-14, 2010.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 2000. v. 3, 722 p.

KROPFF, M.J. General Introduction. In: KROPFF, M.J.; VAN LAAR, H.H. **Modeling crop-weed interactions**. Wallingford: CAB International/ International Rice Research Institute, 1993. chap.1, p. 1-7.

KROPFF, M.J.; LOTZ, L.A.P. Empirical models for crop-weed competition. In: KROPFF, M.J.; VAN LAAR, H.H. **Modeling crop-weed interactions**. Wallingford: CAB International/ International Rice Research Institute, 1993. chap. 2, p. 9-24.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. de (Ed.). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2007. 224 p.

MENDONÇA, F.C.; RASSINI, J.B. **Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 2006. 14 p. (Circular Técnica. EMBRAPA Pecuária Sudeste, 45).

MONSANTO. **Variedades Monsoy**: Portfólio safra 2009/2010. 2009. 36 p.

MONTEZANO, E.M.; PEIL, R.M.N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129 -132, 2006.

MORAES, P.V.D.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; RIGOLI, R.P. Competitividade relativa de soja com arroz-vermelho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 35-40, 2009.

NASCIMENTO, M. do S.C.B. do; RENVOIZE, S.A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na Região Meio Norte**. Teresina: EMBRAPA Meio Norte; Kew Royal Botanic Gardens, 2001. 196 p.

PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCÓPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 455-463, 2009.

PASSINI, T. **Competitividade e predição de perdas de rendimento da cultura de feijão quando em convivência com *Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitchc.** 2001. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PORTELA, C.M. de O. **Efeito de herbicidas e diferentes populações de forrageiras consorciadas com as culturas de soja e milho, no Sistema Santa Fé.** 2003. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S.I.C. de; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciada com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, H.A. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 303-329.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed Ecology**. New York: John Wiley, 1997. 589 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RIZZARDI, M.A.; ROMAN, E.S.; BOROWSKI, D.Z.; MARCON, R. Interferência de populações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea ramosissima* isoladas ou em misturas sobre a cultura de soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 29-34, 2004.

ROUSH, M.L.; RADOSEVICH, S.R. Relationships between growth and competitiveness of four annual weeds. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 22, p. 895-905, 1985.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. Carbon dioxide fixation and carbohydrate synthesis. In: _____. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth Publishing, 1991. chap. 11. p. 225-248.

SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. III – Implicações sobre as plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 53-60, 2006.

SILVA, A.C. da; FREITAS, F.C.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, R.S. Dessecação pré-colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses reduzidas de graminicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 37-42, 2006.

SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A.; GALON, L.; FREITAS, M.A.M.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.

SILVA, E.M. da; AZEVEDO, J.A. de. Influência do período de centrifugação na curva de retenção de água em solos de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, 2002.

SOUZA FILHO, A.P. da S. Alelopatia: das primeiras observações aos atuais conceitos. In: SOUZA FILHO, A.P. da S.; ALVES, S. de M. **Alelopatia**: princípios básicos e aspectos gerais. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2002, p. 15-23.

SOUZA, G. da S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-SEA, 1998. 505 p.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Plantarum, 2005. 640 p.

SPADOTTO, C.A.; MARCONDES, D.A.S.; LUIZ, A.J.B.; SILVA, C.A.R. da. Determinação do período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas na cultura de soja: uso do modelo "Broken-stick". **Planta Daninha**, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 59-62, 1994.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2009; 2010. Londrina: EMBRAPA Soja: EMBRAPA Cerrados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2008. 262 p. (EMBRAPA Soja. Sistemas de Produção, 13).

VIVIAN, R. **Caracterização competitiva de *Alternanthera tenella*, *Tridax procumbens* e *Digitaria ciliaris* com soja em condições de deficiência hídrica**. 2009. 129 p. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

WHIGHAM, D.K. Soybean. In: International Rice Research Institute. **Symposium on potential productivity of field crops under different environments**. Laguna: International Rice Research Institute, 1983. p. 205-225.

ZIMDAHL, R. **Weed-crop competition**: a review. Iowa: Blackwell Publishing, 2004. 220 p.

4 INTERAÇÃO ENTRE A CULTURA DE MILHO E CULTIVARES DO GÊNERO *Urochloa* P.Beauv.

Resumo

A avaliação da interação entre espécies consorciadas no sistema de integração lavoura-pecuária, onde a cultura de milho e as cultivares do gênero *Urochloa* são as espécies mais empregadas nesse sistema, é importante para sua viabilidade agrônômica. Com o objetivo de avaliar a interação entre a cultura de milho e cultivares do gênero *Urochloa* spp., empregou-se diferentes proporções de plantas de milho e de *Urochloa* sp. em uma densidade total constante de 24 plantas por unidade experimental, equivalente a 693 plantas.m⁻². O experimento foi conduzido em blocos com quatro repetições em esquema fatorial 3x5, com três cultivares de *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Marandu e cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk) e cinco proporções de plantas (%milho:%*Urochloa* sp.): 0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0 (séries substitutivas), sendo que o parâmetro principal da análise foi o peso da matéria seca relativa. Há uma interação de competição no consórcio de milho com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk, onde houve uma compensação, ou seja, os ganhos na matéria seca relativa de milho compensaram as perdas observadas na matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp., independentemente da proporção de plantas. Dessa forma, o milho é mais competitivo que as cultivares de *Urochloa* spp., em igualdade de proporções.

Palavras-chave: Agressividade; *Brachiaria brizantha*; *Brachiaria decumbens*; Competitividade relativa; Séries substitutivas

Abstract

The evaluation of the interaction between species associated in the integrated crop-livestock system, where the corn crop and cultivars of the genus *Urochloa* are the most employed species, is important for its agronomic viability. Aiming to evaluate the interaction between the corn crop and cultivars of the genus *Urochloa* spp., different proportions of corn plants and *Urochloa* sp. were used in a constant density of 24 plants per plot, equivalent to 693 plants.m⁻². The experiment was conducted in blocks with four replications in a factorial scheme 3x5, with three cultivars of *Urochloa* (*U. brizantha* cv. Marandu and cv. Piatã and *U. decumbens* cv. Basilisk) and five plant ratios (% corn: % *Urochloa* sp.): 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0 (replacement series), and the main parameter of the analysis was the weight of relative dry matter. There is an interaction of competition between corn and *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã and *U. decumbens* cv. Basilisk, in which there was compensation, i.e., gains in relative dry matter of corn offset losses in matter observed on the cultivars of *Urochloa* spp., regardless of the proportion of plants. Thus, corn is more competitive than the cultivars of *Urochloa* spp., in equal proportions.

Keywords: Aggressivity; *Brachiaria brizantha*; *Brachiaria decumbens*; Relative competitiveness; Replacement series

4.1 Introdução

As inter-relações entre as espécies em consórcio podem ser de inibição mútua, cooperação mútua (complementaridade temporal ou espacial) ou de compensação, já que as plantas são morfológica e fisiologicamente plásticas na sua resposta ao ambiente (KROPFF, 1993). Assim, para que ocorra uma inibição mútua ou uma interação de compensação deve ocorrer a interferência de uma espécie sobre a outra.

Interferência é um termo que abrange a competição e a alelopatia, sendo que a competição pode ser considerada como um processo físico que ocorre quando a demanda combinada das plantas é maior do que o suprimento de um ou mais fatores de crescimento (luz, água e nutrientes). Já a alelopatia pode ser entendida como “todo efeito direto e indireto de uma planta sobre outra, incluindo a participação de microorganismos e de substâncias químicas que são liberadas para o ambiente” (SOUZA FILHO, 2002).

A competição tende a ser menor conforme a dissimilaridade entre as espécies, tanto na aparência como na forma (ZIMDAHL, 2004). Tanto o milho quanto as cultivares do gênero *Urochloa* pertencem à mesma família e classe (SOUZA; LORENZI, 2005), ambos apresentam sistema fotossintético do tipo C_4 (plantas que concentram carbono fixando o CO_2 inicialmente em ácidos com quatro carbonos nas células do mesófilo para depois realizarem o Ciclo de Calvin preferencialmente nas células da bainha do feixe vascular). As plantas C_4 são fotossinteticamente eficientes sob condições de alta irradiação, altas temperaturas e disponibilidade limitada de umidade, devido à fixação de CO_2 em ácidos de quatro carbonos no Ciclo de Hatch-Slack e depois pelo ciclo normal de Calvin e também por não apresentarem praticamente fotorrespiração na presença de luz. Entretanto, sob condições mais moderadas, como em áreas sombreadas, há gastos energéticos extras na recuperação do fosfoenolpiruvato (PEP), ou seja, o substrato necessário para fixação de carbono adicional ao Ciclo de Calvin (SALISBURY; ROSS, 1991; RADOSEVICH; HOLT; GHERSA, 1997; PORTES; CARVALHO; KLUTHCOUSKI, 2003). Apesar de apresentarem o mesmo sistema fotossintético, alguns aspectos da arquitetura de planta, como a altura e a altura máxima da área foliar, determinam o impacto da competição por luz e na produção da cultura (RADOSEVICH, HOLT; GHERSA, 1997).

Atualmente, como consequência dos benefícios observados pela adoção do sistema de integração lavoura-pecuária (VILELA et al., 2003), vem aumentando o número de estudos

relacionados aos consórcios de milho com gramíneas forrageiras, especialmente em relação às espécies do gênero *Urochloa* (JAKELAITIS et al., 2005). Esses consórcios são geralmente efetuados com a semeadura simultânea das espécies ou em sobressemeadura de cultivares de *Urochloa* spp. no milho safrinha com o controle das plantas daninhas realizado por aplicações com atrazine no período crítico de prevenção de interferência.

O capim-braquiária [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (sinonímia *Brachiaria decumbens* Stapf)] e o braquiarão [*Urochloa brizantha* (Hochsr. ex A. Rich) Stapf (sinonímia *B. brizantha* (A.Rich.) Stapf)] (SOUZA; LORENZI, 2005) são espécies muito semelhantes, sendo a principal diferença fenotípica o menor crescimento e cobertura mais densa da primeira em relação à segunda (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001).

A diferença na capacidade competitiva entre espécies do gênero *Urochloa* deve estar provavelmente relacionada à arquitetura e ao vigor de cada espécie (SEVERINO et al., 2006). Entretanto, as espécies de gramíneas forrageiras assim como as espécies de plantas daninhas, podem aparentar maior habilidade competitiva que as culturas, embora tal habilidade seja geralmente decorrente da densidade de plantas (BIANCHI; FLECK; LAMEGO, 2006).

Algumas adaptações das cultivares de milho ao ambiente tropical como genótipos mais altos e folhosos são importantes na competição com outras espécies de plantas (FISHER; PALMER, 1983). Além disso, considerando-se que as cultivares do gênero *Urochloa* ocorrem muitas vezes nos cultivos como plantas daninhas (KISSMANN, 1997), observou-se que o milho foi mais competitivo que o caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em estudo de competição em experimento substitutivo (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO, 1996). No entanto, faltam estudos que avaliem a capacidade competitiva do milho em relação às cultivares de *Urochloa* spp. em condições controladas e com metodologia mais direcionada para o estudo de competição entre espécies. O enfoque na interação entre espécies consorciadas no sistema de integração lavoura-pecuária em condições experimentais mais controladas pode levar a resultados preliminares que poderiam posteriormente ser validados em campo.

Nas séries substitutivas as espécies consistem em manter constante a densidade total de plantas e variar a proporção de plantas de cada espécie. Nesse estudo são incluídos os monocultivos de cada espécie. Os resultados são expressos graficamente com a matéria seca relativa expressa como proporção das matérias secas em cultivos solteiros de cada espécie e a soma da matéria seca relativa de duas espécies em mistura. Entre as críticas ao delineamento

experimental está a variação nos resultados, conforme a densidade de plantas selecionada, por isso há importância de serem empregadas densidades que proporcionem uma produção final constante.

As séries substitutivas podem ser muito valiosas na comparação de resultados de competição entre duas espécies de plantas sob diferentes condições (FIRBANK; WATKINSON, 1990). O experimento substitutivo pode ser empregado quando há o objetivo de se determinar o melhor competidor entre duas espécies, assim como para compreender melhor as interações competitivas entre as espécies (PASSINI, 2001) e estudar a vantagem competitiva em sistemas consorciados (KROPFF, 1993), embora não venham sendo utilizadas para determinar o efeito de proporção entre espécies (ZIMDAHL, 2004).

Este trabalho foi realizado com o intuito de avaliar a interação entre o milho e as cultivares de *Urochloa* spp. para comprovar a viabilidade desse consórcio com semeadura simultânea das espécies consorciadas em termos competitivos. Assim, este estudo teve como objetivos avaliar o tipo de interação e a espécie mais competitiva na relação entre a cultura de milho e as cultivares do gênero *Urochloa* spp.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo - USP, no município de Piracicaba, São Paulo. As médias semanais de temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação foram mensuradas com um termohigrômetro (Figura 4.1). A temperatura provavelmente foi adequada para a germinação e desenvolvimento do milho e das cultivares de *Urochloa* spp., embora as temperaturas máximas tenham sido um pouco acima da temperatura base superior de referência das cultivares de *Urochloa* spp. (MENDONÇA; RASSINI, 2006; LANDAU; SANS; SANTANA, 2009; BRASIL, 2009).

Figura 4.1 – Médias semanais de temperatura (T°C) e umidade relativa (%UR) máxima e mínima durante as semanas de condução do experimento em casa de vegetação. Piracicaba – SP, 2009

O delineamento experimental foi aleatorizado em blocos com quatro repetições em arranjo fatorial 3x5, sendo três cultivares de *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Marandu e cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk) e cinco proporções de plantas (%milho : %*Urochloa* sp.): 0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0. As proporções foram expressas como porcentagem da densidade total de 693 plantas.m⁻², correspondente a 24 plantas por vaso de 10 L com 26,5 cm de diâmetro de superfície de semeadura (Figura 4.2).

Figura 4.2 - Distribuição de plantas nos vasos conforme a proporção de plantas de milho e/ou *Urochloa* sp. para a densidade total constante equivalente a 693 plantas.m⁻². Piracicaba – SP, 2008

Empregou-se como substrato um solo de textura franco arenosa (Tabela 4.1) com adubação equivalente a 250 kg.ha⁻¹ da fórmula NPK 08-28-16 na profundidade de 5 cm e também uma adubação de cobertura equivalente a 75 kg.ha⁻¹ de KCl e de 400 kg.ha⁻¹ sulfato de amônio. As adubações foram calculadas de acordo com as recomendações para a cultura de milho (RAIJ et al, 1997), já que em sistemas consorciados na integração lavoura-pecuária a adubação das gramíneas forrageiras é obtida geralmente do residual da adubação na cultura de grãos (MARTHA JÚNIOR; VILELA; SOUSA, 2007).

Tabela 4.1 - Propriedades químicas e físicas do solo utilizado no experimento. Piracicaba – SP, 2008

Análise química																	
pH	M.O	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma de bases	CTC	Saturação de bases	Saturação Al	S (SO ₄)	Cu DTPA	Fe DTPA	Zn DTPA	Mn DTPA	B (água quente)
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						V%	m%	mg dm ⁻³	mg/dm ³					
4,9	23	25	3,7	14	8	25	0	26	51	51	0	7	1,1	23	1,4	43,6	0,34
Análise física																	
Argila (<0,002 mm)			Silte (0,053-0,002 mm)			Areia total			Areia grossa (2,00-0,210 mm)			Areia fina (0,210-0,053 mm)			Classe textural		
%																	
15,7			10,3			74,0			35,0			39,0			Franco arenosa		

Fonte: Análises realizadas no Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda. (Pirasolo)

Os vasos foram completados com o solo até 3 cm abaixo da borda. Em seguida foram irrigados de forma a saturar o solo até mais de 3 cm de profundidade. Em seguida, o solo foi perfurado com o auxílio de um furador de madeira com 24 pontas de 3 cm de profundidade e espaçamento equidistante de 3,8 cm desenvolvido para a semeadura do experimento (Figura 4.2). As sementes de milho e de *Urochloa* sp. foram distribuídas segundo a proporção de cada tratamento semelhantemente àquela empregada por Roush e Radosevich (1985), conforme esquema apresentado na Figura 4.2.

Para cada ponto com *Urochloa* sp., semeou-se maior número de sementes para que as plântulas excedentes fossem desbastadas posteriormente. Foram realizados dois desbastes próximos ao período de emergência de plântulas das cultivares de *Urochloa* spp., o primeiro para deixar três plântulas em cada ponto e o segundo para manter apenas a plântula mais vigorosa, de forma a garantir a densidade de plantas até o final do experimento. Para cada ponto com milho

foi adicionada apenas uma semente. No mesmo dia em que foram semeados os vasos, efetuou-se também a semeadura do milho e das cultivares de *Urochloa* spp. em bandejas de plástico com substrato comercial para obtenção das mudas que foram transplantadas nos pontos em que houve falha na emergência.

Os vasos foram dispostos em fileiras alinhadas nas bordas de duas bancadas, sendo cada fileira correspondente a um bloco. O espaçamento entre vasos foi equivalente a duas vezes o diâmetro de um vaso a fim de proporcionar entrada de luz por todos os lados de cada vaso e assim, uniformizar o tamanho de plantas entre repetições de mesmo tratamento. Os vasos foram irrigados diariamente.

O híbrido de milho selecionado para o experimento foi o AG 5055, caracterizado como sendo de ciclo precoce, porte alto da planta, alta inserção da espiga, florescimento aos 68-73 dias e ponto de colheita aos 140-150 dias a 25% de umidade, sendo recomendado para a produção de grãos na região de Piracicaba (AGROCERES, 2009). Aos 60 dias após a semeadura, as plantas de milho apresentavam visualmente deficiência de nitrogênio, altura e diâmetro de colmo reduzidos podendo ser considerados como efeito da competição entre plantas. Para a avaliação do número de folhas (estádio fenológico), fez-se a moda de todos os dados de cada tratamento. O estágio fenológico do milho foi descrito de acordo com Magalhães e Durães (2009) e o das cultivares de *Urochloa* spp. foi descrito conforme a escala BBCH³ estendida (HESS et al., 1997). Nesse mesmo dia, foi realizada a contagem da densidade final e as plantas de milho e/ou *Urochloa* sp. foram coletadas e submetidas à secagem em estufa de circulação de ar a 65 °C até peso constante para determinação do peso da matéria seca em cada vaso.

Nos vasos em que a densidade de plantas foi menor do que aquele proposto pelo tratamento, calculou-se a matéria seca média para cada planta presente no vaso, acrescentando o valor obtido ao total da matéria seca do mesmo vaso, de acordo com Harper (1961).

Fez-se a análise de variância para os dados de matéria seca de milho e das cultivares de *Urochloa* spp. no sistema SAS 9.1. Os dados de matéria seca por planta de milho foram transformados pela função log (x), enquanto os de matéria seca por planta das cultivares de *Urochloa* spp. a foram transformados pela função $\sqrt{x}$ para atender as pressuposições da análise

³ A abreviatura BBCH deriva dos nomes das instituições que a desenvolveram: BBA, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Centro Federal Alemão de Pesquisa Biológica em Agricultura e Floresta); BSA, Bundesortenamt (Autoridade Federal Alemã de Variedade); Chemical Industry, Industrieverband Agrar, IVA (Associação Alemã de Fabricantes de Produtos Agroquímicos).

de variância (normalidade, homocedasticidade e independência de resíduos). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com desdobramento das interações no programa SISVAR v. 5.3.

A partir dos resultados médios de matéria seca foram elaborados gráficos para uma análise qualitativa, contendo a matéria seca relativa para cada proporção (BEGON et al., 1996; DE WIT; BERGH, 1965), calculada pela divisão da matéria seca de cada proporção com a matéria seca do monocultivo correspondente de mesmo número de repetição.

Os resultados de matéria seca relativa do milho foram ajustados a um modelo exponencial (eq. 1) e um modelo logístico aos dados de matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp. (eq. 2) pelo programa CurveExpert 1.3. A seleção do melhor modelo para ajuste das curvas foi realizada considerando-se o coeficiente de determinação, o coeficiente de variação e a facilidade de interpretação dos dados biológicos pelas equações.

$$y=a[1-\exp(-bx)] \quad (1)$$

y: matéria seca relativa do milho; a: assíntota da máxima matéria seca relativa do milho; b: coeficiente para ajuste do modelo; x: proporção de plantas de milho.

$$y=a/[1+b.\exp(-cx)] \quad (2)$$

y: matéria seca relativa de *Urochloa* sp.; a: assíntota da máxima matéria seca relativa de *Urochloa* spp.; b e c: coeficientes para ajuste do modelo; x: proporção de plantas de *Urochloa* spp.

Nos gráficos elaborados também foi adicionada a curva de matéria seca relativa total que corresponde ao somatório da matéria seca relativa de milho com cada cultivar de *Urochloa* spp. Por definição, a matéria seca relativa total seria equivalente ao índice de equivalência de área (IEA) empregado nos estudos com consórcio para avaliação de sua eficiência no aproveitamento da área, embora nas séries substitutivas a matéria seca relativa de cada espécie seja comparada à matéria seca relativa hipotética equivalente à sua proporção de plantas no monocultivo. Nos estudos de consórcio, a densidade de plantas de uma espécie em consórcio seria equivalente no

cultivo solteiro. Os consórcios com valores de IEA acima de 1,0 são considerados consórcios eficientes no aproveitamento da área (MONTEZANO; PEIL, 2006).

Para a comparação, a cada duas curvas de milho em mistura com as cultivares de *Urochloa* spp. e entre curvas de duas cultivares de *Urochloa* spp. em mistura com o milho, utilizou-se o teste da razão de verossimilhança, calculado no programa Excel (MICROSOFT CORPORATION). O teste da razão de verossimilhança consiste em comparar a diferença entre a soma de quadrados residuais de duas curvas de mesmo modelo de ajuste, utilizando o teste F para definir o nível de significância da diferença observada (SOUZA, 1998; SILVA; AZEVEDO, 2002).

Foram calculados os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e agressividade (A) com as proporções de 50:50 das espécies, de acordo com as equações (COUSENS; O'NEILL, 1993):

$$CR = BSR_{\text{milho}} / BSR_{\text{Urochloa sp.}} \quad (3)$$

$$K_{\text{milho}} = BSR_{\text{milho}} / (1 - BSR_{\text{milho}}) \quad (4)$$

$$K_{\text{Urochloa sp.}} = BSR_{\text{Urochloa sp.}} / (1 - BSR_{\text{Urochloa sp.}}) \quad (5)$$

$$A = BSR_{\text{milho}} - BSR_{\text{Urochloa sp.}} \quad (6)$$

BSR_{milho} : matéria seca relativa do milho; $BSR_{\text{Urochloa sp.}}$: matéria seca relativa de *Urochloa* sp.

CR representa o crescimento comparativo do milho em relação a cultivar de *Urochloa*, K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra e A aponta qual das espécies é mais agressiva. Assim, os índices CR, K e A indicam com mais segurança qual espécie é a mais competitiva (COUSENS, 1991). As médias de cada índice e os resultados médios da matéria seca relativa total foram comparadas pelo teste “t” no sistema SAS 9.1. Para o índice CR e a matéria seca relativa total, as médias foram comparadas a um ($H_0 = 1$), enquanto para o índice A as médias foram comparadas a zero ($H_0 = 0$).

4.3 Resultados e discussão

As plantas são morfológica e fisiologicamente extremamente plásticas na sua resposta ao ambiente (KROPFF, 1993), sendo a redução no tamanho de planta, considerada como resposta às elevadas densidades de plantas (HARPER, 1961), observada entre as plantas de milho e de *Urochloa* spp. A matéria seca por planta de milho foi menor quanto maior a proporção de plantas de milho (Tabela 4.2), indicando maior competição intraespecífica (entre plantas de milho) do que interespecífica (entre plantas de milho e plantas de *Urochloa* sp.).

Tabela 4.2 – Matéria seca por planta de milho em competição intra e interespecífica com cultivares de *Urochloa* spp., conforme a proporção de milho, aos 60 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total de 24 plantas por unidade experimental, equivalente a 693 plantas.m⁻². Piracicaba – SP, 2009

Proporção de milho (%)	Matéria seca por planta de milho (g.planta ⁻¹)			Média
	<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	
100	4,5	4,6	4,5	4,5 d
75	6,2	5,9	6,1	6,1 c
50	8,5	8,0	9,3	8,6 b
25	14,1	13,3	14,6	14,0 a
Média	8,0 B	8,6 A	8,3 AB	
F _{Urochloa spp.} = 3,5*			F _{Proporção de Urochloa spp. x Urochloa spp.} = 1,1 ^{ns}	
F _{Proporção de Urochloa spp.} = 579,1**			F _{Bloco} = 0,9 ^{ns}	
CV (%) = 3,5				

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de matéria seca por planta foram transformados por log (x)

Observou-se também diferença na matéria seca por planta de milho em relação à cultivar de *Urochloa* sp. com a qual o milho compete, sendo maior quando em convivência com *U. brizantha* cv. Piatã e menor quando em convivência com *U. brizantha* cv. Marandu (Tabela 4.2). Dessa forma, o milho foi mais competitivo com a cultivar Piatã do que com a cultivar Marandu de *U. brizantha*.

Além da diferença em relação à matéria seca por planta de milho, foram observadas diferenças no estágio fenológico do milho nas diferentes proporções de plantas aos 60 dias após a semeadura. Quando o milho foi cultivado na proporção de 25% seu estágio fenológico foi de V₁₂ (12 folhas completamente expandidas) na competição com as cultivares de *U. brizantha* e de V₁₁

(11 folhas completamente expandidas) na competição com *U. decumbens* cv. Basilisk. Nas demais proporções as plantas estavam no estágio fenológico de V₉ a V₁₁ (nove a 11 folhas completamente expandidas). As temperaturas mais elevadas na casa de vegetação, ao invés de acelerarem o processo fenológico, o retardaram em relação ao estágio fenológico observado em outro experimento conduzido no campo (fase de pendoamento), provavelmente em decorrência da competição entre plantas. Segundo Landau, Sans e Santana (2009), o florescimento pode ser acelerado de dois a três dias nos primeiros 60 dias após a semeadura, com o aumento de cada grau acima da temperatura média de 21,1 °C.

Ao contrário do milho, as cultivares de *Urochloa* spp. apresentaram maior matéria seca por planta quando a proporção de plantas foi aumentada (Tabela 4.3), podendo indicar maior competição interespecífica do que intraespecífica para as cultivares de *Urochloa* spp. em relação ao milho.

As cultivares de *Urochloa* spp. apresentaram diferença entre si nas proporções de 75 e 25% de plantas (Tabela 4.3), de forma que *U. brizantha* cv. Marandu produziu maior matéria seca que as outras cultivares nessas proporções de plantas, indicando maior competitividade interespecífica dessa cultivar tanto em maior quanto em menor proporção de plantas. Esse resultado se deve provavelmente ao maior vigor no desenvolvimento de *U. brizantha* cv. Marandu (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001).

Tabela 4.3 – Matéria seca por planta das cultivares de *Urochloa* spp. em competição intra e interespecífica com o milho, conforme a proporção das cultivares de *Urochloa*, aos 60 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m⁻². Piracicaba – SP, 2009

Proporção de <i>Urochloa</i> sp. (%)	Matéria seca de <i>Urochloa</i> sp. (g.planta ⁻¹)		
	<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk
100	3,5 aA	3,9 aA	3,8 aA
75	1,7 bA	1,3 bB	1,5 bAB
50	1,0 cA	0,8 cA	0,9 cA
25	0,9 cA	0,6 dB	0,7 cAB
F _{<i>Urochloa</i> spp.} = 6,9**		F _{Proporção de <i>Urochloa</i> spp. x <i>Urochloa</i> spp.} = 5,0**	
F _{Proporção de <i>Urochloa</i> spp.} = 755,0**		F _{Bloco} = 7,0**	
CV (%) = 5,0			

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados de matéria seca por planta transformados pela função $\sqrt{X}$ para realização das análises estatísticas

O estágio fenológico das cultivares de *Urochloa* spp. também diferiu conforme a proporção de plantas. Assim, *U. brizantha* cv. Marandu apresentou estágio entre 3-32 e 3-33 de acordo com a escala BBCH estendida nas diferentes proporções e menor estágio fenológico na proporção de 75% de plantas. *U. brizantha* cv. Piatã apresentou estágio fenológico de 2-22 na proporção de 100% e de 3-32 entre as demais proporções de plantas, enquanto *U. decumbens* cv. Basilisk apresentou estágio fenológico mais avançado (6-60) na proporção de 100% e entre 3-33 na proporção de 75%, sendo que nas demais proporções de plantas foi de 2-21.

É provável que a densidade total constante empregada no presente experimento tenha sido suficiente para satisfazer a lei da produção final constante, importante nos experimentos de séries substitutivas, já que em ensaio semelhante com milho e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) foi utilizada uma densidade de 400 plantas.m⁻² (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO, 1996). Ademais, o peso por planta de milho em monocultivo e o peso por planta das cultivares de *Urochloa* spp. em monocultivo apresentaram valores próximos, indicando que a produção final constante pode ter sido obtida (HARPER, 1961).

Interpretação semelhante dos dados foi encontrada na análise gráfica (Figura 4.3), onde o milho apresentou linhas côncavas enquanto as cultivares de *Urochloa* spp. apresentaram curvas convexas, indicando que o milho foi mais competitivo que as cultivares de *Urochloa* spp. No entanto, a curva de matéria seca relativa total calculada apresentou formato ligeiramente côncavo, indicando uma interação de compensação, embora a diferença não tenha sido significativa entre as médias dos resultados obtidos e a reta hipotética de competitividade equivalente total (Tabela 4.4). Assim, as perdas na matéria seca das cultivares de *Urochloa* spp. foram iguais aos ganhos obtidos na matéria seca de milho. Nesse caso, tem-se que a combinação das espécies poderia acarretar em um bom aproveitamento da área pelo consórcio delas, sem perdas na matéria seca total que seriam prejudiciais em sua adoção.

Tabela 4.4 – Diferença entre a reta hipotética de competitividade equivalente total e a matéria seca relativa total de plantas de milho em convivência com cultivares de *Urochloa* spp., aos 60 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m⁻². Piracicaba – SP, 2009

Espécies em convivência	Proporção de plantas (%milho:% <i>Urochloa</i> sp.)		
	25:75	50:50	75:25
Milho + <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	1,1 (± 0,1) ^{ns}	1,0 (± 0,0) ^{ns}	1,0 (± 0,0) ^{ns}
Milho + <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	1,1 (± 0,0) ^{ns}	1,1 (± 0,1) ^{ns}	1,1 (± 0,1) ^{ns}
Milho + <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	1,1 (± 0,1) ^{ns}	1,1 (± 0,1) ^{ns}	1,1 (± 0,1) ^{ns}

^{ns} não significativo pelo teste “t” (p ≤ 0,01). Valores entre parênteses representam o erro-padrão da média

Figura 4.3 – Curvas de matéria seca relativa de milho (modelo exponencial) e das cultivares de *Urochloa* spp. (modelo logístico) em convivência conforme a proporção das espécies, aos 60 dias após a semeadura. Proporções expressas como porcentagem da densidade total equivalente a 693 plantas.m⁻². Piracicaba – SP, 2009

Em outro estudo com séries substitutivas, foi observada maior matéria seca relativa total quando houve maior proporção de plantas de milho do que de plantas de *Vigna radiata* L., indicando que a proporção de 75% de plantas de milho foi a mais adequada para o estabelecimento do consórcio entre as duas espécies devido ao melhor aproveitamento da área (SARLAK; AGHAALIKHANI; ZAND, 2008).

A curva de matéria seca relativa do milho foi côncava porque os valores obtidos foram maiores do que aqueles da linha de competitividade equivalente, onde a competição intraespecífica é equivalente à competição interespecífica (PASSINI, 2001), indicando que a competição interespecífica foi menor que a competição intraespecífica. Assim, houve maior competição entre plantas de milho do que entre plantas de milho e plantas das cultivares de *Urochloa*. No entanto, a curva de matéria relativa das cultivares de *Urochloa* spp. foi convexa devido aos menores valores obtidos em relação à linha de competitividade equivalente, indicando que a competição interespecífica foi maior que a competição intraespecífica. Dessa forma, houve maior competição entre plantas de milho e plantas das cultivares de *Urochloa* spp. do que entre plantas das cultivares de *Urochloa*.

A maior competitividade do milho se deve provavelmente ao fato dele ser uma espécie de ciclo anual com rápida germinação, emergência e desenvolvimento, enquanto às cultivares de *Urochloa* spp. são espécies de ciclo perene, apresentando tais fases de forma mais lenta. Em condições de temperatura e umidade adequadas, o milho germina em 4 a 5 dias após a semeadura (MAGALHÃES; DURÃES, 2009), além de apresentar maior taxa de crescimento do milho em relação à *Urochloa* sp. em consórcio, devido a um maior auto-sombreamento na gramínea forrageira (COBUCCI; PORTELA, 2003). Em relação às cultivares de *Urochloa* spp., verificou-se no Capítulo 2 que as plântulas apresentaram emergência escalonada com porcentagem de emergência máxima ocorrendo a partir de 12 dias da semeadura (Figura 2.3), sendo que em outro trabalho também foi observado crescimento lento de *U. decumbens* até 76 dias após a emergência (BIANCO; TONHÃO; PITELLI, 2005).

Considerando-se que as espécies de *Urochloa* podem apresentar comportamento de planta daninha, verificou-se que outros trabalhos também demonstraram maior competitividade da cultura em relação às plantas daninhas. Assim, o milho foi mais competitivo que o caruru (*A. retroflexus*) em outro trabalho conduzido com experimento substitutivo (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO, 1996). No entanto, o milho foi menos competitivo que o trevo branco

(*Trifolium repens* L.) em experimentos substitutivos conduzidos em câmara de crescimento e a campo com matéria relativa total maior que 1,0 (FISHER, 1989). Em outro trabalho envolvendo duas gramíneas, houve maior competitividade do trigo em relação ao azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) com uma população de 900 plantas.m⁻² para obtenção de produção final constante. Nesse caso, com ganhos menores do que as perdas em uma interação tipicamente de competição (RIGOLI et al., 2008). Ao contrário, as cultivares de arroz IRGA 417 e BR-IRGA 410 foram menos competitivas que o capim-arroz (*Echinochloa* sp.) com uma população de 587 plantas.m⁻² para atingir a produção final constante (AGOSTINETTO et al., 2008).

O presente estudo avaliou o resultado da competição entre o milho e as cultivares de *Urochloa* spp. aos 60 dias após a semeadura, período em que as cultivares de *Urochloa* spp. encontravam-se em uma fase de crescimento mais lento e teoricamente em desvantagem. Acredita-se que esse período de condução do experimento teria considerado o período total de interferência (PTPI) que seria de 42 dias após a emergência (RAMOS; PITELLI, 1994), sendo que o PCPI de *U. brizantha* também teria sido abrangido, considerando-se que o mesmo foi determinado entre nove e 26 dias após a emergência (JAKELAITIS et al., 2010).

O modelo ajustado de curva de matéria relativa de milho competindo com *U. brizantha* cv. Marandu diferiu do modelo ajustado de milho competindo com *U. brizantha* cv. Piatã de acordo com o teste da razão de verossimilhança (Tabela 4.5), o que demonstra competitividade diferenciada do milho em relação às cultivares de mesma espécie (*U. brizantha*). Em relação às curvas de matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp., o modelo ajustado para a curva de matéria seca relativa de *U. brizantha* cv. Marandu diferiu do modelo ajustado para as demais cultivares de *Urochloa* spp. (Tabela 4.5), sendo que as curvas de *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk não diferiram entre si, indicando competitividade semelhante dessas cultivares em relação ao milho.

Tabela 4.5 – Parâmetros de ajuste ao modelo exponencial de curvas de matéria relativa de milho e ao modelo logístico de curvas de matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp. na mistura entre milho e as cultivares de *Urochloa* spp., aos 60 dias após a semeadura. Piracicaba – SP, 2009

Espécies em convivência	a	b	c	Teste da razão de verossimilhança
Milho $[y = a[1-\exp(-bx)]]^1$				
Milho x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	0,99	0,05	-	b
Milho x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	1,03	0,07	-	a
Milho x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	1,02	0,06	-	ab
Cultivar de <i>Urochloa</i> sp. $[y = a/[1+b*\exp(-cx)]]^2$				
Milho x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	-5,93	-267,69	0,04	b
Milho x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	-0,54	-25,96	0,03	a
Milho x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	-0,96	-44,86	0,03	a

¹y: matéria seca relativa do milho; a: assíntota da máxima matéria seca relativa do milho; b: coeficiente para ajuste de modelo; x: proporção de plantas de milho; ²y: matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp.; a: assíntota da máxima matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp.; b e c: coeficientes de ajuste de modelo; x: proporção de plantas das cultivares de *Urochloa* spp. Curvas de matéria relativa de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste da razão de verossimilhança a 5% de probabilidade

O milho foi mais competitivo que as cultivares de *Urochloa* spp. quando se considera que a competitividade relativa foi maior que 1, os coeficientes de agrupamento relativo do milho foram maiores que os das cultivares de *Urochloa* spp. e a agressividade apresentou valores maiores que 0 (Tabela 4.6), sendo que *U. brizantha* cv. Piatã foi a cultivar menos competitiva em relação ao milho. Da mesma forma, em outro experimento substitutivo, o milho foi mais competitivo que *Cucurbita pepo* var. styriaca em outro experimento substitutivo devido aos maiores valores de coeficiente de agrupamento relativo do milho em relação à espécie em consórcio, independentemente da densidade avaliada (KHORAMIVAFA et al., 2006). O trigo foi mais competitivo que o azevém, apresentando competitividade relativa maior que 1, coeficiente de agrupamento do trigo maior que o do azevém e agressividade diferente e maior que 0 (RIGOLI et al, 2008). Na competição entre o arroz e o capim-arroz, a planta daninha mostrou-se mais competitiva que o arroz com competitividade relativa menor que 1, coeficiente de agrupamento do arroz menor do que do capim-arroz (*Echinochloa* sp.) e agressividade com valor negativo diferente e menor que 0 (AGOSTINETTO et al., 2008).

Tabela 4.6 – Índices de competitividade entre milho e as cultivares de *Urochloa* spp.(CR), expressos por competitividade relativa, coeficientes de agrupamento relativo (K) e agressividade (A) na proporção de 50:50 da densidade total equivalente a 693 plantas.m⁻², aos 60 dias após a semeadura. Piracicaba – SP, 2009

Cultivar de <i>Urochloa</i> sp.	Competitividade relativa	Coeficientes de agrupamento relativos		Agressividade
		K _{milho}	K _{<i>Urochloa</i> sp.}	
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	6,2 (± 0,3)**	6,7	0,2	0,7 (± 0,1)**
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	9,9 (± 0,3)**	36,3	0,1	0,9 (± 0,0)**
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	7,6 (± 0,7)**	15,5	0,2	0,8 (± 0,0)**

^{ns} não significativo e ^{**} significativo pelo teste “t” (p ≤ 0,01). Valores entre parênteses representam o erro-padrão da média

Os resultados obtidos com este trabalho possibilitaram analisar o consórcio sob o aspecto de competição entre o milho e as cultivares de *Urochloa* spp., assim como avaliar diferentes proporções de plantas dentro do consórcio. Entretanto, seria importante um trabalho com densidades de semeadura utilizadas em áreas comerciais para averiguação de resultados de produção.

4.4 Conclusões

Há uma interação de competição no consórcio de milho com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk, em que ocorre uma compensação, ou seja, os ganhos na matéria seca relativa do milho compensam as perdas observadas na matéria seca relativa das cultivares de *Urochloa* spp., independentemente da proporção entre plantas.

O milho é mais competitivo que as cultivares de *Urochloa* spp. em igualdade de proporções.

Referências

AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; MORAES, P.V.D.; RIGOLI, R.P.; TIRONI, S.P.; PANOZZO, L.E. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de capim-arroz (*Echinochloa* spp.). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 757-766, 2008.

AGROCERES. **Sementes híbridas de milho Agrocere**s. 2009. 82 p.

- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology**: individuals, populations and communities. 3rd. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068 p.
- BIANCHI, M.A.; FLECK, N.G.; LAMEGO, F.P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 757-766, 2006.
- BIANCO, S., TONHÃO, M.A.R.; PITELLI, R.A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SECRETARIA DA DEFESA AGROPECUÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTORIA FILHO, R. Efeitos da densidade e proporção de plantas de milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em competição. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 14, p. 42-47, 1996.
- COBUCCI, T.; PORTELA, C.M. de O. Manejo de herbicidas no sistema Santa-Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, H.A. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 443-458.
- COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, Champaign, v. 5, p. 664-673, 1991.
- COUSENS, R.; O'NEILL, M. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos**, Copenhagen, v. 66, n. 2, p. 347-352, 1993.
- DE WIT, C.T.; BERGH, J.P. van den. Competition between herbage plants. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, n. 13, p. 212-221, 1965.
- FIRBANK, L.G.; WATKINSON, A.R. On the effects of competition: from monocultures to mixtures. In: GRACE, J.B.; TILMAN, D. **Perspectives on plant competition**. San Diego: Academic Press, 1990. chap. 9, p. 165-213.
- FISHER, A.J. **Intra- and interespecific interference between sweet corn (*Zea mays* L.) and a living mulch of white clover (*Trifolium repens* L.)**. Tese (Doutorado em Crop Science) - Oregon State University, Oregon, 1989.
- FISHER, K.S.; PALMER, A.F.E. Maize. In: SYMPOSIUM ON POTENTIAL PRODUCTIVITY OF FIELD CROPS UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTS., 1983.Laguna. **Proceedings...** Laguna: International Rice Research Institute, 1983. p. 155-180.
- HARPER, J.L. Approaches to the study of plant competition. In: Society for Experimental Biology. SYMPOSIA OF THE SOCIETY FOR EXPERIMENTAL BIOLOGY: **Mecanisms in biological competition**. Cambridge: University Press, 1961. p. 1-39.

HESS, M.; BARRALIS, G.; BLEIHOLDER, H.; BUHRS, L.; EGGERS, T.H.; HACK, H.; STAUSS, R. Use of the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, Oxford, v. 37, p. 433-441, 1997.

JAKELAITIS, A.; GIL, J. de O.; SIMÕES, L.P.; SOUZA, K.V. de; LUDTKE, J. Efeitos da interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 8-14, 2010.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.F.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, F.C.L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

KHORAMIVAFA, M.; SALMASI, S.Z.; NASSAB, A.D.M.; JAVANSHIR, A.; SHUTI, A.M. Evaluation of competition in corn (*Zea mays* L.) and pumpkinseed (*Curcubita pepo* var. *styriaca*) intercropping by reciprocal yield model and some competitive indices. **Journal of Agronomy**, Faisalabad, v. 5, n. 3, p. 456-460, 2006.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 1997. v.1. 825 p.

KROPFF, M.J. General Introduction. In: KROPFF, M.J.; VAN LAAR, H.H. **Modeling crop-weed interactions**. Wallingford: CAB International/ International Rice Research Institute, 1993. chap.1, p. 1-7.

LANDAU, E.C.; SANS, L.M.A.; SANTANA, D.P. Clima e solo. 5. ed. In: CRUZ, J.C. (Ed.). **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2009. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.. Ecofisiologia. 5. ed. In: CRUZ, J.C. (Ed.). **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2009. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. de (Ed.). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2007. 224 p.

MENDONÇA, F.C.; RASSINI, J.B. **Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 2006. 14 p. (Circular Técnica. EMBRAPA Pecuária Sudeste, 45).

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R.M.N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129 -132, 2006.

NASCIMENTO, M. do S.C.B. do; RENVOIZE, S.A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na Região Meio Norte**. Teresina: EMBRAPA Meio Norte; Kew Royal Botanic Gardens, 2001. 196 p.

PASSINI, T. **Competitividade e predição de perdas de rendimento da cultura de feijão quando em convivência com *Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitchc.** 2001. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S.I.C. de; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciada com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, H. A. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 303-329.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. Principles of weed ecology. In: _____. **Weed Ecology**. New York: John Wiley, 1997. p. 43-65.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAMOS, L.R. de; PITELLI, R.A. Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n.10, p. 1523-1531, 1994.

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

ROUSH, M.L.; RADOSEVICH, S.R. Relationships between growth and competitiveness of four annual weeds. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 22, p. 895-905, 1985.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. Carbon dioxide fixation and carbohydrate synthesis. In: _____. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth Publishing, 1991. chap. 11. p. 225-248.

SARLAK, S.; AGHAALIKHANI, M.; ZAND, B. Effect of plant density and mixing ratio on crop yield in sweet corn/mungbean intercropping. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 11, n. 17, p. 2128-2133, 2008.

SEVERINO, F.J., CARVALHO, S.J.P. e CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. III – Implicações sobre as plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 53-60, 2006.

SILVA, E.M. da; AZEVEDO, J.A. de. Influência do período de centrifugação na curva de retenção de água em solos de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, 2002.

SOUZA FILHO, A.P. da S. Alelopatia: das primeiras observações aos atuais conceitos. In: SOUZA FILHO, A.P. da S.; ALVES, S. de M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2002, p. 15-23.

SOUZA, G. da S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-SEA, 1998. 505 p.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Plantarum, 2005. 640 p.

VILELA, L., MACEDO, M.C.M., MARTHA JÚNIOR, G.B., KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J., STONE, L.F., AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 143-170.

ZIMDAHL, R. **Weed-crop competition**: a review. Iowa: Blackwell Publishing, 2004. 220 p.

5 INTERAÇÃO ENTRE A CULTURA DE SOJA E CULTIVARES DO GÊNERO *Urochloa* P.Beauv. EM CONSÓRCIO E INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NOS SISTEMAS

Resumo

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de estudar a interação entre a cultura de soja e cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio, assim como a interferência de plantas daninhas nesses sistemas e a necessidade de controle das plantas daninhas para sua viabilidade. Para isso, fez-se um experimento aleatorizado em quatro blocos com parcelas subdivididas. As parcelas experimentais foram constituídas por sete sistemas de produção (*Urochloa brizantha* cv. Marandu e cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk em cultivo solteiro e em consórcio com soja e o cultivo solteiro de soja) e as subparcelas pela presença ou ausência do controle de plantas daninhas (com e sem capina). As comunidades de plantas daninhas em cada tratamento foram comparadas pelo índice de similaridade de Czekanowski e os consórcios foram avaliados pelo índice de equivalência de área. Observou-se que o estabelecimento dos consórcios de soja com as cultivares de *Urochloa* spp. não afeta os componentes de produção, altura e produtividade da soja ou mesmo reduz a comunidade de plantas daninhas, mas interfere na densidade e na matéria seca por planta e por área das cultivares de *Urochloa* spp. As plantas daninhas influenciaram de forma semelhante os sistemas de produção sem capina devido à similaridade em suas comunidades de plantas daninhas, com predominância de espécies consideradas altamente competitivas (*Panicum maximum*, *Urochloa plantaginea* e *Commelina benghalensis*) e às baixas infestações com predomínio de espécies como *Alternanthera tenella*, *Eleusine indica* e *Ageratum conyzoides*, associadas ao controle com capina. Os consórcios de soja com *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk necessitam do controle das plantas daninhas para que apresentem um melhor aproveitamento da área de cultivo.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*; *Brachiaria decumbens*; Índice de equivalência de área; Índice de similaridade; Integração lavoura-pecuária

Abstract

This study was developed with the objective of studying the interaction between the soy crop in association with the cultivation of *Urochloa* spp. like with the interference of weeds in that system and the need of weed control for its viability. A random experiment was thus carried out in four blocks with split-plot design. These were comprised of seven culture systems (*Urochloa brizantha* cv. Marandu and cv. Piatã and *U. decumbens* cv. Basilisk in a sole culture and in association with soy as well as the sole culture of soy) and the split-plot for the presence or absence of the control of weeds (with and without weeding). The weed community in each treatment was compared by the similarity index of Czekanowski and the corn-*Urochloa* spp. associations were evaluated by the land equivalent ratio. It was observed that the establishment of the soy association with the cultivated *Urochloa* spp. doesn't affect soy production in either height or productivity or even reduce the population of weeds but it does interfere in the density and in the dry matter per plant and per area of *Urochloa* spp. culture. In a similar way the weeds influenced the un-weeded culture systems due to similarities between the weed population and

the predominance of species considered highly competitive (*Panicum maximum*, *Urochloa plantaginea* and *Commelina benghalensis*) and to low infestation with prevalence of species such as *Alternanthera tenella*, *Eleusine indica* and *Ageratum conyzoides*, linked to weed control. The soy association with *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã and *U. decumbens* cv. Basilisk require weed control for better use of the cultivation area.

Keywords: *Brachiaria brizantha*; *Brachiaria decumbens*; Land equivalent ratio; Similarity index; Integrated crop-livestock system

5.1 Introdução

Interferência é um termo que abrange a competição e a alelopatia, sendo que a competição pode ser considerada como um processo físico que ocorre quando a demanda combinada das plantas é maior do que o suprimento de um ou mais fatores de crescimento (luz, água e nutrientes), considerada como uma das chaves para a determinação do desempenho dos agroecossistemas. Muitas das pesquisas com competição entre plantas têm sido conduzidas para maximizar a produção de sistemas consorciados pela adequação da época de semeadura e da densidade das espécies consorciadas. Em ambientes agrícolas, as culturas crescem em níveis moderados a altos de recursos. Assim, a habilidade competitiva das espécies é determinada pela capacidade de captura dos recursos, tanto das culturas quanto das plantas daninhas (KROPFF, 1993). Já a alelopatia pode ser entendida como “todo efeito direto e indireto de uma planta sobre outra, incluindo a participação de microorganismos e, substâncias químicas que são liberadas para o ambiente” (SOUZA FILHO, 2002).

Devido à importância da cultura de soja no contexto da agricultura nacional e internacional (TECNOLOGIAS..., 2008), aos benefícios que o sistema de integração lavoura-pecuária podem proporcionar tanto para as lavouras quanto para as pastagens e à possibilidade de recuperação de áreas degradadas com a adoção do sistema de integração lavoura-pecuária (VILELA et al., 2003), estudos com espécies do gênero *Urochloa*, principalmente *U. brizantha* cv. Marandu em consórcio com a soja vêm sendo conduzidos para adequação à técnica (SILVA et al., 2006) e para obtenção de soluções às dificuldades encontradas em seu estabelecimento. Nos cultivos consorciados de soja com gramíneas forrageiras é geralmente realizada a semeadura da forrageira posteriormente à cultura principal ou a sobressemeadura das gramíneas forrageiras na fase de R5 a R7 da soja, ou seja, entre o início de enchimento do grão e o início da maturação

dos grãos, quando ocorre desfolha nas plantas de soja (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007; PACHECO et al., 2009). Essas práticas são realizadas para evitar a competição das gramíneas forrageiras com a soja no período crítico de prevenção de interferência (PCPI) da soja. Além disso, o atraso na emergência de plântulas de *Urochloa* spp. pode possibilitar o controle de plantas daninhas no período anterior à interferência com graminicidas seletivos para a cultura de soja convencional, assim como com glyphosate na cultura de soja transgênica (SILVA et al., 2009).

Os consórcios podem proporcionar como efeito positivo o controle de plantas daninhas, em função da área coberta pelas culturas e da combinação entre as mesmas, sendo a mensuração da densidade e da matéria seca de plantas daninhas (PRINS; WIT, 2006) um parâmetro que pode avaliar a eficiência dos consórcios. No entanto, poucos são os trabalhos que avaliam o efeito desses consórcios sem o uso de herbicidas na supressão de plantas daninhas. Além disso, a comparação da competição entre diferentes tratamentos, considerando as espécies que as compõem, seria uma avaliação qualitativa importante para a compreensão das interferências que ocorreram. No caso dos consórcios, verifica-se também a importância da comparação das produções obtidas nos consórcios em comparação às obtidas nos respectivos cultivos solteiros, de forma a avaliar a eficiência no aproveitamento da área de cultivo (SULLIVAN, 2003).

Vários são os aspectos necessários a serem determinados para que os consórcios de soja com cultivares de *Urochloa* spp. possam ser bem sucedidos. Dentre eles pode-se citar a determinação de cultivares de soja mais adequadas para esses consórcios. No entanto, como praticamente não existem estudos para isso, cultivares utilizadas para obtenção de elevadas produtividades no cultivo solteiro de soja vêm sendo adotadas, considerando-se o elevado nível de tecnificação da cultura (TECNOLOGIAS..., 2008). Em relação às cultivares de *Urochloa* spp., sabe-se que *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (sinonímia *Brachiaria decumbens* Stapf) e *Urochloa brizantha* (Hochsr. ex A. Rich) Stapf (sinonímia *B. brizantha* (A.Rich.) Stapf) (SOUZA; LORENZI, 2005) são espécies muito semelhantes, sendo a principal diferença fenotípica o menor crescimento e cobertura mais densa da primeira em relação à segunda (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001).

No delineamento aditivo convencional pareado a comunidade de plantas daninhas é avaliada como um todo para quantificar as perdas no rendimento da cultura em função do período em que a cultura e as plantas daninhas permanecem em competição. Para reduzir a variabilidade

devido à distribuição das plantas daninhas na área, uma parcela sem plantas daninhas é colocada ao lado daquela que se tem a competição (PASSINI, 2001). Neste trabalho, além das plantas daninhas como adicional ao sistema, tem-se também as cultivares de *Urochloa* spp. adicionadas aos cultivos solteiros de soja e de soja em relação aos cultivos solteiros das cultivares de *Urochloa* spp.

Para compreender as relações entre as variáveis estudadas, pode-se fazer uma análise “biplot” por componentes principais, de forma que “biplot” é uma técnica multivariada de representação gráfica com marcadores de dados de linhas e coluna que formam uma tabela de dupla entrada. Os marcadores são calculados a partir da decomposição por valor singular da matriz de dados. O “biplot” é usado por alguns métodos multivariados para mostrar a relação existente entre variáveis, entre observações e entre variáveis e observações ao passo que, a análise por componentes principais é uma técnica de análise exploratória multivariada que transforma um conjunto de variáveis correlacionadas em um conjunto menor de variáveis não correlacionadas, combinações lineares das variáveis originais (KLEFENS, 2009).

Com isso, este trabalho teve como objetivos avaliar a interação entre cultivares de *Urochloa* spp. e a cultura de soja em consórcio, assim como a interferência de plantas daninhas no sistema e a necessidade de controle de plantas daninhas para viabilidade dos consórcios.

5.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, da Universidade de São Paulo - USP, Piracicaba-SP (22° 42’ 30’’ latitude sul, 47° 30’ 00’’ longitude oeste e 546 m de altitude), no ano agrícola 2008/2009. O clima da região é do tipo Cwa (KÖPPEN, 1948), mesotérmico, tropical úmido, com três meses mais secos (junho, julho e agosto) e concentração de chuvas no verão. As temperaturas máximas e mínimas e a precipitação foram obtidas através da estação automática da ESALQ/USP (Figura 5.1).

As temperaturas médias mensais no campo foram próximas daquelas consideradas adequadas para a germinação e desenvolvimento da soja e das cultivares de *U. brizantha* e de *U. decumbens* (MENDONÇA; RASSINI, 2006; TECNOLOGIAS..., 2008; BRASIL, 2009). A

precipitação pluvial provavelmente atendeu as necessidades hídricas durante o ciclo da soja, considerando-se que a necessidade total de água na cultura varia de 450 a 800 mm por ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo (TECNOLOGIAS..., 2008).

Figura 5.1 – Médias mensais de temperatura (T°C) máxima e mínima e precipitação (mm) durante a condução do experimento de soja em consórcio com cultivares de *Urochloa* spp. Piracicaba – SP, 2008/2009

O solo na área experimental foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, distrófico típico (Tabela 5.1). A área encontrava-se em pousio com infestação de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) como espécie predominante. Essa situação estaria mais próxima daquela encontrada em caso de renovação de pastagem, ou seja, formação de uma nova pastagem com outra espécie forrageira. O solo foi preparado uma vez com grande aradora e uma vez com grade niveladora. Esse preparo do solo proporcionou controle das infestantes com algumas rebrotas de *P. maximum* que foram retiradas da área por meio de capina. A comunidade de plantas daninhas presente na área experimental antes da instalação do experimento foi avaliada de acordo com a escala de Braun-Blanquet (1979), de forma a estabelecer um referencial para a avaliação realizada após o estabelecimento dos tratamentos (Ver Anexo B.1 e B.2). A espécie predominante na área foi capim-colonião com mais de 75% de cobertura da área (*Panicum maximum* Jacq.), enquanto mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), picão-grande (*Blainvillea* cf. *biaristata* DC), carrapichão (*Xanthium strumarium* L.), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*

Willd), apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.) e cheirosa (*Marsypianthes chamaedrys* Kuntze) também estavam entre as espécies mais importantes na área antes da instalação do experimento, mas cada espécie com menos de 5% de cobertura da área.

Tabela 5.1 - Propriedades químicas e físicas de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, distrófico típico presente na área experimental. Piracicaba – SP, 2008

Análise química																		
pH CaCl ₂	M.O	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma de bases	CTC	Saturação de bases	Saturação Al	S (SO ₄)	Cu DTPA	Fe DTPA	Zn DTPA	Mn DTPA	B (água quente)	
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----		mmol _c dm ⁻³		-----			V%	m%	mg dm ⁻³	-----		mg/dm ³		-----	
4,9	23	25	3,7	14	8	25	0	26	51	51	0	7	1,1	23	1,4	43,6	0,34	
Análise física																		
Argila (<0,002 mm)			Silte (0,053-0,002 mm)			Areia total			Areia grossa (2,00-0,210 mm)			Areia fina (0,210-0,053 mm)			Classe textural			
%																		
15.7			10.3			74.0			35.0			39.0			Franco arenosa			

Fonte: Análises realizadas no Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda. (Pirasolo)

O delineamento experimental foi aleatorizado em quatro blocos com parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas por sete sistemas de produção (*Urochloa brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk em cultivo solteiro e em consórcio com soja e cultivo solteiro de soja) e as subparcelas pela presença ou ausência de o controle de plantas daninhas (com e sem capina). As subparcelas apresentaram 10,8 m² (3,0 x 3,6 m) com área útil de 5,4 m² (2,0 x 2,7 m), desconsiderando-se as fileiras externas e 0,5 m nos extremos das subparcelas.

A adubação e a semeadura foram realizadas em 04/12/2008 com semeadora da marca Semeato modelo PAR 3000 com sete linhas e espaçamento de 0,45 m. A adubação foi realizada com 333 kg.ha⁻¹ do formulado NPK 03-17-00 e 67 kg.ha⁻¹ de KCl em toda a área experimental, inclusive nos cultivos solteiros das cultivares de *Urochloa* spp. A adubação foi calculada de acordo com as recomendações de adubação para a cultura de soja (RAIJ et al., 1997), considerando-se que nos consórcios dentro da integração lavoura-pecuária a mesma visa a atender plenamente a cultura de grãos, sendo que o residual dessa adubação seria absorvido na manutenção da pastagem formada (MARTHA JÚNIOR; VILELA; SOUSA, 2007).

A cultivar de soja utilizada no experimento foi a M-SOY 8199 RR, recomendada para a região de Piracicaba e caracterizada como sendo do grupo de maturação 8.1 (ciclo médio a semitardio dependendo da região de plantio) com hábito de crescimento determinado e altura aproximada de 0,90 m, resistente ao acamamento, ciclo de 115 a 120 dias (MONSANTO, 2009) e adaptação a condições desfavoráveis (OLIVEIRA, 2009). As sementes de soja foram tratadas com o inseticida fipronil e o fungicida carboxin + thiram, ambos na dose de 200 mL do p.c. por 100 kg de sementes. Posteriormente, as sementes de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* das estirpes SEMIA 5019 e SEMIA 5079 (5×10^9 células viáveis g) na dose de 100 g de inoculante por 50 kg de sementes. Para melhorar a aderência do inoculante, o mesmo foi umedecido com 300 mL por 50 kg de sementes de água açucarada a 10%. A densidade foi ajustada de forma a obter uma população de 288.888 plantas por área com espaçamento na entrelinha da soja de 0,45 m, de acordo com as recomendações para o cultivo solteiro da cultivar. A soja foi semeada na área total do experimento com desbaste manual das plântulas de soja após a sua emergência nos tratamentos com cultivo solteiro das cultivares de *Urochloa* spp.

A área foi irrigada com aproximadamente 11 mm de água em 09/12/2009, devido a um período de estiagem. O controle de pragas foi efetuado com lambda-cialotrina ($106,0 \text{ g de i.a. L}^{-1}$) + tiametoxam ($141,0 \text{ g de i.a. L}^{-1}$) e metomil ($215,0 \text{ g de i.a. L}^{-1}$) e para a prevenção contra a ferrugem asiática foi aplicado o fungicida azoxistrobina ($200,0 \text{ g de i.a. L}^{-1}$) + ciproconazol ($80,0 \text{ g de i.a. L}^{-1}$), de acordo com as recomendações para a cultura.

Urochloa brizantha cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk foram semeadas doze dias depois da semeadura da cultura de soja. A semeadura das gramíneas forrageiras foi efetuada manualmente entre as linhas de soja na profundidade de 3 cm com 3 kg de sementes puras que formam plântulas normais ha^{-1} , calculado a partir do valor cultural (VC) das sementes de cada espécie (% pureza x % germinação). A porcentagem de valor cultural (VC) e o teste de germinação foram determinados no laboratório de sementes da ESALQ/USP, de acordo com as Regras para Análise de Sementes, sendo que *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk apresentaram 48,8%, 60,3% e 31,5% de VC, respectivamente. A porcentagem de germinação de *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk (média $\pm$ limite de confiança a 95%) foram de $57\% \pm 3$, $76\% \pm 4$ e $34\% \pm 8$, respectivamente. Foram pesadas 40 amostras de 100 sementes de cada cultivar do gênero *Urochloa*.

Nos tratamentos com capina foram efetuadas quatro capinas, nos dias 31/12/2008 (27 dias após a semeadura, DAS), 05/01/2009 (32 DAS), 16/01/2009 (43 DAS) e 18/02/2009 (76 DAS), abrangendo o período crítico de prevenção de interferência da soja (NEPOMUCENO et al., 2007). As rebrotas de *P. maximum* foram removidas da área. As plantas de *X. strumarium* e de *Ipomoea* sp. foram retiradas de todo o experimento na mesma época em que foram realizadas as capinas para que não houvesse comprometimento do experimento, devido ao grande desenvolvimento dessas espécies (REGNIER; STOLLER, 1989).

Como componentes de produção da cultura de milho, avaliou-se o estande final da soja em quatro linhas da área útil de cada subparcela, a altura de inserção da primeira vagem em 10 plantas escolhidas aleatoriamente entre as plantas coletadas, o número de vagens por planta em 10 plantas amostradas aleatoriamente, o número de sementes por vagem em 10 vagens e o peso de 1000 grãos foi obtido de quatro amostras retiradas do total de grãos colhidos. A colheita da soja foi realizada manualmente em 05/05/2009 para a determinação da produtividade. Os valores de produtividade e peso de 1000 grãos foram corrigidos para um teor de umidade de grãos de 13%. Avaliou-se também a altura em 10 plantas de soja da área útil, de forma aleatória.

O estande final por metro foi determinado em uma linha com plantas das cultivares de *Urochloa* spp. entre as quatro linhas da área útil de cada subparcela, considerando-se como plantas distintas aquelas distantes a mais de 5 cm. Em seguida, a parte aérea das plantas de *Urochloa* spp. foi coletada em 1 m de linha para determinação da matéria seca por metro linear. Avaliou-se a matéria seca e a densidade de plantas de cada espécie de planta daninha presente em dois quadros de 0,5 x 0,5 m distribuídos aleatoriamente em cada subparcela. As plantas daninhas nas áreas com capina também foram avaliadas para determinar a infestação remanescente. A matéria verde das cultivares de *Urochloa* spp. e das plantas daninhas foi acondicionada em saco de papel e colocada em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C para a determinação das respectivas matérias secas.

A análise de variância foi efetuada no sistema SAS 9.1 com desdobramento da variância complexa na parcela dentro de subparcela pelo software SISVAR 5.3 para as variáveis que apresentaram interação entre os fatores. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade. Alguns resultados de variáveis foram transformados por funções para atender as pressuposições da análise de variância (normalidade, homocedasticidade e independência de resíduos). As variáveis analisadas para a cultura da soja foram: componentes de

produção, altura e produtividade da soja com transformação dos resultados de vagens por planta de soja pela função $\log(x)$; para as cultivares de *Urochloa* spp.: número de plantas por metro, matéria seca por planta e por área e peso de 100 sementes das cultivares de *Urochloa* spp. com transformação da matéria seca por planta e por área pela função $\log(x)$; e para as plantas daninhas: densidade de plantas e matéria seca de plantas daninhas por metro quadrado com transformação pela função $\log(x+0,5)$.

O índice de importância relativa de cada espécie (IRi) foi calculado de acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974):

$$IRi = (DRi + FRi + DoRi) / 300 \quad (1)$$

DRi: densidade relativa de cada espécie

$$DRi = \frac{(DAi \times 100)}{\sum DAi} \quad (2)$$

DAi: densidade absoluta de cada espécie (nº de plantas de cada espécie.m⁻²).

FRi: frequência relativa de cada espécie

$$FRi = \frac{(FAi \times 100)}{\sum FAi} \quad (3)$$

DoAi: frequência absoluta de cada espécie (% de parcelas em que ocorre cada espécie).

DoRi: dominância relativa de cada espécie

$$DoRi = \frac{(DoAi \times 100)}{\sum DoAi} \quad (4)$$

DoAi: dominância absoluta de cada espécie (matéria seca de cada espécie.m⁻²).

O índice de similaridade de Czekanowski (SC) foi calculado no software MVSP 3.1 pelo método de cluster UPGMA (“unweighted pair group method with arithmetic mean”), calculando-

se a distância por Bray-Curtis e a similaridade pela diferença entre 1 e o valor obtido no programa multiplicado por 100 (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), conforme a eq. (5):

$$(SC) = \frac{2 \times \sum_{i=1}^n \min(x_i, y_i) \times 100}{\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n y_i} \quad (5)$$

x_i e y_i : valores de densidade média da espécie i ; $\sum_{i=1}^n \min(x_i, y_i)$: somatória dos menores valores de densidade da espécie i quando essa ocorre em ambas as áreas; m : número total de espécies.

Foi efetuada também a análise biplot por componentes principais com todas as variáveis avaliadas no experimento pelo sistema SAS 9.1. Algumas variáveis foram transformadas para torná-las comparáveis. Variáveis relacionadas à cultura da soja: altura de plantas de soja (de cm para m), altura de inserção da primeira vagem (de cm para m), estande da soja (plantas.m⁻¹ para plantas.m⁻²), peso de 1000 grãos (g para kg) e produtividade (kg.ha⁻¹ para kg.m⁻²); variáveis relacionadas às cultivares de *Urochloa* spp.: estande (plantas.m⁻¹ para plantas.m⁻²) e matéria seca por área (kg.ha⁻¹ para kg.m⁻²) das cultivares de *Urochloa* spp.; variável relacionada às plantas daninhas: matéria seca das plantas daninhas (g.m⁻² para kg.m⁻²). Foram efetuadas quatro análises biplot por componentes principais: a primeira com os resultados da soja em cultivo solteiro e em consórcio com *U. brizantha* cv. Marandu; a segunda com os resultados do cultivo solteiro de soja com o consórcio de *U. brizantha* cv. Piatã; a terceira com os resultados da soja em cultivo solteiro e em consórcio com *U. decumbens* cv. Basilisk e a quarta com os resultados de todos os consórcios e do cultivo solteiro de soja.

No gráfico da análise biplot por componentes principais, quanto menor o ângulo entre duas retas, maior a correlação entre as variáveis correspondentes. Ângulo igual a 90° representa correlação nula entre as variáveis e retas opostas assinalam variáveis com correlação oposta. Os pontos representam as observações em relação às retas que representam as variáveis.

O índice de equivalência da área (IEA) foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$IEA = (AC/AM) + (BC/BM) \quad (6)$$

AC: rendimento da cultura A consorciada; BC: rendimento da cultura B consorciada; AM: rendimento da cultura A em cultivo solteiro; BM: rendimento da cultura B em cultivo solteiro.

5.3 Resultados e discussão

Os sistemas de produção não influenciaram nos componentes de produção, altura e produtividade da soja (Tabela 5.2), apesar dos estandes das cultivares de *Urochloa* spp. terem sido superiores às recomendações para esses consórcios, de 4 a 6 plantas.m⁻² (KLUTHCOUSKI et al., 2000) (Tabela 5.3). Isso provavelmente devido às condições favoráveis mais ao desenvolvimento da soja do que às cultivares de *Urochloa* spp. encontradas neste experimento. Cultivares de porte mais alto e ciclo tardio, como a que foi empregada neste experimento, tendem a ser mais competitivas com as plantas daninhas que as cultivares de porte mais baixo e ciclo precoce (LAMEGO et al., 2004). Somado a isso, o espaçamento reduzido nas entrelinhas de soja teria contribuído para um rápido sombreamento das cultivares de *Urochloa* spp., prejudicando o crescimento dessas gramíneas forrageiras. Em estudo conduzido por Portela (2003), a presença das cultivares de *Urochloa* spp. também não proporcionou efeito sobre a produtividade da soja, mesmo sem a aplicação de uma subdose de herbicida para conter o crescimento das gramíneas forrageiras. A causa para esses resultados está associada ao fato de que as plantas C₄ (plantas que têm como produto inicial de fixação do CO₂ ácidos com quatro carbonos), incluindo as cultivares de *Urochloa* spp., apresentam menor taxa de produção de matéria seca em condições de sombreamento (SALISBURY; ROSS, 1991; DIAS-FILHO, 2000; PORTES; CARVALHO; KLUTHCOUSKI, 2003). Outra razão para que a presença das cultivares de *Urochloa* spp. não ter influenciado nos componentes de produção, na altura e produtividade da soja seria a competitividade menor ou equivalente das cultivares de *Urochloa* spp. quando semeadas simultaneamente à soja (Tabela 3.6 no Capítulo 3). Com o atraso na semeadura das cultivares de *Urochloa* spp., a competitividade dessas cultivares seria ainda menor.

Tabela 5.2 - Componentes de produção, altura e produtividade da soja na presença ou ausência de controle de plantas daninhas com apresentação de médias obtidas entre consórcios com cultivares de *Urochloa* spp. e cultivo solteiro de soja. Piracicaba – SP, 2009

Capina	Altura de inserção da 1ª. vagem (cm)	Número de vagens planta ⁻¹	Grãos por vagem	Estande da soja (plantas m ⁻¹)	Peso de 1000 grãos (g)	Altura da planta (cm)	Produtividade da soja (kg.ha ⁻¹)
Com capina	36,1 a	46,8 a	2,9 a	9,8 a (21,8)	242,3 a	117,5 a	4273,9 a
Sem capina	31,7 b	33,4 b	2,6 b	8,0 b (17,8)	233,1 b	118,0 a	1935,0 b
F _{sistema}	2,3 ^{ns}	0,8 ^{ns}	0,4 ^{ns}	2,6 ^{ns}	0,3 ^{ns}	2,3 ^{ns}	1,8 ^{ns}
F _{capina}	7,2*	39,3**	5,8*	12,7**	10,0*	0,1 ^{ns}	157,7**
F _{sistema x capina}	0,8 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,0 ^{ns}	3,8 ^{ns}	0,6 ^{ns}	2,1 ^{ns}
CV (%)	13,6	4,4	13,5	15,7	3,3	4,4	13,0

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de número de vagens planta⁻¹ foram transformados pela função log (x) para realização das análises estatísticas. Médias entre parênteses são expressas em plantas.m⁻²

As plantas daninhas influenciaram negativamente sobre todos os componentes de produção e produtividade da soja, não influenciando apenas na altura de plantas (Tabela 5.2). Com isso, houve redução de 54,7% na produtividade da soja quando não foi efetuada a capina. Em outro trabalho com cultivo solteiro de soja cv. M-SOY 6101 em sistema convencional de preparo do solo, houve redução de 32% para uma densidade de 161 plantas daninhas.m⁻² com matéria seca correspondente a 406,7 g.m⁻² (NEPOMUCENO, 2007). A produtividade na área capinada foi próxima à avaliada para a cultivar M-SOY 8199 RR em ensaio com 16 genótipos de soja transgênica. Essa cultivar está entre as que apresentaram melhor produtividade em três das quatro regiões produtoras de soja envolvidas no experimento (OLIVEIRA, 2009). A altura de plantas de soja neste experimento, apesar de não ter sido influenciada pela comunidade de plantas daninhas, foi maior em comparação àquela descrita para a cultivar (MONSANTO, 2009). O estande da soja foi maior com a capina do que sem a capina e nos dois casos foi menor do que aquele recomendado para a cultivar de soja empregada no experimento (MONSANTO, 2009), provavelmente devido à incidência de doenças nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura. Isso porque a transmissão da maioria dos patógenos na soja ocorre pelo exterior e/ou interior das sementes (TECNOLOGIAS..., 2008), podendo ser também atingidas por fungos habitantes de solos (HENNING, 2005).

Os sistemas de produção e o controle de plantas daninhas com capina apresentaram efeito sobre o estande (Tabela 5.3) e a matéria seca por área das cultivares de *Urochloa* spp. (Tabela

5.5) e houve com interação entre os fatores em relação à matéria seca por planta de *Urochloa* spp. (Tabela 5.4). Dessa forma, acredita-se que as cultivares de *Urochloa* spp. por estarem em desvantagem nos consórcios com a soja, foram mais influenciadas pelos sistemas de produção e pela competição com as plantas daninhas. Os maiores estandes ocorreram com *U. decumbens* cv. Basilisk em cultivo solteiro e em consórcio com a soja e o menor estande foi naquele com *U. brizantha* cv. Marandu em consórcio (Tabela 5.3). Essa densidade superior deve ter sido decorrente da superação de dormência das sementes de *U. decumbens* cv. Basilisk, considerando-se a menor porcentagem de germinação obtida em laboratório para esse material. Além disso, posteriormente, foi observado que o tamanho das sementes poderia ter interferido na quantidade de sementes que teriam sido semeadas de cada cultivar de *Urochloa* spp., o que levou à pesagem das sementes. Assim, o peso de 100 sementes da cultivar de *U. decumbens* cv. Basilisk (0,50 g) foi menor que o das sementes de *U. brizantha* cv. Piatã (0,69 g) e essa cultivar apresentou sementes menores que *U. brizantha* cv. Marandu (0,76 g). Com isso houve diferença na quantidade de sementes semeadas para cada cultivar, considerando-se que foi semeado o mesmo peso de sementes por área com correção pelo valor cultural de cada cultivar de *Urochloa*. Deve-se observar que a correção adicional para o peso de sementes de cada espécie ou cultivar também não vem sendo adotada em outros trabalhos que comparam espécies ou cultivares de gramíneas forrageiras em sistemas de integração lavoura-pecuária.

Tabela 5.3 – Estande das cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio com soja e em cultivo solteiro, com capina e sem capina avaliado na colheita da soja. Piracicaba – SP, 2009

Sistema de produção	Estande (plantas.m ⁻¹)		Média
	Com capina	Sem capina	
Consórcio soja x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	4,3 (9,4)	2,5 (5,6)	3,4 b (7,5)
Consórcio soja x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	5,5 (12,2)	3,8 (8,3)	4,6 ab (10,3)
Consórcio soja x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	11,3 (25,0)	6,3 (13,9)	8,8 a (19,4)
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	7,0 (15,5)	5,8 (12,8)	6,4 ab (14,2)
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	10,3 (22,8)	3,8 (8,3)	7,0 ab (15,5)
Cultivo solteiro <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	11,0 (24,4)	6,3 (13,9)	8,6 a (19,1)
Média	8,2 A (18,2)	4,7 B (10,4)	
F _{sistema} = 5,2**		F _{sistemax capina} = 2,2 ^{ns}	
F _{capina} = 33,5**			
CV (%) = 32,4			

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias entre parênteses são expressas em plantas.m⁻²

A matéria seca por planta de *Urochloa* sp. nos sistemas de produção com capina foi menor nos sistemas consorciados com soja do que nos cultivos solteiros (Tabela 5.4). Esse resultado seria decorrente do sombreamento proporcionado pelas plantas de soja sobre as plantas das cultivares de *Urochloa* spp. já discutido anteriormente, apesar de *U. brizantha* ser considerada como espécie com média tolerância ao sombreamento e *U. decumbens* apresentar certa tolerância ao sombreamento (NASCIMENTO; RENZOIZE, 2001). Outro fator que deve ser considerado está relacionado à adubação, que foi a mesma nos consórcios e nos cultivos solteiros, embora a quantidade total de plantas nos consórcios (soja+cultivar de *Urochloa* sp.) tenha sido maior do que nos cultivos solteiros. Entre os consórcios com capina, a maior matéria seca foi observada no consórcio com *U. brizantha* cv. Marandu e a menor no consórcio com *U. brizantha* cv. Piatã, possivelmente devido ao crescimento mais vigoroso que a cultivar Marandu apresenta.

Tabela 5.4 – Matéria seca das cultivares de *Urochloa* spp. por planta em consórcio com soja e em cultivo solteiro, com capina e sem capina na colheita da soja. Piracicaba – SP, 2009

Sistema de produção	Matéria seca de <i>Urochloa</i> sp. (g.planta ⁻¹)	
	Com capina	Sem capina
Consórcio soja x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	18,3 bA	1,7 abcB
Consórcio soja x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	1,8 cA	0,8 bcB
Consórcio soja x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	2,6 bcA	0,6 cB
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	108,7 aA	2,2 abcB
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	69,0 aA	5,0 aB
Cultivo solteiro <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	58,4 aA	3,4 abB
F _{sistema} = 10,0** F _{capina} = 48,2**	F _{sistemax capina} = 8,4**	
CV (%) = 39,0		

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram transformados de matéria seca em g.planta⁻¹ pela função log (x) para realização das análises estatísticas

Entre os consórcios foi observada a mesma tendência para a matéria seca por planta (Tabela 5.4) verificada na Tabela 3.6 (Tabela 3.6 no Capítulo 3), ou seja, *U. decumbens* cv. Basilisk foi a que apresentou menor capacidade competitiva com a cultura. A menor matéria seca por planta estaria associada também ao maior estande dessa cultivar em relação às demais (Tabela 5.3), o que proporcionaria menor tamanho por planta. Entre os cultivos solteiros das cultivares de *Urochloa* spp., onde não houve interferência da soja, *U. brizantha* cv. Piatã foi a mais competitiva com as plantas daninhas.

As reduções na matéria seca por planta das cultivares de *Urochloa* spp., em decorrência da competição com as plantas daninhas, foram de 90,5% no consórcio de soja com *U. brizantha*

cv. Marandu, enquanto no consórcio com *U. brizantha* cv. Piatã essa redução foi de 57,8% e de 79,7% no consórcio com *U. decumbens* cv. Basilisk. Essas perdas foram maiores nos cultivos solteiros, onde *U. brizantha* cv. Marandu apresentou redução de 98,0% sem a capina, *U. brizantha* cv. Piatã perdeu 92,9% na matéria seca por planta e em *U. decumbens* cv. Basilisk a redução foi de 94,2%.

Da mesma forma, quando se avalia o total de matéria seca por área (Tabela 5.5), houve também maior matéria seca nos cultivos solteiros. Os valores obtidos nos cultivos solteiros com capina estariam acima de 11000 kg.ha⁻¹ com adubação de 35 kg.ha⁻¹ de P para *U. brizantha* cv. Marandu (EMBRAPA, 1984) e de 9700 kg.ha⁻¹ com adubação de manutenção para a cultivar Piatã (EMBRAPA, 2009).

Tabela 5.5 – Matéria seca das cultivares de *Urochloa* spp. por área em consórcio com soja e em cultivo solteiro, com capina e sem capina na colheita da soja. Piracicaba – SP, 2009

Sistema de produção	Matéria seca de <i>Urochloa</i> sp. (kg.ha ⁻¹)		Média
	Com capina	Sem capina	
Consórcio soja x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	1825,6	85,0	955 b
Consórcio soja x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	210,6	71,7	141 b
Consórcio soja x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	675,6	66,1	371 b
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	16719,4	347,2	8533 a
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	13772,2	386,1	7079 a
Cultivo solteiro <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	13845,6	453,3	7149 a
Média	7262,1 A	228,1 B	
F _{sistema} = 18,0**		F _{sistemax capina} = 2,6 ^{ns}	
F _{capina} = 114,7**			
CV (%) = 15.1			

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram transformados de matéria seca em kg.ha⁻¹ pela função log (x) para realização das análises estatísticas

Quando os valores são extrapolados para peso por área (Tabela 5.5), as cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio apresentaram menor matéria seca do que nos cultivos solteiros, mas não houve diferença entre as cultivares dentro dos consórcios ou mesmo dentro dos cultivos solteiros. Além disso, foi observada uma redução maior na matéria seca das cultivares de *Urochloa* spp. pela competição com as plantas daninhas. Dessa forma, no consórcio de soja com *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk houve uma redução de 95,3%, 66,0% e 90,2%, respectivamente. Ao passo que nos cultivos solteiros das respectivas cultivares a redução na matéria total por área foi de 97,9%, 97,2% e 96,7%,

respectivamente. As perdas na matéria seca por área de *Urochloa* spp. foram de 96,9% nas áreas sem capina.

A presença das cultivares de *Urochloa* spp. na entrelinha da soja não proporcionou controle sobre a densidade ou a matéria seca de plantas daninhas (Tabela 5.6), provavelmente devido ao reduzido crescimento das plantas de *Urochloa* dentro da estrutura de consórcio adotada. Nas áreas com capina foi encontrada uma infestação considerada baixa e nas áreas sem capina, uma média/alta infestação para cultivos solteiros de soja, sendo que esses critérios dependem da referência bibliográfica e das espécies envolvidas (SILVA et al., 2009; VOLL et al., 2005).

Tabela 5.6 – Densidade de plantas daninhas em consórcio de soja com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de soja e das cultivares de *Urochloa* spp., com capina e sem capina na colheita da soja. Piracicaba – SP, 2009

Sistema de produção	Densidade de plantas daninhas (plantas.m ⁻²)	
	Com capina	Sem capina
Consórcio soja x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	22,5	60,0
Consórcio soja x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	21,0	47,0
Consórcio soja x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	17,5	49,5
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	15,5	66,0
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	17,5	72,0
Cultivo solteiro <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	7,0	63,5
Cultivo solteiro de soja	5,5	60,0
Média	15,2 A	59,7 B
F _{sistema} = 0,8 ^{ns}	F _{sistemax capina} = 1,1 ^{ns}	
F _{capina} = 80,2 ^{**}		
CV (%) = 29,0		

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de densidade foram transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$ para realização das análises estatísticas

Da mesma forma, foi observada uma matéria seca por m² de plantas daninhas consideravelmente maior nas áreas sem capina em comparação às áreas com capina (Tabela 5.7). As reduções significativas nos componentes de produção da soja e das cultivares de *Urochloa* spp. pela maior infestação de plantas daninhas nas áreas sem capina também se deve às espécies presentes nessas áreas. *Panicum maximum* foi a espécie mais importante, em todas as áreas sem capina, colaborando em grande parte com o predomínio das espécies de monocotiledôneas entre os tratamentos. A importância da espécie entre os tratamentos se deve à sua predominância durante o pousio da área antes da instalação do experimento. É considerada como espécie de elevada capacidade competitiva, sendo um dos motivos para isso o grande porte que pode

alcançar (KISSMANN, 1997). *Urochloa plantaginea* (sinonímia *Brachiaria plantaginea*) foi a segunda mais importante nessas áreas, à exceção do cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Piatã, onde foi a quarta espécie mais importante. *Commelina benghalensis* foi a terceira espécie mais importante nos consórcios com cultivares de *Urochloa* spp. e no cultivo solteiro de soja e a segunda espécie mais importante no cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Piatã.

Tabela 5.7 – Matéria seca de plantas daninhas em consórcio de soja com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de soja e das cultivares de *Urochloa* spp., com capina e sem capina na colheita da soja. Piracicaba – SP, 2009

Sistema de produção	Matéria seca de plantas daninhas (g.m ⁻²)	
	Com capina	Sem capina
Consórcio soja x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	15,8	512,1
Consórcio soja x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	18,2	480,9
Consórcio soja x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	16,8	351,9
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	4,8	915,4
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	9,5	792,7
Cultivo solteiro <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	26,8	815,4
Cultivo solteiro de soja	11,9	582,1
Média	14,8 A	635,8 B
F _{sistema} = 0,2 ^{ns}	F _{sistemax capina} = 0,9 ^{ns}	
F _{capina} = 186,1 ^{**}		
CV (%) = 31,0		

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de matéria seca foram transformados pela função log (x+0,5) para realização das análises estatísticas

Mesmo envolvendo o consórcio com cultivares de *Urochloa* spp., pode-se dizer que esses resultados estão condizentes com os resultados obtidos em ensaios de competição em experimento substitutivo entre a soja e *U. plantaginea* e entre a soja e *C. benghalensis*. Assim, a primeira espécie de planta daninha foi considerada mais competitiva que a soja do que a segunda (DIAS, 2008). Ademais, *U. plantaginea* e *C. benghalensis* são consideradas espécies importantes no cultivo solteiro de soja.

Nas áreas com capina, outras espécies de menor capacidade competitiva foram consideradas as mais importantes e *P. maximum* e *U. plantaginea*, consideradas como de elevada capacidade competitiva, foram importantes em cultivos solteiros de *Urochloa* spp., onde teriam encontrado menor densidade de outras espécies de plantas daninhas (Tabela 5.6).

Tabela 5.8 - Índice de importância relativa de espécies de plantas daninhas em cultivo solteiro de soja (T4) e em consórcio com *U. brizantha* cv. Marandu (U1) e cv. Piatã (U2) e *U. decumbens* cv. Basilisk (U3), cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Marandu (T1) e cv. Piatã (T2), *U. decumbens* cv. Basilisk (T3), com capina (C) e sem capina (S). Piracicaba – SP, 2009

[illegible]

Entre as espécies que se destacaram nos sistemas de produção com capina encontram-se *A. tenella*, *Eleusine indica* e *A. conyzoides*, embora *A. conyzoides* não seja considerada uma boa competidora em relação às espécies de gramíneas (KISSMANN, 1999) (Tabela 5.8). No cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Marandu, *U. plantaginea* foi a espécie mais importante, enquanto *P. maximum* foi a espécie mais importante no cultivo solteiro de *U. decumbens* cv. Basilisk.

Houve similaridade significativa (acima de 50%) entre os sistemas de produção sem capina (Tabela 5.9) como reflexo da elevada semelhança entre as espécies que ocorreram e predominaram nessas áreas. No entanto, houve similaridade significativa apenas em cinco das 21 comparações entre sistemas de produção com capina.

Tabela 5.9 - Índice de similaridade de Czekanowski em consórcio de soja com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de soja (T4), cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Marandu (T1), *U. brizantha* cv. Piatã (T2), *U. decumbens* cv. Basilisk (T3), com capina (C) e sem capina (S). Piracicaba – SP, 2009

	U1/C	U1/S	U2/C	U2/S	U3/C	U3/S	T1/C	T1/S	T2/C	T2/S	T3/C	T3/S	T4/C	T4/S
	%													
U1/C	100													
U1/S	51	100												
U2/C	56	22	100											
U2/S	62	72	35	100										
U3/C	60	34	69	44	100									
U3/S	58	69	35	85	44	100								
T1/C	36	45	27	42	36	37	100							
T1/S	42	62	26	65	33	70	38	100						
T2/C	42	47	23	43	29	47	35	40	100					
T2/S	47	65	29	68	31	72	43	74	46	100				
T3/C	44	35	41	46	37	43	48	37	66	40	100			
T3/S	54	75	29	71	36	71	42	68	54	80	42	100		
T4/C	70	60	35	67	44	58	42	39	37	47	42	53	100	
T4/S	59	79	30	86	41	85	44	64	47	70	42	73	63	100

U1: consórcio de soja com *U. brizantha* cv. Marandu; U2: consórcio de soja com *U. brizantha* cv. Piatã; U3: consórcio de soja com *U. decumbens* cv. Basilisk

Ao analisar em conjunto todas as variáveis avaliadas no trabalho pela análise biplot por componentes principais, observou-se que o número de vagens por planta foi o componente de produção da soja que mais contribuiu com a produtividade da cultura, tanto na análise para cada cultivar de *Urochloa* como na análise entre todas as cultivares (Figura 5.2). O estande da soja foi o segundo componente que mais contribuiu com a produtividade entre os consórcios com *U. brizantha* cv. Marandu e cv. Piatã, enquanto nos consórcios com *U. decumbens* cv. Basilisk foi o número de grãos por vagem. Em relação ao efeito das cultivares de *Urochloa* spp. sobre a

produtividade da soja nos consórcios, verificou-se que a matéria seca de *U. decumbens* cv. Basilisk foi a variável mais correlacionada com a produtividade da soja, enquanto a matéria seca de *U. brizantha* cv. Piatã foi a segunda variável mais importante. A matéria seca de *U. brizantha* cv. Marandu foi a terceira variável, juntamente com o estande da soja que contribuiu com a produtividade da soja no consórcio. O estande de *Urochloa* spp. foi a variável mais importante quando foram avaliados todos os dados em conjunto, embora sua importância tenha sido maior no consórcio com *U. decumbens* cv. Basilisk. A densidade e a matéria seca de plantas daninhas foram as variáveis que mais contribuíram para a redução na produtividade da soja, como já foi observado pelas análises de variância.

Figura 5.2 – Análise biplot por componentes principais das variáveis avaliadas em experimento de consórcio de soja com *Urochloa* spp., com capina e sem capina. Piracicaba – SP, 2009

A contribuição do estande e da matéria seca das cultivares de *Urochloa* spp. na produtividade da soja podem ser consequência da competição das gramíneas forrageiras com as plantas daninhas e ao fato de apresentarem menor densidade e matéria seca por metro quadrado que as plantas daninhas. Além disso, as cultivares de *Urochloa* spp. competiram com as plantas daninhas em espaçamento reduzido. Esse efeito positivo das cultivares de *Urochloa* spp. na produtividade da soja pode ser observada também na análise do índice de equivalência de área (Tabela 5.10).

Tabela 5.10 - Índice de equivalência de área (IEA) no consórcio de soja com cultivares de *Urochloa* spp., com capina e sem capina. Piracicaba – SP, 2009

Consórcio com soja	Soja consorciada/ Soja solteira	<i>Urochloa</i> sp. consorciada/ <i>Urochloa</i> spp. solteira	IEA
Produtividade da soja ou matéria seca das cultivares de <i>Urochloa</i> sp. em consórcio com capina comparada às respectivas testemunhas com capina			
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu/ Com capina	1,03	0,11	1,14
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã/ Com capina	1,08	0,02	1,09
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk/ Com capina	1,07	0,05	1,11
Produtividade da soja ou matéria seca das cultivares de <i>Urochloa</i> sp. em consórcio sem capina comparada às respectivas testemunhas sem capina			
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu/ Sem capina	1,06	0,24	1,30
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã / Sem capina	1,65	0,19	1,83
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk/ Sem capina	1,10	0,15	1,25
Produtividade da soja ou matéria seca das cultivares de <i>Urochloa</i> sp. em consórcio sem capina comparada às respectivas testemunhas com capina			
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu/ Sem capina	0,45	0,01	0,45
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã / Sem capina	0,70	0,01	0,70
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk/ Sem capina	0,47	0,00	0,47

Ao analisar a proporção de plantas de soja e das cultivares de *Urochloa* spp. em cada consórcio, verificou-se que houve maior proporção de plantas de soja em quase todos os consórcios, à exceção daquele com *U. decumbens* cv. Basilisk com capina que apresentou proporção próxima de 50%:50% (dados não apresentados). Nessa proporção haveria um menor aproveitamento da área de cultivo de acordo com os resultados obtidos no Tabela 3.4, mas provavelmente devido ao atraso na semeadura das cultivares de *Urochloa* spp. esse prejuízo decorrente da competição entre as espécies consorciadas no PCPI teria sido irrelevante (Tabela 5.10).

Todos os consórcios foram considerados viáveis, quando comparados aos respectivos cultivos solteiros com e sem capina, por terem apresentado valores de IEA acima de 1,0, indicando um aproveitamento eficiente da área (Tabela 5.10). Nesses consórcios, a soja

consorciada apresentou produtividade maior em relação à soja solteira em todos os consórcios avaliados em relação à testemunha correspondente, com e sem capina. No entanto, a matéria seca das cultivares de *Urochloa* spp. consorciada foi consideravelmente menor que a correspondente solteira, demonstrando vantagem competitiva da soja nas condições em que foram instalados os consórcios. O consórcio de soja com *U. brizantha* cv. Marandu foi o que apresentou maior IEA entre os consórcios com capina, devido ao maior porte da cultivar (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001). Nos consórcios sem capina, observou-se maior IEA naquele com *U. brizantha* cv. Piatã, embora tenha sido o consórcio com menor IEA quando houve capina, indicando maior capacidade competitiva da cultivar, como mencionado anteriormente.

No entanto, foi observada a inviabilidade dos consórcios quando não há controle de plantas daninhas ao comparar as matérias secas nos consórcios sem capina com as testemunhas com capina (Tabela 5.10). Isso porque houve redução considerável na matéria seca relativa da soja e das cultivares de *Urochloa*, resultando em baixo aproveitamento da área já que consórcios com valores de IEA menores do que 1,0 não são considerados viáveis. Além disso, a formação da pastagem sem o controle de plantas daninhas também seria provavelmente comprometida.

5.4 Conclusões

O estabelecimento dos consórcios de soja com as cultivares de *Urochloa* spp. não afeta os componentes de produção, altura e produtividade da soja ou mesmo reduz a comunidade de plantas daninhas, mas interfere na densidade, matéria seca por planta e por área das cultivares de *Urochloa* spp.

Os consórcios de soja com *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk com alta infestação de plantas daninhas necessitam do controle dessas para que os consórcios sejam viáveis e haja um aproveitamento eficiente da área de cultivo.

Referências

- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
SECRETARIA DA DEFESA AGROPECUÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Rosário: H. Blume Ediciones, 1979. 820 p.
- DIAS, A.C.R. **Germinação, competitividade com a cultura da soja e resposta biológica a aplicações de glyphosate para plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.)**. 2008. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- DIAS-FILHO, M.B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2335-2341, 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Campo Grande, EMBRAPA-CNPQ, 1984. 31 p. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 21).
- EMBRAPA GADO DE CORTE. **BRS Piatã: *Brachiaria brizantha***: calidad: tecnología: resistencia: productividad. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2009. 4 p. 1 folder.
- FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2007. (Circular Técnica. EMBRAPA Soja, 48).
- HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes**: noções gerais. 2 ed. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. 52 p. (Documentos. EMBRAPA Soja, 264).
- KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. v.1, 824 p.
- KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. v. 2, 978 p.
- KLEFENS, P.C. de O. **O biplot na análise fatorial multivariada**. 2009. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de Concentração de Estatística e Experimentação Agronômica). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. de; COSTA, J.L. da S.; SILVA, J.G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa**: Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas plantio direto e convencional. Santo Antônio de Goiás, EMBRAPA Arroz e Feijão, 2000. (Circular Técnica. EMBRAPA Arroz e Feijão, 38).

KÖEPPEN, W. **Climatologia**: con um estúdio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

KROPFF, M.J. General Introduction. In: KROPFF, M.J.; VAN LAAR, H.H. **Modeling crop-weed interactions**. Wallingford: CAB International/ International Rice Research Institute, 1993. chap.1, p. 1-7.

LAMEGO, F.P.; FLECK, N.G.; BIANCHI, M.A.; SCHAEDELER, C.E. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja - II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 491-498, 2004.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. de (Ed.). **Cerrado**: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2007. 224 p.

MENDONÇA, F.C.; RASSINI, J.B. **Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 2006. 14 p. (Circular Técnica. EMBRAPA Pecuária Sudeste, 45).

MONSANTO. **Variedades Monsoy**: Portfólio safra 2009/2010. 2009. 36 p.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R.M.N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129 -132, 2006.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547 p.

NASCIMENTO, M. do S.C.B. do; RENVOIZE, S.A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na Região Meio Norte**. Teresina: EMBRAPA Meio Norte; Kew Royal Botanic Gardens, 2001. 196 p.

NEPOMUCENO, M.; ALVES, P.L.C.A.; DIAS, T.C.S.; PAVANI, M.C.M.D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007.

OLIVEIRA, L.G. **Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de 16 genótipos de soja resistente a herbicida em duas regiões sojícolas**. 2009. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCÓPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 455-463, 2009.

PASSINI, T. **Competitividade e predição de perdas de rendimento da cultura de feijão quando em convivência com *Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitchc.** 2001. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PORTELA, C.M. de O. **Efeito de herbicidas e diferentes populações de forrageiras consorciadas com as culturas de soja e milho, no Sistema Santa Fé.** 2003. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S.I.C. de; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciada com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, H. A. **Integração lavoura-pecuária.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 303-329.

PRINS, U.; WIT, J. de. Intercropping cereals and grain legumes: a farmers perspective. In: JOINT ORGANIC CONGRESS, 2006, Odense. **Abstracts...** Odense: Dansk Landbrugsrådgivning, 2006.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

REGNIER, E. E.; STOLLER, E. W. The effects of soybean (*Glycine max*) interference on the canopy architecture of common cocklebur (*Xanthium strumarium*), jimsonweed (*Datura stramonium*), and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, n. 2, p. 187-195, 1989.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. Carbon dioxide fixation and carbohydrate synthesis. In: _____. **Plant physiology.** Belmont: Wadsworth Publishing, 1991. chap. 11. p. 225-248.

SILVA, A.C. da; FREITAS, F.C.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, R.S. Dessecação pré-colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses reduzidas de graminicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p.37-42, 2006.

SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A.; GALON, L.; FREITAS, M.A.M.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.

SOUZA FILHO, A.P.da S. Alelopatia: das primeiras observações aos atuais conceitos. In: SOUZA FILHO, A.P.da S.; ALVES, S.de M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais.** Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2002, p. 15-23.

SOUZA V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática:** guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Plantarum, Nova Odessa, 2005.

SULLIVAN, P. **Intercropping principles and production practices**. Fayetteville: ATTRA, 2003. 12 p.

TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil 2009; 2010. Londrina: EMBRAPA Soja; EMBRAPA Cerrados; EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2008. 262 p. (EMBRAPA Soja. Sistemas de Produção, 13).

VILELA, L., MACEDO, M.C.M., MARTHA JÚNIOR, G.B., KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J., STONE, L.F., AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 143-170.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; ADEGAS, F.S.; GAUDÊNCIO, C. de A.; VOLL, C.E. **A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. (Documentos. EMBRAPA Soja, 260).

6 INTERAÇÃO ENTRE A CULTURA DE MILHO E CULTIVARES DO GÊNERO *Urochloa* P.Beauv. EM CONSÓRCIO E INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NOS SISTEMAS

Resumo

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de estudar a interação entre a cultura de milho e cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio, assim como a interferência de plantas daninhas nesses sistemas e a necessidade de controle das plantas daninhas para sua viabilidade. Para isso, conduziu-se um experimento aleatorizado em três blocos com parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas por sete sistemas de produção (*Urochloa brizantha* cv. Marandu e cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk em cultivo solteiro e em consórcio com o milho e cultivo solteiro de milho) e as subparcelas pela presença ou ausência do controle de plantas daninhas (com e sem capina). As comunidades de plantas daninhas em cada tratamento foram comparadas pelo índice de similaridade de Czekanoswki e os consórcios foram avaliados pelo índice de equivalência de área. Verificou-se que o estabelecimento dos consórcios de milho com as cultivares de *Urochloa* spp. não afeta os componentes de produção, altura e produtividade do milho, assim como não reduz a comunidade de plantas daninhas, mas interfere na densidade, matéria seca por planta e por área das cultivares de *Urochloa* spp. Houve níveis de interferência semelhantes das plantas daninhas entre os sistemas de produção sem capina, devido à similaridade entre suas comunidades de plantas daninhas, com predomínio de espécies consideradas altamente competitivas como *Panicum maximum* e às baixas infestações com predominância de espécies como *Richardia brasiliensis* e *Ageratum coyzooides*, associadas ao controle com capina. Nos consórcios de milho com as cultivares de *Urochloa* spp. deve ser efetuado o controle de plantas daninhas para um melhor aproveitamento da área.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*; *Brachiaria decumbens*; Índice de equivalência de área; Índice de similaridade; Integração lavoura-pecuária

Abstract

This study was conducted to study the interaction between the corn and cultivars of *Urochloa* spp. in association, as well as the interference of weeds in this system and the need for weed control for its viability. For this, a randomized experiment in three blocks with split-plots design was conducted. The plots consisted of seven cropping systems (*Urochloa brizantha* cv. Marandu and cv. Piata and *U. decumbens* cv. Basilisk a sole culture and in association with corn as well as the sole culture of corn) and the split-plots by the presence or absence of weed control (with and without weeding). The weed community in each treatment was compared by the similarity index of Czekanowski and the corn-*Urochloa* spp. associations were evaluated by the land equivalent ratio. It was found that the establishment of corn-*Urochloa* spp. cultivars association does not affect yield components such as height and grain yield, nor reduces the weed community, but interferes in the density, dry matter per plant and per area of *Urochloa* spp. cultivars. There were similar levels of interference of weeds between cropping systems without weeding due to the similarity between the weed communities, showing the predominance of

species considered as highly competitive such as *Panicum maximum* and also due to the low infestation with predominance of species such as *Richardia brasiliensis* and *Ageratum coyzoides*, associated with weed control. In the association of corn with cultivars of *Urochloa* spp. weed control must be done in order to obtain better use of the area.

Keywords: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; *Brachiaria brizantha* cv. Piatã; *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk; Land equivalent ratio; Similarity index; Integrated crop-livestock system

6.1 Introdução

Interferência é um termo que abrange a competição e a alelopatia, sendo que a competição pode ser considerada como um processo físico que ocorre quando a demanda combinada das plantas é maior do que o suprimento de um ou mais fatores de crescimento (luz, água e nutrientes), considerada como uma das chaves para a determinação do desempenho dos agroecossistemas. Muitas das pesquisas com competição entre plantas têm sido conduzidas para maximizar a produção de sistemas consorciados pela adequação da época de semeadura e da densidade das espécies consorciadas. Em ambientes agrícolas, as culturas crescem em níveis moderados a altos de recursos. Assim, a habilidade competitiva das espécies é determinada pela capacidade de captura dos recursos, tanto das culturas quanto das plantas daninhas (KROPFF, 1993). Já a alelopatia pode ser entendida como “todo efeito direto e indireto de uma planta sobre outra, incluindo a participação de microorganismos e, substâncias químicas que são liberadas para o ambiente” (SOUZA FILHO, 2002).

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de milho com uma produção de 35,9 milhões de toneladas, sendo que a produção de milho é dividida em duas épocas de plantio: os plantios de verão durante o período de chuvas e a “safrinha” geralmente após o plantio de cultivares de soja precoce. Além disso, as condições de cultivo de milho no Brasil são diversificadas, havendo desde o cultivo tipicamente de subsistência até lavouras altamente tecnificadas (GARCIA et al., 2006).

Devido à importância da cultura de milho, aos benefícios que os sistemas de integração lavoura-pecuária podem proporcionar tanto para as lavouras quanto para as pastagens (VILELA et al., 2003), além da possibilidade de recuperação de áreas degradadas, verifica-se a necessidade de estudos que envolvam o consórcio de milho com gramíneas forrageiras para aprimoramento

do sistema. A semeadura das gramíneas forrageiras a lanço antes da passagem da semeadora de milho, caracterizando uma semeadura simultânea das espécies consorciadas, tem sido bastante utilizada. Nessa prática é possível a aplicação de atrazine no controle de plantas daninhas de folhas largas, embora o uso de graminicidas possa ser dificultado. Com isso, alguns trabalhos têm sido conduzidos para avaliar a aplicação de herbicidas no controle de plantas daninhas (JAKELAITIS et al., 2005; JAKELAITIS et al., 2006). Os consórcios podem promover efeito positivo no controle de plantas daninhas, sendo que a mensuração do banco de sementes (PRINS; WIT, 2006), densidade e matéria seca de plantas daninhas, parâmetros que podem avaliar a eficiência dos consórcios. No entanto, verifica-se praticamente ausência de trabalhos que avaliem o efeito desses consórcios sem o uso de herbicidas na supressão de plantas daninhas e as espécies de plantas daninhas que causariam a interferência nesses consórcios. Além disso, no caso dos consórcios, observa-se também a importância da comparação das produções obtidas nos consórcios em comparação às obtidas nos respectivos cultivos solteiros, de forma a avaliar a eficiência no aproveitamento da área de cultivo (SULLIVAN, 2003).

Em estudo conduzido por Severino et al. (2006), verificou-se que *U. brizantha* é mais competitivo com as plantas daninhas que *U. decumbens* no consórcio com milho (SEVERINO et al., 2006), provavelmente em decorrência da arquitetura de planta de cada espécie (SEVERINO et al., 2005). Assim, embora *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (sinonímia *Brachiaria decumbens* Stapf) seja uma espécie muito semelhante a *Urochloa brizantha* (Hochsr. ex A. Rich) Stapf (sinonímia *B. brizantha* (A.Rich.) Stapf) (SOUZA; LORENZI, 2005), há como principal diferença fenotípica um menor crescimento e cobertura mais densa da primeira espécie em relação à segunda (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001).

No delineamento aditivo convencional pareado avalia-se a comunidade de plantas daninhas como um todo, para quantificar as perdas no rendimento da cultura, em função do período em que a cultura e as plantas daninhas permanecem em competição. Para reduzir a variabilidade devido à distribuição das plantas daninhas na área, uma parcela sem plantas daninhas é colocada ao lado daquela que se tem a competição (PASSINI, 2001). Neste trabalho, além das plantas daninhas como adicional ao sistema, tem-se também as cultivares de *Urochloa* spp. adicionadas aos cultivos solteiros de milho e de milho em relação aos cultivos solteiros das cultivares de *Urochloa* spp.

Para compreender as relações entre as variáveis estudadas, pode-se fazer uma análise biplot por componentes principais, de forma que “biplot” é uma técnica multivariada de representação gráfica com marcadores de dados de linhas e coluna que formam uma tabela de dupla entrada. Os marcadores são calculados a partir da decomposição por valor singular da matriz de dados. O “biplot” é usado por alguns métodos multivariados para mostrar a relação existente entre variáveis, entre observações e entre variáveis e observações ao passo que, a análise por componentes principais é uma técnica de análise exploratória multivariada que transforma um conjunto de variáveis correlacionadas em um conjunto menor de variáveis não correlacionadas, combinações lineares das variáveis originais (KLEFENS, 2009).

Com isso, este trabalho teve como objetivos avaliar a interação entre as espécies consorciadas, a interferência de plantas daninhas no sistema e a necessidade de controle de plantas daninhas para viabilidade dos consórcios.

6.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, da Universidade de São Paulo - USP, Piracicaba-SP (22° 42' 30'' latitude sul, 47° 30' 00'' longitude oeste e 546 m de altitude), no ano agrícola 2008/2009. O clima da região é do tipo Cwa (KÖPPEN, 1948), mesotérmico, tropical úmido, com três meses mais secos (junho, julho e agosto) e concentração de chuvas no verão. As temperaturas máximas e mínimas e a precipitação foram obtidas através da estação automática da ESALQ/USP (Figura 6.1). As temperaturas médias mensais durante o período de condução do experimento provavelmente foram adequadas para germinação e desenvolvimento vegetativo do milho e cultivares de *Urochloa* spp. (MENDONÇA; RASSINI, 2006; LANDAU; SANS; SANTANA, 2009; BRASIL, 2009). A precipitação pluviométrica provavelmente atendeu as necessidades hídricas durante o ciclo do milho, considerando-se que a necessidade total de água na cultura varia de 500 a 800 mm por ciclo, dependendo das condições climáticas dominantes (SANS; GUIMARÃES, 2009).

Figura 6.1 – Médias mensais de temperatura máxima e mínima e precipitação durante a condução do experimento de milho em consórcio com cultivares de *Urochloa* spp. Piracicaba – SP, 2008/2009

O solo da área é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 - Propriedades químicas e físicas de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico na área do experimento. Piracicaba – SP, 2008

Análise química																	
pH CaCl ₂	M.O	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma de bases	CTC	Saturação de bases	Saturação Al	S (SO ₄)	Cu DTPA	Fe DTPA	Zn DTPA	Mn DTPA	B (água quente)
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						V%	m%	mg dm ⁻³	mg/dm ³					
4,9	23	25	3,7	14	8	25	0	26	51	51	0	7	1,1	23	1,4	43,6	0,34
Análise física																	
Argila (<0,002 mm)			Silte (0,053-0,002 mm)			Areia total			Areia grossa (2,00-0,210 mm)			Areia fina (0,210-0,053 mm)			Classe textural		
%																	
15,7			10,3			74,0			35,0			39,0			Franco arenosa		

Fonte: Análises realizadas no Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda. (Pirasolo)

A área encontrava-se em pousio com infestação de plantas adultas de capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.) como espécie predominante. Essa situação estaria mais próxima daquela encontrada em caso de renovação de pastagem, que seria a formação de uma nova

pastagem com outra espécie forrageira. O solo foi preparado de forma convencional uma vez com grande aradora e quatro vezes com grade niveladora. Com esse preparo do solo não houve rebrota de *P. maximum*. A comunidade de plantas daninhas presente na área experimental antes da instalação do experimento foi avaliada de acordo com a escala de Braun-Blanquet (1979), de forma a estabelecer um referencial para a avaliação realizada após o estabelecimento dos tratamentos (Ver Anexo B.1 e B.2). A espécie predominante na área foi capim-colonião com mais de 75% de cobertura da área (*Panicum maximum* Jacq.), enquanto mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), picão-grande (*Blainvillea* cf. *biaristata* DC), carrapichão (*Xanthium strumarium* L.), capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd), apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.) e cheirosa (*Marsypianthes chamaedrys* Kuntze) também estavam entre as espécies mais importantes na área antes da instalação do experimento, mas cada espécie com menos de 5% de cobertura.

O delineamento experimental foi aleatorizado em blocos com parcelas subdivididas e três repetições. As parcelas foram constituídas por sete sistemas de produção (*Urochloa brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk em cultivo solteiro e em consórcio com milho e cultivo solteiro de milho) e as subparcelas pela presença e ausência de controle de plantas daninhas (com e sem capina). As parcelas apresentaram área total de 12,6 m² (3,0 x 4,2 m) e área útil de 6,0 m² (2,0 x 3,0 m), sendo desconsideradas as fileiras externas e 0,5 m nos extremos das subparcelas.

A adubação e a semeadura foram realizadas mecanicamente em 18/12/2008 com semeadora da marca Jumil, com seis linhas e espaçamento de 0,70 m. Fez-se a adubação de semeadura com 250 kg.ha⁻¹ do formulado NPK 08-28-16 e adubação de cobertura com 75 kg.ha⁻¹ de KCl e 400 kg.ha⁻¹ de sulfato de amônio em toda a área experimental, inclusive nos cultivos solteiros das cultivares de *Urochloa* spp. A adubação foi realizada conforme as recomendações para a cultura de milho (RAIJ et al., 1997), considerando-se que as gramíneas forrageiras utilizam adubação residual da cultura de grãos nos consórcios dentro do sistema de integração lavoura-pecuária (MARTHA JÚNIOR; VILELA; SOUSA, 2007).

O híbrido de milho utilizado no experimento foi o AG 5055, o qual além de ser recomendado para a produção de grãos na região de Piracicaba (AGROCERES, 2009), caracteriza-se por apresentar ciclo precoce, porte alto da planta, alta inserção da espiga, florescimento aos 68-73 dias e ponto de colheita aos 140-150 dias a 25% de umidade. A

semeadura foi ajustada para obter população de 55.000 plantas por área. Nas parcelas com cultivo solteiro das cultivares de *Urochloa* spp. efetuou-se o desbaste das plântulas de milho com enxada em 19 dias de sua emergência. Como parte dos tratos culturais do milho, fez-se a pulverização de deltametrina, chlorpyrifos e lambda-cialotrina de forma alternada para o controle da lagarta-do-cartucho, conforme as recomendações para a cultura.

Sementes de *U. brizantha* cv. Marandu (capim-marandu), *U. brizantha* cv. Piatã (capim-piatã) e *U. decumbens* cv. Basilisk (capim-braquiária) foram semeadas no mesmo dia após a semeadura do milho. A semeadura das gramíneas forrageiras foi efetuada entre as linhas de milho na profundidade de 3 cm com 3 kg de sementes puras que formam plântulas normais ha⁻¹, calculado a partir do valor cultural das sementes de cada espécie (% pureza x % germinação). A porcentagem de valor cultural (VC) e o teste de germinação foram determinados no laboratório de sementes da ESALQ/USP, de acordo com as Regras para Análise de Sementes, sendo que *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk apresentaram 48,8%, 60,3% e 31,5% de VC, respectivamente. A porcentagem de germinação de *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk (média ± limite de confiança a 95%) foram de 57% ± 3, 76% ± 4 e 34% ± 8, respectivamente. Foram pesadas 40 amostras de 100 sementes de cada cultivar do gênero *Urochloa* spp.

Nos tratamentos com capina essas foram realizadas em 31/12/2008 (13 dias após a semeadura, DAS), 06/01/2009 (19 DAS), 20/01/2009 (33 DAS) e 19/02/2009 (63 DAS), abrangendo o período crítico de prevenção de interferência do milho (RAMOS; PITELLI, 1994).

Como componentes de produção do milho, avaliou-se o número de fileiras por espiga, o número de grãos por fileira de 10 espigas, o número de espigas por metro e o estande do milho em três linhas da área útil. A colheita das espigas de milho foi realizada manualmente em 18/05/2009, coletando-se todas as plantas de três linhas da área útil de cada subparcela para a determinação da produtividade de milho. O peso de 1000 grãos foi obtido de uma amostra retirada do total de grãos colhidos. A determinação da produtividade e peso de 1000 grãos foi obtida após a correção do teor de umidade dos grãos de milho para 13%. Avaliou-se também a altura de 10 plantas da área útil, de forma aleatória.

A parte aérea das plantas de *Urochloa* foi coletada em 1 m de linha da subparcela para determinação da matéria seca por metro linear, sendo determinado também o estande final por metro, considerando-se como plantas distintas aquelas distantes a mais de 5 cm. Essa coleta foi

selecionada entre uma das cinco linhas da área útil de cada subparcela com cultivares de *Urochloa* spp.

Para determinação da densidade de plantas de cada espécie de planta daninha, foram utilizados dois quadros de 0,5 x 0,5 m distribuídos aleatoriamente dentro da área útil de cada subparcela. As plantas daninhas presentes em cada quadro também foram coletadas para determinação da matéria seca. Avaliaram-se as plantas daninhas nas áreas com capina para determinar a infestação remanescente. A matéria verde das cultivares de *Urochloa* spp. e das plantas daninhas foi acondicionada em saco de papel e colocada em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingir peso constante, para determinação das respectivas matérias secas.

A análise de variância foi efetuada no sistema SAS 9.1 com desdobramento da variância complexa na parcela dentro de subparcela pelo software SISVAR 5.3 para as variáveis que apresentaram interação entre os fatores. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade. Alguns resultados de variáveis foram transformados por funções para atender as pressuposições da análise de variância (normalidade, homocedasticidade e independência de resíduos). As variáveis analisadas para a cultura do milho foram: componentes de produção, altura e produtividade do milho com transformação dos resultados de número de espigas por metro pela função $1/x$ e os de peso de 1000 grãos por $\sqrt{x}$; para as cultivares de *Urochloa* spp.: estande, matéria seca por planta e por área e o peso de 100 sementes das cultivares de *Urochloa* spp. com transformação pela função $\log(x)$ para os resultados de estande e $\log(x+0,5)$ para matéria seca por planta das cultivares de *Urochloa* spp.; e para as plantas daninhas: densidade de plantas e matéria seca de plantas daninhas com transformação desses dados pela função $\log(x+0,5)$.

O índice de importância relativa de cada espécie (IRi) foi calculado de acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974):

$$IRi = (DRI + FRI + DoRI) / 300 \quad (1)$$

DRI: densidade relativa de cada espécie

$$DRI = \frac{(DAi \times 100)}{\sum DAi} \quad (2)$$

DAi: densidade absoluta de cada espécie (n° de plantas de cada espécie m⁻²).

FRi: frequência relativa de cada espécie

$$FRi = \frac{(FAi \times 100)}{\sum FAi} \quad (3)$$

DoAi: frequência absoluta de cada espécie (% de parcelas em que ocorre cada espécie).

DoRi: dominância relativa de cada espécie

$$DoRi = \frac{(DoAi \times 100)}{\sum DoAi} \quad (4)$$

DoAi: dominância absoluta de cada espécie (matéria seca de cada espécie m⁻²).

O índice de similaridade de Czekanowski (SC) foi calculado pelo programa MVSP 3.1, de acordo com o método de cluster UPGMA (“unweighted pair group method with arithmetic mean”), calculando-se a distância por Bray-Curtis e a similaridade pela diferença entre 1 e o valor obtido no programa multiplicado por 100 (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), segundo eq. (5):

$$(SC) = \frac{2 \times \sum_{i=1}^m \min(x_i, y_i) \times 100}{\sum_{i=1}^m x_i + \sum_{i=1}^m y_i} \quad (5)$$

x_i e y_i : valores de densidade média da espécie i ; $\sum_{i=1}^m \min(x_i, y_i)$: somatória dos menores valores de densidade da espécie i quando essa ocorre em ambas as áreas; m : número total de espécies.

Foi efetuada também a análise biplot por componentes principais com todas as variáveis avaliadas no experimento no sistema SAS 9.1. Algumas variáveis foram transformadas para torná-las comparáveis. Variáveis relacionadas ao milho: estande do milho (plantas.m⁻¹ para plantas.m⁻²), peso de 1000 grãos (g para kg) e produtividade (kg.ha⁻¹ para kg.m⁻²); variáveis

relacionadas às cultivares de *Urochloa* spp.: estande (plantas.m⁻¹ para plantas.m⁻²) e matéria seca por área (kg.ha⁻¹ para kg.m⁻²) das cultivares de *Urochloa* spp.; variável relacionada às plantas daninhas: matéria seca das plantas daninhas (g.m⁻² para kg.m⁻²). Foram efetuadas quatro análises biplot por componentes principais: a primeira com os resultados do cultivo consorciado de milho com *U. brizantha* cv. Marandu e do cultivo solteiro de milho, ambos com e sem capina; a segunda com os resultados do cultivo consorciado de milho com *U. brizantha* cv. Marandu e do cultivo solteiro de milho, com e sem capina; a terceira com os resultados do cultivo consorciado de milho com *U. brizantha* cv. Marandu e do cultivo solteiro de milho, ambos com e sem capina e a quarta com os resultados de todos os consórcios e do cultivo solteiro de milho, com e sem capina.

No gráfico da análise biplot por componentes principais, quanto menor o ângulo entre duas retas maior a correlação entre as variáveis correspondentes. Ângulo igual a 90° representa correlação nula entre variáveis e retas opostas representam variáveis com correlação inversa. Os pontos representam as observações em relação às retas que representam as variáveis.

Calculou-se também o índice de equivalência da área, de acordo com a seguinte fórmula:

$$IEA = (AC/AM) + (BC/BM) \quad (6)$$

AC: rendimento da cultura A consorciada; BC: rendimento da cultura B consorciada; AM: rendimento da cultura A em cultivo solteiro; BM: rendimento da cultura B em cultivo solteiro.

6.3 Resultados e discussão

Os sistemas de produção não influenciaram sobre os componentes de produção do milho (número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, número de espigas por metro, estande do milho e peso de 1000 grãos), a altura e a produtividade do milho (Tabela 6.2), apesar dos estandes das cultivares de *Urochloa* spp. terem sido superiores às recomendações nos consórcios de milho com *U. decumbens* cv. Basilisk, que seria de 8 a 10 plantas.m⁻² (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Isso provavelmente devido às condições mais favoráveis ao desenvolvimento do milho do que às cultivares de *Urochloa* spp. encontradas neste trabalho. Além disso, o arranjo em linha das

gramíneas forrageiras empregado neste experimento não teria interferido nos componentes de produção e produtividade do milho (BORGHI; CRUSCIOL; COSTA, 2006), considerando-se também que as cultivares de *Urochloa* spp. são menos competitivas que o milho quando semeadas simultaneamente à cultura (Tabela 4.6 no Capítulo 4). Assim, o maior enfolhamento de cultivares de milho tropical é considerado importante na competição entre plantas (FISHER; PALMER, 1983), além do emprego de cultivares de milho de ciclo precoce, porte alto e espaçamento reduzido na entrelinha de milho proporcionarem fechamento mais rápido da área, causando sombreamento às cultivares de *Urochloa* spp.

Tabela 6.2 - Componentes de produção, altura e produtividade do milho na presença ou ausência de controle de plantas daninhas com apresentação de médias obtidas entre consórcios com cultivares de *Urochloa* spp. e cultivo solteiro de milho. Piracicaba – SP, 2009

Capina	Número de fileiras espiga ⁻¹	Número de grãos fileira ⁻¹	Número de espigas m ⁻¹	Estande do milho (plantas m ⁻¹)	Peso de 1000 grãos (g)	Altura de planta (m)	Produtividade do milho (kg.ha ⁻¹)
Com capina	16,8 a	30,4 a	4,2 a	4,3 a (6,1)	323,8 a	2,9 a	8883,2 a
Sem capina	16,8 a	29,3 a	4,3 a	4,4 a (6,3)	309,2 b	2,8 b	7945,5 b
F _{sistema}	0,8 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,4 ^{ns}
F _{capina}	0,1 ^{ns}	4,3 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	5,7*	14,1**	6,0*
F _{sistemax capina}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,3 ^{ns}	1,8 ^{ns}	1,1 ^{ns}	4,6 ^{ns}	2,6 ^{ns}
CV (%)	2,7	4,6	8,2	13,2	2,4	1,6	11,2

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de número de espigas m⁻¹ foram transformados pela função 1/x e os de peso de 1000 grãos por $\sqrt{x}$ para realização das análises estatísticas. Médias entre parênteses são expressas em plantas.m⁻²

Com o sombreamento, as plantas C₄ (plantas que têm como produto inicial de fixação do CO₂ ácidos com quatro carbonos), incluindo as cultivares de *Urochloa* spp., apresentam menor taxa de produção de matéria seca (SALISBURY; ROSS, 1991; DIAS-FILHO, 2000 PORTES; CARVALHO; KLUTHCOUSKI, 2003). No trabalho de Tsumanuma (2004), o consórcio com *U. brizantha* cv. Marandu e *U. decumbens*. também não influenciou na altura de plantas, peso de 1000 grãos e produtividade do milho.

As plantas daninhas influenciaram negativamente a altura de plantas, o peso de 1000 grãos e a produtividade do milho (Tabela 6.2). Dessa forma, houve redução média de 4,5% do peso de 1000 grãos, enquanto a altura de plantas foi reduzida em 3,5%. Ao passo que, quando

não houve controle de plantas daninhas a redução na produtividade do milho foi, em média, da ordem de 10,6%. A produtividade do híbrido triplo de milho quando submetido à capina apresenta valor próximo ao obtido em trabalho de desempenho agrônômico de 56 cultivares de milho, conduzido por Hanashiro et al. (2009).

Os sistemas de produção e o controle de plantas daninhas com capina apresentaram efeito sobre o estande (Tabela 6.3), com interação entre esses fatores na matéria seca por planta e por área das cultivares de *Urochloa* spp. (Tabela 6.4 e 6.5). Dessa forma, devido à desvantagem competitiva nos consórcios com o milho, as cultivares de *Urochloa* spp. teriam sido mais influenciadas pelos sistemas de produção e pelo efeito da competição com as plantas daninhas.

Tabela 6.3 – Estande das cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio com milho e em cultivo solteiro, com capina e sem capina na colheita do milho. Piracicaba – SP, 2009

Sistema de produção	Estande (plantas.m ⁻¹)		Média
	Com capina	Sem capina	
Consórcio milho x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	9,5 (13,6)	5,8 (8,2)	8,3 bc (10,9)
Consórcio milho x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	7,8 (11,1)	7,5 (10,7)	8,0 bc (10,9)
Consórcio milho x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	14,8 (21,1)	13,0 (18,6)	14,5 a (19,8)
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	9,8 (13,9)	8,0 (11,4)	9,3 abc (12,7)
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	7,5 (10,7)	7,3 (10,4)	6,7 c (10,5)
Cultivo solteiro <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	12,0 (17,1)	10,5 (15,0)	11,2 ab (16,1)
Média	10,6 A (15,1)	8,7 B (12,4)	
F_{sistema} = 8,0**	F_{sistemax capina} = 1,4^{ns}		
F_{capina} = 10,2**			

CV (%) = 7,2

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram transformados pela função log (x) para realização das análises estatísticas. Médias entre parênteses são expressas em plantas.m⁻²

O estande de *U. decumbens* cv. Basilisk em consórcio com o milho foi o que apresentou maior número de plantas entre os sistemas de produção, enquanto a menor quantidade de plantas ocorreu no cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Piatã (Tabela 6.3). Essa maior densidade de plantas teria ocorrido devido à superação de dormência das sementes de *U. decumbens* cv. Basilisk, já que a cultivar foi a que apresentou a menor porcentagem de germinação em laboratório. Além disso, posteriormente, foi observado que o tamanho das sementes poderia ter interferido na quantidade de sementes que teriam sido semeadas de cada cultivar de *Urochloa* spp., o que levou à pesagem das sementes. Assim, o peso de 100 sementes da cultivar de *U. decumbens* cv. Basilisk (0,50 g) foi menor que o das sementes de *U. brizantha* cv. Piatã (0,69 g) e essa cultivar apresentou sementes menores que *U. brizantha* cv. Marandu (0,76 g). Com isso houve diferença na quantidade de sementes semeadas para cada cultivar, considerando-se que foi

semeado o mesmo peso de sementes por área com correção pelo valor cultural de cada cultivar de *Urochloa*. Além disso, deve-se observar que a correção adicional para o peso de sementes de cada espécie ou cultivar também não vem sendo adotada em outros trabalhos que comparam espécies ou cultivares de gramíneas forrageiras em sistemas de integração lavoura-pecuária.

A matéria seca por planta de *Urochloa* spp. foi menor nos sistemas consorciados com milho do que nos cultivos solteiros, com capina e sem capina (Tabela 6.4). Esse resultado seria decorrente do sombreamento proporcionado pelas plantas de milho sobre as plantas das cultivares de *Urochloa* spp. já discutido anteriormente, embora *U. brizantha* e *U. decumbens* sejam consideradas espécies com certa tolerância ao sombreamento (NASCIMENTO; RENZOIZE, 2001). Em estudo conduzido por Portes et al. (2000), verificou-se que houve redução no número de perfilhos, índice de área foliar, matéria seca total da parte aérea, matéria seca das folhas verdes e dos colmos e taxa de crescimento de *U. brizantha* cv. Marandu em consórcio com o milho. Da mesma forma, Jakelaitis et al. (2004) constataram reduções na matéria seca de *U. decumbens* em decorrência do consórcio. Outro fator a ser considerado está relacionado com a mesma adubação nos consórcios e nos cultivos solteiros, apesar da quantidade total de plantas nos consórcios (milho + *Urochloa* sp.) ter sido maior do que nos cultivos solteiros.

Tabela 6.4 – Matéria seca por planta e por área das cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio com milho e em cultivo solteiro, com capina e sem capina na colheita do milho. Piracicaba – SP, 2009

Sistema de produção	Matéria seca das cultivares de <i>Urochloa</i> sp.			
	g.planta ⁻¹		kg.ha ⁻¹	
	Com capina	Sem capina	Com capina	Sem capina
Consórcio milho x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	16,3 cA	10,0 bA	2485,2 bA	836,2 bA
Consórcio milho x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	5,9 cA	9,0 bA	718,1 bA	1292,4 bA
Consórcio milho x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	12,1 cA	7,5 bA	2714,8 bA	1387,6 bA
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	99,0 bA	56,9 aB	15691,4 aA	6957,1 aB
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	154,6 aA	26,7 abB	13755,2 aA	2565,7 bB
Cultivo solteiro <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	73,3 bA	29,9 abB	12208,1 aA	4223,8 abB
F _{sistema}	38,1**		63,8**	
F _{capina}	149,8**		128,3**	
F _{sistema x capina}	40,9**		19,6**	
CV (%)	7,8		24,8	

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados transformados de matéria seca planta⁻¹ pela função log (x+0,5) para realização das análises estatísticas

Entre os cultivos solteiros com capina, *U. brizantha* cv. Piatã foi a cultivar que apresentou a maior matéria seca por planta, provavelmente devido ao menor estande observado nesse

sistema, com e sem capina (Tabela 6.3). Nesse caso, teria ocorrido uma compensação na produção de matéria seca por área (Tabela 6.4), já que não houve diferença significativa entre as produtividades dos cultivos solteiros das cultivares de *Urochloa* spp. com capina. Essa compensação seria decorrente da plasticidade fenotípica que as plantas costumam apresentar (PACIULLO et al., 2008), que em geral é limitada pela temperatura, comprimento do dia, doenças e em menor extensão, pelos insetos (FISHER; PALMER, 1983). Os valores obtidos por área nos cultivos solteiros com capina (Tabela 6.4) estariam acima daqueles esperados para *U. brizantha* cv. Marandu, que seria de 11000 kg.ha⁻¹ com adubação de 35 kg.ha⁻¹ de P (EMBRAPA, 1984) e de 9700 kg.ha⁻¹ com adubação de manutenção para *U. brizantha* cv. Piatã (EMBRAPA, 2009).

Entre os cultivos solteiros sem capina, *U. brizantha* cv. Marandu foi a cultivar que apresentou a maior matéria seca por planta e por área (Tabela 6.4), indicando maior competitividade dessa cultivar com as plantas daninhas em relação às demais. Nos consórcios, as reduções na matéria seca por planta das cultivares de *Urochloa* spp. derivada da competição com as plantas daninhas foi de 45,5% no consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Marandu, enquanto no consórcio com *U. brizantha* cv. Piatã essa redução foi de 19,4% e no consórcio com *U. decumbens* cv. Basilisk foi de 47,5%. Essas perdas foram maiores nos cultivos solteiros, onde *U. brizantha* cv. Marandu apresentou redução de 45,1% sem a capina, *U. brizantha* cv. Piatã perdeu 78,1% na matéria seca por planta e em *U. decumbens* cv. Basilisk a redução foi de 62,2%.

Quando os valores são extrapolados para peso por área (Tabela 6.4), as cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio também apresentaram menor matéria seca do que nos cultivos solteiros, mas não houve diferença entre as cultivares dentro dos consórcios ou mesmo dentro dos cultivos solteiros. Além disso, foi observada uma redução maior na matéria seca por área das cultivares de *Urochloa* spp. pela competição com as plantas daninhas. Nos consórcios de milho com *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk houve uma redução de 64,3%, 0,3% e 53,7% na matéria seca por área, respectivamente. Ao passo que nos cultivos solteiros das respectivas cultivares a redução foi de 53,7%, 75,3% e 67,2%.

Houve uma infestação que pode ser considerada como baixa entre os sistemas de produção com capina (0 a 15 plantas.m⁻²). A densidade de plantas daninhas nos sistemas de produção com capina foi maior nos cultivos consorciados de *Urochloa* spp. do que em seus cultivos solteiros, enquanto o cultivo solteiro de milho foi o que apresentou a maior densidade de

plantas daninhas (Tabela 6.5). Isso se deve provavelmente ao maior fechamento da área com as gramíneas forrageiras, enquanto o cultivo solteiro de milho possibilitaria maior entrada de luz nas entrelinhas.

No entanto, não houve diferença na densidade de plantas daninhas entre os sistemas de produção sem capina, onde houve infestação média de 35 plantas.m⁻² (Tabela 6.5). Com isso, foi possível verificar que a presença das cultivares de *Urochloa* spp. nos consórcios por si só não reduziu a densidade de plantas daninhas, provavelmente devido ao reduzido crescimento das plantas de *Urochloa* dentro da estrutura de consórcio adotada. Nesse caso, deve-se também considerar a possibilidade da distribuição em linha ser menos eficiente na supressão de plantas daninhas do que a distribuição aleatória de plantas de *Urochloa* spp. O controle de plantas daninhas com a capina reduziu significativamente a densidade de plantas daninhas em todos os sistemas de produção, à exceção do cultivo solteiro de milho (Tabela 6.5).

Tabela 6.5 – Densidade de plantas daninhas em consórcio de milho com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de milho e das cultivares de *Urochloa* spp., com capina e sem capina na colheita do milho. Piracicaba – SP, 2009

Sistema de produção	Densidade de plantas daninhas (plantas.m ⁻²)	
	Com capina	Sem capina
Consórcio milho x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	4,7 bA	28,7 aB
Consórcio milho x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	8,0 bcA	26,7 aB
Consórcio milho x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	7,3 bcA	24,0 aB
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	0,0 aA	38,7 aB
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	0,0 aA	51,3 aB
Cultivo solteiro <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	0,0 aA	34,0 aB
Cultivo solteiro milho	14,7 cA	39,3 aA
F_{sistema} = 7,7**	F_{sistema x capina} = 10,6**	
F_{capina} = 201,3**		
CV (%) = 28,4		

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de densidade foram transformados pela função log (x+0,5) para realização das análises estatísticas

Nos sistemas de produção com capina, observou-se menor matéria seca de plantas daninhas para os cultivos solteiros das cultivares de *Urochloa* spp. (Tabela 6.6) e o consórcio de milho com *U. decumbens* cv. Basilisk, enquanto o cultivo solteiro de milho apresentou a maior matéria seca de plantas daninhas. Tais resultados foram condizentes aos observados para a densidade de plantas daninhas nas mesmas condições. Entre os tratamentos sem capina, maior quantidade de matéria seca de plantas daninhas foi observada no cultivo solteiro de *U. brizantha*

cv. Piatã, talvez por ser uma cultivar com arquitetura de planta mais aberta, permitindo maior incidência de luz dentro da área.

Tabela 6.6 – Matéria seca de plantas daninhas em consórcio de milho com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de milho e das cultivares de *Urochloa* spp., com capina e sem capina na colheita do milho. Piracicaba – SP, 2009

Sistema de produção	Matéria seca de plantas daninhas (g.m ⁻²)	
	Com capina	Sem capina
Consórcio milho x <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	2,7 abA	188,0 aB
Consórcio milho x <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	1,5 abA	89,4 aB
Consórcio milho x <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	1,4 aA	294,1 abB
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Marandu	0,0 aA	754,8 abB
Cultivo solteiro <i>U. brizantha</i> cv. Piatã	0,0 aA	1072,7 bB
Cultivo solteiro <i>U. decumbens</i> cv. Basilisk	0,0 aA	730,4 abB
Cultivo solteiro milho	19,5 bA	289,6 abB
F _{sistema} = 5,0**	F _{sistemax capina} = 13,2**	
F _{capina} = 737,0**		
CV (%) = 21,6		

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de matéria seca de foram transformados pela função log (x+0,5) para realização das análises estatísticas

Da mesma forma, foi observada uma matéria seca por m² de plantas daninhas consideravelmente maior nas áreas sem capina em comparação às áreas com capina (Tabela 6.6). As espécies de dicotiledôneas predominaram entre os tratamentos, à exceção daqueles com *U. decumbens* cv. Basilisk, em consórcio com milho e em cultivo solteiro, ambos sem capina (Tabela 6.7). *A. tenella* e *P. maximum* foram as espécies mais importantes entre os tratamentos sem capina, sendo que a primeira predominou nas áreas com a presença de milho (consórcio com *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e cultivo solteiro de milho) e a segunda predominou nas áreas com cultivo solteiro das cultivares de *Urochloa* spp. (*U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk). O grande porte e a tolerância ao sombreamento teriam favorecido *P. maximum* nos tratamentos sem capina (KISSMANN, 1997). *P. maximum* foi a segunda espécie mais importante no cultivo solteiro de milho com capina, mas não esteve presente na avaliação das demais áreas com capina. Esse controle eficiente de *P. maximum* teria sido decorrente também da combinação de uma aração mais quatro passagens com grade niveladora realizadas antes da instalação do experimento.

Tabela 6.7 - Índice de importância relativa de espécies de plantas daninhas encontradas em consórcio de milho com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de milho (T4), cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Marandu (T1), *U. brizantha* cv. Piatã (T2), *U. decumbens* cv. Basilisk (T3), com capina (C) e sem capina (S). Piracicaba – SP, 2009

Nome científico	U1/C	U1/S	U2/C	U2/S	U3/C	U3/S	T1/C	T1/S	T2/C	T2/S	T3/C	T3/S	T4/C	T4/S
<i>Cenchrus echinatus</i>	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Commelina benghalensis</i>	22,8	11,0	16,2	17,7	43,6	12,2	-	7,7	-	9,6	100,0	11,2	6,8	11,1
<i>Eleusine indica</i>	7,5	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5
<i>Panicum maximum</i>	-	25,0	-	14,2	-	40,0	-	25,0	-	32,3	-	39,9	17,3	21,6
<i>Urochloa plantaginea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	2,6	-	-
Total monocotiledôneas	36,7	38,2	16,2	31,9	43,6	52,2	0,0	32,7	0,0	43,4	100	53,7	24,1	34,2
<i>Ageratum conyzoides</i>	11,3	-	11,1	-	17,1	-	-	2,0	-	4,7	-	1,6	21,6	2,9
<i>Alternanthera tenella</i>	39,8	38,8	4,4	37,8	17,5	35,7	-	40,4	27,1	25,2	-	17,0	25,5	39,9
<i>Blainvillea rhomboidea</i>	-	-	-	-	-	4,4	-	15,7	28,6	16,8	-	13,1	4,2	3,3
<i>Desmodium</i> sp.	-	2,4	-	5,9	-	2,3	-	-	-	-	-	6,0	3,6	1,5
<i>Indigofera suffruticosa</i>	-	4,2	24,9	-	-	-	-	-	16,7	-	-	-	13,8	3,6
<i>Leucas martinicensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	2,1	-	1,8	-	-	-	-
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	6,1	2,5	7,7	12,5	-	5,3	-	2,1	15,4	2,1	-	5,4	-	8,6
<i>Phyllanthus</i> sp.	-	1,9	-	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Richardia brasiliensis</i>	-	5,7	21,6	5,2	16,9	-	-	-	-	-	-	1,6	7,1	-
<i>Senna obtusifolia</i>	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	2,2	-	-	-	-
<i>Sida rhombifolia</i>	-	-	6,8	-	-	-	-	2,1	12,2	1,4	-	1,6	-	-
<i>Solanum americanum</i>	6,1	-	7,3	4,7	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9
Total dicotiledôneas	63,3	57,5	83,8	68,0	56,4	47,7	0,0	64,4	100,0	54,2	0,0	46,3	75,8	61,7
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

U1: consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Marandu; U2: consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Piatã; U3: consórcio de milho com *U. decumbens* cv. Basilisk.

Nos sistemas de produção com capina, outras espécies predominaram nessas áreas (Tabela 6.7). Assim, as espécies mais importantes no consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk foram *Commelina benghalensis*, *Richardia brasiliensis* e *A. tenella*, respectivamente. Ao passo que *Blainvillea* cf. *biaristata* e *Ageratum conyzoides* foram as espécies mais importantes no cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Piatã e no cultivo solteiro de milho, respectivamente.

Devido às semelhanças entre as espécies predominantes e as que ocorreram entre os sistemas de produção, observou-se similaridade significativa (acima de 50%) entre os sistemas de produção sem capina, com exceção da comparação entre o cultivo solteiro de *U. decumbens* cv. Basilisk e o consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Marandu, mas que mesmo assim apresentou valor próximo a 50% (Tabela 6.8). Entre os sistemas de produção com capina, houve similaridade significativa apenas entre duas comparações das 21 possíveis. Ou seja, entre os consórcios de *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk e entre o consórcio de *U. decumbens* cv. Basilisk e o cultivo solteiro de milho (Tabela 6.8).

Tabela 6.8 - Índice de similaridade de Czekanowski em consórcio de milho com cultivares de *Urochloa* spp., cultivo solteiro de milho (T4), cultivo solteiro de *U. brizantha* cv. Marandu (T1), *U. brizantha* cv. Piatã (T2), *U. decumbens* cv. Basilisk (T3), com capina (C) e sem capina (S). Piracicaba – SP, 2009

	U1/C	U1/S	U2/C	U2/S	U3/C	U3/S	T1/C	T1/S	T2/C	T2/S	T3/C	T3/S	T4/C	T4/S
	%													
U1/C	100													
U1/S	36	100												
U2/C	24	15	100											
U2/S	57	72	34	100										
U3/C	48	49	52	63	100									
U3/S	35	85	8	63	42	100								
T1/C	0	0	0	0	0	0	100							
T1/S	31	72	14	57	38	73	0	100						
T2/C	31	19	41	27	17	20	0	44	100					
T2/S	38	58	13	54	43	63	0	72	52	100				
T3/C	2	2	0	2	2	2	0	0	0	2	100			
T3/S	49	48	22	59	38	54	0	58	49	74	2	100		
T4/C	27	37	39	41	54	32	0	34	40	38	2	45	100	
T4/S	46	80	22	72	46	78	0	78	34	62	2	57	43	100

U1: consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Marandu; U2: consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Piatã; U3: consórcio de milho *U. decumbens* cv. Basilisk

Quando se analisaram em conjunto todas as variáveis avaliadas no trabalho pela análise biplot por componentes principais, verificou-se que o número de grãos por fileira esteve entre os

componentes de produção que mais contribuíram com a produtividade do milho, tanto na análise para cada cultivar como na análise conjunta das três cultivares (Figura 6.2). No consórcio com *U. brizantha* cv. Marandu, o número de fileiras por espiga foi o componente de produção do milho mais associado à produtividade do milho. No caso do consórcio com *U. brizantha* cv. Piatã, outro componente de produção do milho que contribuiu de forma semelhante ao número de grãos por fileira em relação à produtividade do milho foi o peso de 1000 grãos. Em relação ao consórcio com *U. decumbens* cv. Basilisk, outros componentes de importância semelhante ao número de grãos por fileira foram o número de espigas.m⁻² e o estande do milho. A matéria seca de *U. brizantha* cv. Marandu e de *U. brizantha* cv. Piatã contribuiu de forma negativa, na mesma proporção que a matéria seca de plantas daninhas, ao passo que a matéria seca das plantas daninhas apresentou relação quase totalmente inversa em relação à produtividade de milho. A matéria seca de *U. decumbens* cv. Basilisk apresentou uma associação quase nula em relação à produtividade do milho. Para os resultados de todos os consórcios, verificou-se que a matéria seca de *Urochloa* spp. esteve inversamente relacionada à produtividade do milho em proporção similar à matéria seca de plantas daninhas. Entretanto, Severino et al. (2005) constataram com a semeadura de *Ipomoea grandifolia* e *Amaranthus hybridus* e a ocorrência natural de *Digitaria horizontalis* que a presença de plantas daninhas foi mais importante na redução da produtividade do milho do que a presença de *U. brizantha* e *U. decumbens*.

Figura 6.2 – Análise biplot por componentes principais das variáveis avaliadas em experimento de consórcio de milho com *Urochloa* spp., com capina e sem capina. Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 2009

Todos os consórcios com e sem capina em relação às respectivas testemunhas com e sem capina apresentaram índice de equivalência de área maior do que 1,0, indicando que houve maior aproveitamento da área do que se tivesse cultivado apenas o milho ou apenas as cultivares de *Urochloa* spp. (Tabela 6.9). Valores de IEA superiores a 1,0 indicam que o consórcio é eficiente, enquanto valores inferiores indicam que o mesmo é prejudicial (MONTEZANO; PEIL, 2006). Outro exemplo de consórcio com valor de IEA maior que 1,0 foi observado por Sarlak, Aghaalikhani e Zand (2008) entre o milho e *Vigna radiata* L. na proporção de plantas de 75%:25%, respectivamente.

Tabela 6.9 - Índice de equivalência de área (IEA) em consórcio de milho com das cultivares de *Urochloa* spp., com capina e sem capina. Piracicaba – SP, 2009

Consórcio com milho	Milho consorciado/ Milho solteiro	<i>Urochloa</i> sp. consorciada/ <i>Urochloa</i> sp. solteira	IEA
Produtividade do milho ou matéria seca das cultivares de <i>Urochloa</i> sp. em consórcio com capina comparada às respectivas testemunhas com capina			
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu / Com capina	0,94	0,17	1,11
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã / Com capina	1,09	0,09	1,18
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk / Com capina	0,99	0,20	1,19
Produtividade do milho ou matéria seca das cultivares de <i>Urochloa</i> sp. em consórcio sem capina comparada às respectivas testemunhas sem capina			
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu / Sem capina	1,14	0,13	1,27
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã / Sem capina	0,95	0,35	1,31
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk / Sem capina	0,91	0,28	1,19
Produtividade do milho ou matéria seca das cultivares de <i>Urochloa</i> sp. em consórcio sem capina comparada às respectivas testemunhas com capina			
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu / Sem capina	1,03	0,06	1,09
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã / Sem capina	0,86	0,09	0,94
<i>U. decumbens</i> cv. Basilisk / Sem capina	0,82	0,09	0,91

Entre os consórcios com capina, foram obtidos maiores valores de IEA no consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Piatã e de *U. decumbens* cv. Basilisk, superando àquele observado no consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Marandu, espécie mais estudada dentro do sistema de integração lavoura-pecuária. Nesse caso, quando for possível o controle de plantas daninhas adequado, suficiente ou mesmo dentro dos padrões de controle obtidos neste trabalho, pode-se considerar essas opções como as de melhor aproveitamento da área. Entretanto, quando não há o controle de plantas daninhas no consórcio de milho com *U. decumbens* cv. Basilisk, esse índice tende a ser menor do que com as outras cultivares, enquanto o consórcio de milho com *U. brizantha* cv. Piatã foi o que apresentou o maior valor entre os consórcios sem capina.

A proporção de plantas de milho e de plantas de *Urochloa* nos consórcios foi respectivamente de 30:70 nos consórcios com *U. brizantha* cv. Marandu e *U. brizantha* cv. Piatã capinados e de 40:60 quando não houve capina. Nos consórcios com *U. decumbens* cv. Basilisk com e sem capina a proporção de plantas foi de 20:80. Apesar das proporções apresentarem variação entre os consórcios, verificou-se que as mesmas proporcionaram aproveitamento eficiente da área, independentemente da proporção de plantas, como havia sido observado em experimento substitutivo de milho com as cultivares de *Urochloa* spp. (Figura 4.3 no Capítulo 4).

A matéria seca do milho nos consórcios apresentou valores relativos próximos aos do cultivo solteiro, com e sem capina, quando se compara à matéria seca da testemunha de mesma condição de controle com capina (Tabela 6.9). A matéria seca do milho consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu e *U. decumbens* cv. Basilisk sem capina em relação à matéria seca do milho solteiro com capina apresentou valores relativos abaixo de 1,0, em consequência do efeito de competição com as plantas daninhas. Quando se compara a matéria seca obtida para o milho e as cultivares de *Urochloa* nos consórcios sem capina em relação à matéria seca das respectivas testemunhas com capina, verificou-se que o consórcio com maior índice de equivalência foi com *U. brizantha* cv. Marandu. Dessa forma, se observou maior flexibilidade desse consórcio em relação ao controle de plantas daninhas quando se tem como parâmetro de avaliação o aproveitamento da área. Entretanto, quando se analisam as produtividades de *U. brizantha* cv. Marandu com capina em relação ao respectivo cultivo solteiro sem capina observa-se que mesmo nesse caso a formação da pastagem após a colheita do milho poderia ser comprometida.

6.4 Conclusões

O estabelecimento dos consórcios de milho com *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk não afeta os componentes de produção, altura e produtividade do milho ou mesmo reduz a comunidade de plantas daninhas, mas interfere na densidade, matéria seca por planta e por área das cultivares de *Urochloa* spp.

Os consórcios de milho com *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk necessitam do controle de plantas daninhas para que tenham um aproveitamento eficiente da área,

enquanto o consórcio com *U. brizantha* cv. Marandu apresenta aproveitamento aceitável com ou sem o controle das plantas daninhas em áreas com média infestação.

Referências

AGROCERES. **Sementes híbridas de milho Agrocere**s. 2009. 82 p.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C. Desenvolvimento da cultura do milho em consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 19-33, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SECRETARIA DA DEFESA AGROPECUÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Rosário: H. Blume Ediciones, 1979. 820 p.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V. de P.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 717-722, 2002.

DIAS-FILHO, M.B. Growth and biomass allocation of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2335-2341, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Campo Grande, EMBRAPA-CNPQ, 1984. 31 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 21).

EMBRAPA GADO DE CORTE. **BRS Piatã: *Brachiaria brizantha***: calidad: tecnología: resistencia: productividad. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2009. 4 p. 1 folder.

FISHER, K.S.; PALMER, A.F.E. Maize. In: SYMPOSIUM ON POTENTIAL PRODUCTIVITY OF FIELD CROPS UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTS., 1983.Laguna.**Proceedings...** Laguna: International Rice Research Institute, 1983.p.155-180.

GARCIA, J.C.; MATTOSO, M.J.; DUARTE, J.de O.; CRUZ, J.C. **Aspectos econômicos da produção e utilização do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Circular Técnica. EMBRAPA Milho e Sorgo, 74).

HANASHIRO, R.K.; FORNASIERI FILHO, D.; FRIGERI, T.; SCHEER, O.; CARVALHO, J. L.; SOUZA, G.P.F. Desempenho Agrônomo de cultivares de milho no período de safra em Jaboticabal-SP. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 21., 2009, São José do Rio Preto. **Anais...**, São José do Rio Preto. 2009.

JAKELAITIS, A., SILVA, A.A. da; SILVA, A.F. da; SILVA, L.L. da; FERREIRA, L.R.; VIVIAN, R. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, p. 53-60, 2006.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.F.; FREITAS, F.C.L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.F.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, F.C.L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

KLEFENS, P.C. de O. **O biplot na análise fatorial multivariada**. 2009. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de Concentração de Estatística e Experimentação Agronômica). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. de; COSTA, J.L. da S.; SILVA, J.G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. DE U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa**: Integração lavoura - pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas plantio direto e convencional. Santo Antônio de Goiás, EMBRAPA Arroz e Feijão, 2000. (Circular Técnica. EMBRAPA Arroz e Feijão, 38).

KÖEPPEN, W. **Climatologia**: con um estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

KROPFF, M.J. General Introduction. In: KROPFF, M. J.; VAN LAAR, H.H. **Modeling crop-weed interactions**. Wallingford: CAB International/ International Rice Research Institute, 1993. chap.1, p. 1-7.

LANDAU, E.C.; SANS, L.M.A.; SANTANA, D.P. Clima e solo. 5. ed. In: CRUZ, J.C. (Ed.). **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2009. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. London: Croom Helm, 1988. 179p.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. de (Ed.). **Cerrado**: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2007. 224 p.

MENDONÇA, F.C.; RASSINI, J.B. **Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 2006. 14 p. (Circular Técnica. EMBRAPA Pecuária Sudeste, 45).

MONTEZANO, E.M.; PEIL, R.M.N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129-132, 2006.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547 p.

NASCIMENTO, M. do S.C.B. do; RENVOIZE, S.A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na Região Meio Norte**. Teresina: EMBRAPA Meio Norte; Kew Royal Botanic Gardens, 2001. 196 p.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T. de; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.

PASSINI, T. **Competitividade e predição de perdas de rendimento da cultura de feijão quando em convivência com *Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitchc.** 2001. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S.I.C. de; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciada com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, H. A. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 303-329.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S.I.C. de; OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.

PRINS, U.; WIT, J. de. Intercropping cereals and grain legumes: a farmers perspective. In: JOINT ORGANIC CONGRESS, 2006, Odense. **Abstracts...** Odense: Dansk Landbrugsrådgivning, 2006.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAMOS, L.R.de; PITELLI, R.A. Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 10, p. 1523-1531, 1994.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. Carbon dioxide fixation and carbohydrate synthesis. In: _____. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth Publishing, 1991. chap. 11. p. 225-248.

SANS, L.M.A.; GUIMARÃES, D.P. Zoneamento agrícola. 5. ed. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2009. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

SARLAK, S.; AGHAALIKHANI, M.; ZAND, B. Effect of plant density and mixing ratio on crop yield in sweet corn/mungbean intercropping. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 11, n. 17, p. 2128-2133, 2008.

SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. I – Implicações sobre a cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 589-596, 2005.

SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. III – Implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 45-52, 2006.

SOUZA FILHO, A.P.da S. Alelopatia: das primeiras observações aos atuais conceitos. In: SOUZA FILHO, A.P.da S.; ALVES, S.de M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2002, p. 15-23.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Plantarum, Nova Odessa, 2005.

SULLIVAN, P. **Intercropping principles and production practices**. Fayetteville: ATTRA, 2003. 12 p.

TSUMANUMA, G.M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiária, em Piracicaba, SP**. 2004. 83 p. Dissertação (Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VILELA, L., MACEDO, M.C.M., MARTHA JÚNIOR, G.B., KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J., STONE, L.F., AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p. 143-170.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho, foi possível avaliar as profundidades mais adequadas para o estabelecimento de *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk em cultivos solteiros e consorciados, considerando-se que no primeiro caso seria mais importante um rápido estabelecimento para proporcionar uma vantagem competitiva em relação às plantas daninhas, enquanto nos consórcios um estabelecimento mais lento poderia ser mais adequado para o desenvolvimento da cultura de grãos e a realização do controle de plantas daninhas de acordo com as recomendações para o cultivo solteiro da cultura de grãos.

Em relação ao estabelecimento das cultivares de *Urochloa* spp., a semeadura de *U. brizantha* cv. Marandu e *U. brizantha* cv. Piatã pode ser realizada a 0 cm em sistemas consorciados sem prejuízo de suas alturas ou produções de matéria seca, mas em cultivos solteiros, a semeadura a 3 cm de profundidade é a mais adequada para um rápido estabelecimento da pastagem. Para *U. decumbens*, a profundidade de 3 cm é a mais indicada, tanto em cultivo solteiro quanto em cultivo consorciado, devido à otimização na produção de matéria seca e na altura das plantas, sem o benefício do atraso em sua emergência, já que a semeadura a 0 cm pode apresentar menor produção inicial de matéria seca. Deve-se lembrar que a semeadura a lanço das gramíneas forrageiras antes da passagem da semeadora de milho, já vem sendo adotada entre produtores que entraram no sistema de integração lavoura-pecuária, o que provavelmente já estaria levando a um atraso na emergência de plântulas nas áreas desses produtores.

Quando os resultados são analisados em relação ao controle de plantas daninhas, acredita-se que a semeadura das cultivares de *Urochloa* spp. com alguns dias de atraso seja uma alternativa mais viável do que contar com uma emergência de plântulas mais tardia. Isso porque diferenças nas condições de solo e clima poderiam causar adiantamentos ou atrasos em relação aos resultados obtidos neste trabalho. Além disso, de acordo com esses resultados, a emergência de plântulas coincidiria com o período anterior à interferência (PAI) da soja e do milho, espécies mais estudadas para o consórcio com as cultivares de *Urochloa* spp. Assim, nesse período haveria a dificuldade em encontrar um herbicida seletivo para a soja e as cultivares de *Urochloa*, embora seja possível o controle de plantas daninhas de folhas largas com atrazine no consórcio de milho com as cultivares de *Urochloa* spp. A aplicação de glyphosate no período anterior à interferência (PAI) em cultivos transgênicos de soja também poderia ser impossibilitada, caso

ocorresse atraso na pulverização em relação à emergência das plântulas das cultivares de *Urochloa* spp.

Em uma semeadura simultânea entre as cultivares de *Urochloa* spp. e as cultura de soja e milho com uma avaliação ao final do período crítico de prevenção de interferência citado em literatura, há uma interação de competição em que ocorre uma compensação entre as espécies consorciadas, ou seja, onde o tamanho das plantas das cultivares de *Urochloa* diminui conforme aumenta a proporção de plantas de soja em consórcio, enquanto ocorre o inverso em relação ao tamanho das plantas de soja e de milho. Dessa forma, as cultivares de *Urochloa* spp. foram menos competitivas que as culturas de soja e milho, havendo uma matéria seca relativa total equivalente à condição em que haveria competitividade equivalente entre as espécies consorciadas, independentemente da proporção de plantas. Haveria como exceção o consórcio de soja com *U. decumbens* cv. Basilisk em proporção respectiva de 50:50 e 25:75, onde os ganhos obtidos com a soja seriam inferiores às perdas causadas na gramínea forrageira. Além disso, as culturas de soja e milho são mais competitivas que as culturas de *Urochloa* spp. em igualdade de proporção. Embora não seja uma inferência normalmente abordada em experimentos em séries substitutivas, acredita-se que pelos resultados obtidos não haveria uma interferência das cultivares de *Urochloa* spp. no período crítico de prevenção de interferência das cultura de soja e milho, como foi observado nos resultados de produtividade dessas culturas no campo.

As produtividades das culturas de soja e milho em consórcio foram próximas daquelas obtidas nos cultivos solteiros das respectivas culturas e as produtividades das cultivares de *Urochloa* spp. em consórcio foram reduzidas significativamente em relação aos respectivos cultivos solteiros. O controle de plantas daninhas seria necessário tanto nos consórcio das cultivares de *Urochloa* spp. com soja quanto nos consórcios com o milho para um aproveitamento eficiente das áreas e para a adequada formação das pastagens que permaneceriam em sucessão às culturas.

APÊNDICES

APÊNDICE A.1 – *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk a 0, 3, 6, 9 e 12 cm de profundidade, aos 14 dias após a semeadura (DAS). Piracicaba – SP, 2008

APÊNDICE A.2 - *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk a 0, 3, 6, 9 e 12 cm de profundidade, aos 28 DAS. Piracicaba – SP, 2008

APÊNDICE B.1 - Furador com pontos equidistantes empregado nos experimentos de competição em vaso. a) vista inferior e b) vista superior. Piracicaba – SP, 2008

APÊNDICE B.2 - Vista geral de experimento substitutivo de soja (a) e milho (b) com cultivares de *Urochloa* spp., aos 28 DAS. Piracicaba – SP, 2008

APÊNDICE C.1 - Vista geral da área antes da instalação dos experimentos de campo. Piracicaba – SP, 2008

APÊNDICE D.1 – *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* cv. Basilisk em consórcio com a soja ou em cultivo solteiro, com e sem capina, soja solteira, com e sem capina, aos 78 DAS. Piracicaba – SP, 2009

APÊNDICE E.1 - *U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Piatã, e *U. decumbens* cv. Basilisk em consórcio com milho e em cultivo solteiro, com e sem capina, cultivo solteiro de milho, com e sem capina, aos 64 DAS. Piracicaba – SP, 2009

ANEXOS

ANEXO A.1 – Cálculo do número de plantas por metro quadrado no experimento pelo método substitutivo

$$X = 693 \text{ plantas.m}^{-2} \frac{1 \text{ m}^2}{1 \text{ planta irá ocupar } 0,001444 \text{ m}^2 (0,038 \text{ m} \times 0,038 \text{ m})}$$

ANEXO B.1 – Escala combinada de abundância e cobertura de Braun-Blanquet (1979)

5	qualquer número de indivíduos, cobrindo mais de 75% da área
4	qualquer número de indivíduos, cobrindo de 50 a 75% da área
3	qualquer número de indivíduos, cobrindo de 25 a 50% da área
2	qualquer número de indivíduos, cobrindo de 5% a 25% da área (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) ou cobrindo de 10 a 25% da área (Braun-Blanquet, 1979)
1	numerosos ou esparsos, mas cobrindo menos de 5% da área
+	poucos indivíduos, cobertura muito baixa
r	planta solitária, rara, cobertura muito baixa

ANEXO B.2 – Escala de Braun-Blanquet (1979) para as espécies e respectivas famílias de plantas daninhas encontradas na área antes da instalação dos experimentos. Piracicaba – SP, 2008

Espécie	Família	Escala Braun-Blanquet
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Poaceae	4
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	1
<i>Blainvillea</i> cf. <i>biaristata</i> DC.	Asteraceae	1
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae	1
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Poaceae	1
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Amaranthaceae	1
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poaceae	1
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> Kuntze	Lamiaceae	1
<i>Achyrocline saturejoides</i> (Lam.) DC.	Asteraceae	+
<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	+
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae	+
<i>Conyza</i> sp.	Asteraceae	+
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	+
<i>Desmodium</i> cf. <i>tortuosum</i> (Sw.) DC.	Fabaceae	+
<i>Gnaphalium spicatum</i> Lam.	Asteraceae	+
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	Convolvulaceae	+
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	+
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae	+

ANEXO B.3 – Nome científico e comum das espécies de plantas daninhas e famílias encontradas nos experimentos aditivos com consórcio de soja e milho com cultivares de *Urochloa* spp.

Nome científico	Nome comum	Família
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	carrapicho-de-carneiro	Asteraceae
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	mentrasto	Asteraceae
<i>Alternanthera tenella</i> Colla.	apaga-fogo	Amaranthaceae
<i>Amaranthus</i> cf. <i>quitensis</i> Kunth	-	Amaranthaceae
<i>Bidens pilosa</i> L.	picão-preto	Asteraceae
<i>Blainvillea</i> cf. <i>biaristata</i> DC.	picão-grande	Asteraceae
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	capim-carrapicho	Poaceae
<i>Commelina benghalensis</i> L.	trapoeraba	Commelinaceae
<i>Conyza</i> sp.	buva	Asteraceae
<i>Cyperus rotundus</i> L.	tiririca	Cyperaceae
<i>Desmodium</i> cf. <i>tortuosum</i> (Sw.) DC.	carrapicho-beiço-de-boi	Fabaceae
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	capim-colchão	Poaceae
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	capim-pé-de-galinha	Poaceae
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	falsa-serralha	Asteraceae
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	anileira	Fabaceae
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	corda-de-viola	Convolvulaceae
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> Kuntze	cheirosa	Lamiaceae
<i>Oxalis</i> sp.	trevo	Oxalidaceae
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	capim-colonião	Poaceae
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	losna-branca	Asteraceae
<i>Phyllanthus tenellus</i> Benth.	quebra-pedra	Euphorbiaceae
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomez	poaia-branca	Rubiaceae
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	mata-pasto	Fabaceae
<i>Sida linifolia</i> Cav.	guanxuma	Malvaceae
<i>Sida rhombifolia</i> L.	guanxuma	Malvaceae
<i>Sida santaremensis</i> Monteiro	guanxuma	Malvaceae
<i>Solanum americanum</i> Mill.	maria-pretinha	Solanaceae
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	capim-massambará	Poaceae
<i>Tridax procumbens</i> L.	erva-de-touro	Asteraceae
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R.D.Webster	capim-marmelada	Poaceae
<i>Xanthium strumarium</i> L.	carrapichão	Asteraceae