Consórcio Milho-Braquiária

Editor Técnico

Gessí Ceccon

Embrapa 40 ANOS

Consórcio Milho-Braquiária

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Consórcio Milho-Braquiária

Editor Técnico
Gessí Ceccon

Embrapa
Brasília, DF
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agropecuária Oeste
BR 163, km 253,6 - Trecho Dourados-Caarapó
79804-970 Dourados, MS
Caixa Postal 449
Fone: (67) 3416-9700
Fax: (67) 3416-9721
www.cpao.embrapa.br
E-mail: cpao.sac@embrapa.br

Unidade responsável pela edição
Embrapa Agropecuária Oeste

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*
Secretário-Executivo: *Germani Concenço*
Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Fernando Mendes Lamas, José Rubens Almeida Leme Filho, Márcia Mayumi Ishikawa, Michely Tomazi, Rodrigo Arroyo Garcia e Silvia Mara Belloni*
Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Oscar Fontão de Lima Filho*

Colaboração: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Supervisão editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*
Editoração eletrônica: *Emerson Silva*
Foto da capa: *Gessí Ceccon*
Criação da capa: *Nilton Pires de Araújo*

1ª edição
1ª impressão (2013): 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei Nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agropecuária Oeste

Consórcio milho-braquiária / editor técnico Gessí Ceccon, — Brasília, DF : Embrapa, 2013.
175 p. : il. color. ; 16 cm x 21 cm.

ISBN 978-85-7035-274-3

1. Milho – Braquiária – Consorciação de cultura. 2. *Brachiaria ruziziensis* – Milho – Consorciação de cultura. I. Ceccon, Gessí. II. Embrapa Agropecuária Oeste.

CDD 633.15

© Embrapa 2013

Autores

Aildson Pereira Duarte
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Fitotecnia, pesquisador Científico do Instituto Agronômico de Campinas, Campinas SP.
aildson@apta.sp.gov.br

Alceu Richetti
Administrador, M.Sc. em Administração, analista (pesquisa) da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS
alceu.richetti@embrapa.br

Alexandre Ferreira da Silva
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Fitotecnia (matologia), pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG
alexandre.ferreira@embrapa.br

Cacilda Borges do Valle
Engenheira-agrônoma, Ph.D em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS
cacilda.valle@embrapa.br

Carlos Alexandre Costa Crusciol
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Agricultura,
professor titular da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, SP
crusciol@fca.unesp.br

Carlos Hissao Kurihara
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Solos e Nutrição
de Plantas, pesquisador da Embrapa
Agropecuária Oeste, Dourados, MS
carlos.kurihara@embrapa.br

Carlos Ricardo Fietz
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Irrigação,
pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste,
Dourados, MS
carlos.fietz@embrapa.br

Danilton Luiz Flumignan
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Irrigação,
pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste,
Dourados, MS
danilton.flumignan@embrapa.br

Éder Comunello
Engenheiro-agrônomo, doutorando em
Engenharia de Sistemas Agrícolas,
pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste,
Dourados, MS
eder.comunello@embrapa.br

Emerson Borghi
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Agricultura,
pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura,
Palmas, TO
emerson.borghi@embrapa.br

Germani Concenço
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Fitotecnia,
pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste,
Dourados, MS
germani.concenco@embrapa.br

Gessí Ceccon
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Agricultura,
analista (pesquisa) da Embrapa
Agropecuária Oeste, Dourados, MS
gessi.ceccon@embrapa.br

Guilherme Lafourcade Asmus
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Nematologia,
pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste,
Dourados, MS
guilherme.asmus@embrapa.br

Heitor Cantarella
Engenheiro-agrônomo, Ph.D em Fertilidade
do Solo e Nutrição de Plantas,
pesquisador científico do Instituto Agronômico
de Campinas, Campinas, SP
cantarella@iac.sp.gov.br

Jaqueline Rosemeire Verzignassi
Engenheira-agrônoma, Pós-Dra. em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS
jaqueline.verzignassi@embrapa.br

João Kluthcouski
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão/ Cerrados, Planaltina, DF
joao.kluthcouski@embrapa.br

Liana Jank
Engenheira-agrônoma, Ph.D em Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS
liana.jank@embrapa.br

Luís Armando Zago Machado
Engenheiro-agrônomo, doutorando em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS
luis.zago@embrapa.br

Luiz Adriano Maia Cordeiro
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF
luiz.cordeiro@embrapa.br

Mário Massayuki Inomoto
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Entomologia,
professor associado da USP/Esalq,
Piracicaba, SP
inomoto@usp.br

Paulo César Sentelhas
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Irrigação e
Drenagem, professor da USP/Esalq, Piracicaba, SP
pcsentel@esalq.usp.br

Priscila de Oliveira
Engenheira-agrônoma, Dra. em Fitotecnia,
pesquisadora da Embrapa Cerrados,
Planaltina, DF
priscila.oliveira@embrapa.br

Ulysses Cecato
Engenheiro-agrônomo, Dr. em Zootecnia,
professor da Universidade Estadual de
Maringá, Maringá, PR
ucecato@uem.br

Apresentação

A agricultura moderna passa por um processo de intensa maximização de uso do solo, de insumos e de conhecimentos tecnológicos, visando ao aumento de rentabilidade e, consequentemente, de competitividade, em bases sustentáveis. Nesse contexto, a diversificação e a integração de atividades na propriedade rural passam a ter uma importância fundamental para a estabilidade do negócio agrícola.

O consórcio milho-braquiária é uma tecnologia onde se cultivam as duas espécies juntas, tendo como objetivo a produção de grãos e palha de milho e palha ou pasto de braquiária, com inegáveis benefícios para a sustentabilidade da produção, principalmente se considerada a imprevisibilidade climática, típica da atividade agrícola. É uma tecnologia que permite a consolidação do Sistema Plantio Direto em áreas de Cerrado, com reflexos positivos sobre as culturas subsequentes, como a soja, e a conservação dos recursos naturais.

Mesmo sendo um assunto antigo, muitas informações recentes foram geradas pela pesquisa e validadas em lavouras de agricultores sobre diversos aspectos relacionados ao consórcio milho-braquiária, de forma a permitir uma tomada de decisão segura pelo produtor rural ao optar por sua implementação.

Este livro reúne informações atualizadas sobre diversos aspectos relacionados ao consórcio milho-braquiária, tais como: as

características a serem observadas para a escolha da espécie forrageira a ser consorciada com milho, as modalidades de consórcio e métodos de implantação, o manejo químico da forrageira em consórcio e sua dessecação para semeadura da cultura em secessão. Constam ainda do livro informações sobre adubação do milho safrinha, solteiro e consorciado, e da soja em sequência, assim como uma indicação de locais potenciais do cultivo consorciado em Mato Grosso do Sul. São abordados os cuidados a serem observados em áreas infestadas por nematoides, além da análise econômica de um modelo de produção envolvendo a sucessão consórcio-soja-milho safrinha solteira.

Esperamos que esta contribuição da Embrapa Agropecuária Oeste possa ser útil ao apresentar opções para a produção agrícola técnica, econômica e ambientalmente sustentada, em benefício da sociedade brasileira.

Guilherme Lafourcade Asmus
Chefe-Geral
Embrapa Agropecuária Oeste

Sumário

Capítulo 1
Braquiária na Agropecuária Brasileira: Uma História de Sucesso 15

Capítulo 2
Modalidades e Métodos de Implantação do Consórcio Milho-Braquiária 25

Capítulo 3
Identificação e Características de Forrageiras Perenes para Consórcio com Milho 47

Capítulo 4
Manejo de Plantas Daninhas no Consórcio Milho-Braquiária 69

Capítulo 5
Risco Climático do Consórcio Milho com Braquiária em Mato Grosso do Sul 89

Capítulo 6
Adubação do Milho Safrinha em Consórcio com Braquiária 113

Capítulo 7
Nematoides em Cultivos Integrados 143

Capítulo 8
Viabilidade Econômica da Sucessão Consórcio Milho-Braquiária/Soja/ Milho Safrinha 163

Capítulo 1

Braquiária na Agropecuária Brasileira: uma História de Sucesso

João Kluthcouski
Luiz Adriano Maia Cordeiro
Gessí Ceccon
Priscila de Oliveira

Braquiária na Agropecuária Brasileira: uma História de Sucesso

João Kluthcouski
Luiz Adriano Maia Cordeiro
Gessí Ceccon
Priscila de Oliveira

A sustentabilidade na agropecuária brasileira está relacionada com a integração de sistemas de produção, com a integração lavoura-pecuária (ILP), com a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e agricultura de baixa emissão de carbono (Plano ABC).

Tanto a pecuária quanto a agricultura brasileira se desenvolveram em sistemas extrativistas: a pecuária, com espécies forrageiras nativas ou naturalizadas, de baixo valor nutricional ou de baixa capacidade de suporte, como o capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde), capim-jaraguá (*Hiparrhenia rufa* (Nees) Stapf.), entre outros, enquanto a agricultura embasava-se em sistemas de monocultivo com intensa movimentação do solo.

Na agricultura conservacionista, os primeiros registros de ações com plantio direto no Brasil são de 1972, em Rolândia, Paraná (FISCHER, 2012). Com a intenção de combater a erosão, diminuir o escorrimento superficial da água da chuva e facilitar a sua infiltração no perfil do solo, o plantio direto vem sendo desenvolvido no Brasil, com domínio de tecnologias para produzir alimentos em solos de baixa fertilidade natural, tais como boa parte dos solos de Cerrado (CARDOSO, 2000).

Na pecuária, a *Brachiaria decumbens* foi introduzida na região Centro-Oeste a partir da década de 1960; em anos subsequentes

outras espécies foram introduzidas, tais como a *B. humidicola* e a *B. brizantha*. Com isso, a pecuária brasileira se intensificou e evoluiu rapidamente, chegando a ocupar 80% das pastagens cultivadas com braquiária. Esse fato profissionalizou a pecuária brasileira e a produção de proteína animal do maior rebanho comercial a pasto do mundo.

O grande diferencial da braquiária é o de persistir em condições de solos ácidos e com baixa fertilidade, dando a impressão de que, uma vez implantada, duraria "eternamente produtiva", o que passou a fazer parte da cultura da maioria dos pecuaristas brasileiros. Outro ponto importante das braquiárias foi a convivência com espécies nativas perenes e com os cupins de monte, e não ser atacada por doenças ou pragas, exceto a cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta* Stal) e percevejo-castanho (*Scaptocoris castanea*).

No entanto, a crescente demanda por alimentos e a evolução tecnológica na produção passaram a caracterizar sistemas padronizados e simplificados de monocultivo. Além disso, com a mecanização do solo e o uso de agroquímicos e da irrigação, as atividades agrícolas, pecuárias e florestais passaram a ser realizadas de maneira intensificada, porém independentes e dissociadas, mostrando sinais de fragilidade, em virtude da elevada demanda por energia e recursos naturais.

Mesmo com as vantagens observadas pelos pecuaristas, com o passar do tempo percebeu-se que a maior parte dessas pastagens já nascia degradada e, portanto, não se acreditava mais que os bovinos pudessem engordar somente em sistema de pastejo com braquiária.

Assim, novas opções tecnológicas foram surgindo para recuperar a produtividade das pastagens. Ainda na década de 1960 foram criadas instituições de fomento, como o "Polocentro" (BITTAR, 2011); com isso, deu-se início à abertura da até então inóspita região do Cerrado. Naquela época, muitos produtores rurais, ao formarem suas pastagens com braquiária, notadamente a espécie *B. decumbens*, consorciavam essa espécie com o arroz de

sequeiro, pelo fato de que este também era adaptado a solos ácidos e de baixa fertilidade. Dessa forma, a combinação da agricultura com a pecuária foi denominada de integração lavoura-pecuária.

É importante salientar que mesmo com o crescente uso do Sistema Plantio Direto (SPD), este não se trata, na maioria das vezes, de Sistema Plantio Direto na Palha (SPDP), o qual somente foi possível com a utilização da *B. ruziziensis* como planta de cobertura do solo (CECCON, 2007).

Com base na experiência dos produtores rurais, que já usavam a ILP, na década de 1980 iniciaram-se os estudos sobre a interação entre agricultura e pecuária, culminando com o lançamento do Sistema Barreirão, em 1991 (OLIVEIRA et al., 1996). Este sistema é composto por um conjunto de tecnologias e práticas de recuperação de pastagens em degradação, embasadas no consórcio arroz-pastagem, que previa reduzir os riscos da cultura do arroz e deixar resíduos de adubo para o pasto consorciado e formado após a colheita da cultura granífera (OLIVEIRA et al., 1996).

No final dos anos 1990 surgiram várias propostas para produção de grãos, as quais envolviam o uso de sistemas de ILP com rotação lavoura-pastagem, e em 2001 foi lançado o Sistema Santa Fé. Este sistema se fundamenta na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente o milho (*Zea mays* L.), o sorgo (*Sorghum* spp.), o milheto (*Pennisetum americanum* L.) e a soja (*Glycine max* L.), com forrageiras tropicais, principalmente do gênero *Brachiaria*, em áreas de lavoura com solo parcial ou totalmente corrigido; tem como objetivo produzir forragem para a entressafra, palha em quantidade e qualidade para o SPD e plantio convencional (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

Esses sistemas foram cognominados com o nome das fazendas onde foram desenvolvidos. Assim, o Sistema Santa Fé presta uma homenagem à Fazenda Santa Fé, em Santa Helena de Goiás, GO, onde foram desenvolvidos os primeiros estudos e experimentos deste consórcio, e o Sistema Barreirão foi desenvolvido na Fazenda Barreirão, em Professor Jamil, GO.

O Sistema Santa Fé se constitui no primórdio daquilo que em alguns anos poderá ser chamado de a maior revolução agrícola de todos os tempos na região tropical, uma vez que, a partir deste sistema, materializou-se a ILP. Com isso, cientistas e produtores rurais passaram a acreditar que poderia haver uma grande mudança nos sistemas de produção dos trópicos. Assim, a braquiária passou a ser vista, também, como um componente da rotação de culturas, em especial, no sistema de rotação lavoura-pastagem, que teve suas primeiras experiências no Estado de Mato Grosso do Sul (BROCH et al., 1997).

Diversos pesquisadores passaram a relatar os efeitos da braquiária. No final da década de 1990, Fernando Penteado Cardoso[1] criou a máxima "braquiária é mais do que pasto", considerando que a braquiária promovia inúmeros benefícios para as lavouras (CARDOSO, 2000). Em uma das visitas ao Brasil, Norman Borlaug[2] afirmou que: "após o avanço da soja nos Cerrados, o embrião da próxima revolução no Brasil rural começa a se desenvolver: é a integração sustentável entre a agricultura e pecuária" (CARDOSO, 2006, citado por KLUTHCOUSKI et al., 2006, p. 83).

O Sistema Santa Brígida, lançado em 2010, em homenagem à Fazenda Santa Brígida, em Ipameri, GO, visa incorporar mais um componente benéfico no sistema de ILP, que são as leguminosas consorciadas, principalmente a cultura do milho e da braquiária. Segundo Oliveira et al. (2010), essa incorporação tem como propósito o aumento do aporte de nitrogênio ao solo, via fixação biológica do nitrogênio atmosférico.

O Sistema São Mateus (SALTON et al., 2013), lançado em 2013, visa à produção sustentável em solos arenosos, através da introdução de pasto com braquiária, no período de outono-inverno.

---

[1]Engenheiro-agrônomo, fundador e presidente da Fundação Agrisus – Agricultura Sustentável.
[2]Engenheiro-agrônomo, pesquisador e professor norte-americano e ganhador do Prêmio Nobel da Paz, em 1970.

O consórcio de milho safrinha com *B. ruziziensis* visa à produção de palha para cobertura do solo em plantio direto e evoluiu em lavouras de agricultores por causa dos resultados de pesquisa sobre sua viabilidade econômica (CECCON, 2007), principalmente, pela identificação do consumo hídrico do consórcio (FIETZ et al., 2009). Este fato possibilitou a realização do Zoneamento Agrícola de Risco Climático, inicialmente para os estados do Paraná (BRASIL, 2009a) e de Mato Grosso do Sul (BRASIL, 2009b) e posteriormente para os estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais. Essa evolução foi possível também pelo incremento da indústria de máquinas e implementos, que viabilizaram a semeadura de braquiária com avião, disponibilizando semeadoras com caixas específicas para forrageiras e outros equipamentos para distribuição de sementes de braquiária. Com a introdução de novas tecnologias na agricultura, existe uma tendência de que os agricultores se tornem responsáveis pela criação de boi precoce a pasto[3], com menor custo e estabilidade na produção.

Dessa forma, tendo a braquiária integrada ao sistema de ILP, em alguns casos integrada com a floresta, é possível produzir alimentos com menor emissão dos gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), evitando o aquecimento global, principalmente por manter o solo coberto com vegetação durante o ano todo. Graças à ciência agrícola, que possibilita a criação de cultivares de braquiária para atender às diversas necessidades, e pelo fato de a braquiária ocorrer em regiões tropicais, com solos ainda disponíveis para salvaguardar a produção de alimentos para o mundo, talvez seja esta a maior das revoluções verdes do planeta.

[3]Comunicação fornecida por Paulo Roberto Herrmann, Engenheiro-agrícola, presidente da John Deere Brasil, Ipameri, GO, 31 mar 2013.

Referências

BITTAR, I. M. Modernização do cerrado brasileiro e desenvolvimento sustentável: revendo a história. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 1, p. 26-38, 2011. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/535/pdf_160>. Acesso em: 20 out. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 345, de 2 de dezembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 231, 3 dez. 2009a. Seção 1, p. 10. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/1558892/pg-10-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-03-12-2009/pdfView>. Acesso em: 17 out. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 364, de 4 de dezembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 233, 7 dez. 2009b. Seção 1, p. 4. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/1560114/pg-4-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-07-12-2009/pdfView>. Acesso em: 17 out. 2013.

BROCH, D. L.; PITOL, C.; BORGES, E. P. **Integração agricultura-pecuária**: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agropecuária. Maracaju: Fundação MS, 1997. 24 p. (Fundação MS. Informativo técnico, 1/97).

CARDOSO, F. Plantio direto - ano 2000. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 90, p. 12-13, jun. 2000. Disponível em: <http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/ 4193EC96713370F883257AA30069BCF3/$FILE/page12-13-90.pdf>. Acesso em: 17 out. 2013.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 17, n. 97, p. 17-20; jan./fev. 2007.

FIETZ, C. R.; CECCON, G.; COMUNELLO, E.; SOUZA, F. R. de. Demanda hídrica do consórcio milho e braquiária em Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais**... Rio Verde: FESURV, 2009. p. 298-303.

FISCHER, R. Herbert Bartz: um louco pela agricultura e pela sustentabilidade. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 21, n. 132, p. 2-7, nov./dez. 2012. Disponível em: **<**http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=1133>. Acesso em: 17 out. 2013.

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. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. Cobertura de solo na integração lavoura-pecuária. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 2006, Viçosa, MG. **O encontro do boi verde-amarelo.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 81-156. Disponível em: <http://simcorte.com/index/Palestras/5_simcorte/simcorte20.pdf>. Acesso em: 17 out. 2013.

OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. de C. **Sistema Santa Brígida - tecnologia Embrapa**: consorciação de milho com leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 88).

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A. E. da; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. da M.; GUIMARÃES, C. M.; GOMIDE, J. de C.; BALBINO, L. C. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1996. 90 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 64).

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; ARANTES, M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G. de. **Sistema São Mateus** – sistema de integração lavoura-pecuária para região do Bolsão Sul-Mato-Grossense. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 186).

Capítulo 2

Modalidades e Métodos de Implantação do Consórcio Milho-Braquiária

Gessí Ceccon
Emerson Borghi
Carlos Alexandre Costa Crusciol

Modalidades e Métodos de Implantação do Consórcio Milho-Braquiária

Gessí Ceccon
Emerson Borghi
Carlos Alexandre Costa Crusciol

Introdução

O consórcio entre culturas anuais e forrageiras perenes, denominado Sistema Barreirão (OLIVEIRA et al., 1996), foi desenvolvido na safra de verão, na década de 1990, e consistia na correção e fertilização do solo, com preparo mecanizado antecedendo a cultura de verão. Em 2001, foi divulgado o consórcio de milho (*Zea mays* L.) com *Brachiaria,* denominado Sistema Santa Fé (KLUTHCOUSKI et al., 2000), que levou este nome por ter sido avaliado na Fazenda Santa Fé, em Santa Helena de Goiás, GO. Este sistema utilizava a *B. brizantha* cv. Marandu com a finalidade de reformar pastagens degradadas e tem sido amplamente pesquisado no Brasil (BORGHI; CRUSCIOL, 2007; CRUZ et al., 2009; GIMENES, 2007; PARIZ et al., 2011; SEVERINO et al., 2005; TSUMANUMA, 2004).

O consórcio milho-braquiária tem sido avaliado no outono-inverno utilizando a *B. ruziziensis,* com o objetivo de produzir grãos de milho e de soja em Sistema Plantio Direto, mantendo o solo permanentemente coberto (BATISTA et al., 2011; CECCON et al. 2005, 2007, 2009; CONCENÇO et al., 2012; SEREIA et al., 2012). Este sistema proporciona efeitos positivos tanto para a soja quanto para o milho safrinha, cultivados em sucessão (CECCON et al.,

2013). Pela importância deste cultivo na sustentabilidade dos sistemas produtivos, o consórcio de milho safrinha com *Brachiaria* foi incluído no Zoneamento Agrícola de Risco Climático, para as regiões Centro-Oeste e Centro-Sul. Outra grande vantagem do cultivo consorciado é a produção de forragem no período de outono-inverno e a formação de pastagem; desta forma, torna-se uma importante opção de cultivo para várias regiões do Brasil.

O consórcio cultivado na safra de verão (outubro a março) dispõe de maior volume de chuva e temperaturas mais elevadas durante a evolução do período, enquanto na safra de outono-inverno (safrinha), compreendida de abril a setembro, apresenta menor disponibilidade hídrica (Figura 1) e menores temperaturas. Por isso, nas condições de outono-inverno podem ocorrer maiores reduções na produtividade do milho safrinha do que no milho cultivado no verão (CECCON et al., 2009, 2012), o que requer maiores cuidados na implantação da braquiária. Dependendo do objetivo do consórcio, da modalidade de consorciação, do método de implantação e da população de plantas de braquiária a ser estabelecida, as perdas em milho podem ser minimizadas. Nessas

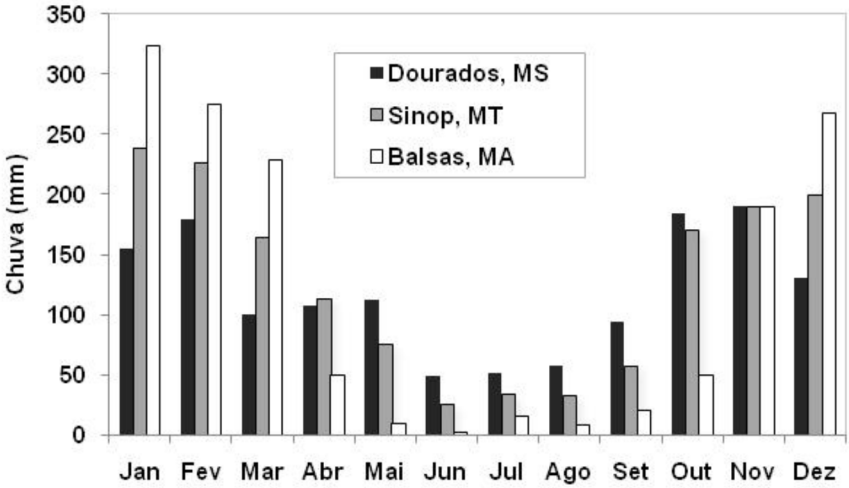

Figura 1. Chuvas mensais registradas em três locais do Brasil.

Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste (2013) e INMET (2013).

condições, o milho deve ser cultivado como se fosse para o cultivo solteiro, sem alterações na adubação e na escolha de híbridos ou populações de plantas, preconizando alta produtividade.

Neste capítulo são abordadas as modalidades de consórcio, considerando a posição das sementes de braquiária em relação às sementes de milho, ao objetivo do consórcio, ao momento, época e método de implantação do consórcio (Tabela 1), a fim de proporcionar maior produtividade, tanto do milho quanto da braquiária.

Tabela 1. Critérios para seleção de modalidades de consórcio quanto ao objetivo, momento, método de implantação e posição das sementes de braquiária em relação às sementes de milho.

Objetivo	Momento	Método de implantação	Posição
Palha	Anterior	Duas semeaduras	Nas linhas
Forragem	Simultânea	Com disco de braquiária	Nas entrelinhas
Palha e forragem	Defasada	Com caixa adicional	Em área total

Objetivos do Consórcio

O consórcio de milho com forrageira tem como objetivos a produção de palha para cobertura do solo e a produção de forragem para alimentação de animais. A diferença entre um e outro objetivo consiste basicamente na população e distribuição de plantas: maiores populações são usadas para a formação de pasto e, menores, para a produção de palha. No caso de altas populações de plantas, para evitar perdas na produtividade do milho torna-se importante a aplicação de um herbicida, para supressão inicial da forrageira (CECCON et al., 2010, KLUTHCOUSI et al., 2000). Importante salientar, ainda, que no milho safrinha cultivado em sucessão com a soja inevitavelmente, deve-se fazer uma aplicação de herbicida para eliminação da soja remanescente; entretanto, esse herbicida pode também causar certa diminuição no crescimento da forrageira.

Taxa de Semeadura

A quantidade de sementes por área é calculada em função do valor cultural das sementes [(pureza x germinação)/100)] (REGRAS..., 2009). Sempre que possível, recomenda-se adquirir sementes de empresas idôneas, registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e que contenham todas estas informações disponíveis na etiqueta colada à embalagem.

No entanto, para calcular a quantidade de sementes por área, a ser utilizada no estabelecimento de uma determinada população de plantas, torna-se importante considerar o peso das sementes (peso de mil sementes) visto que esta informação não é considerada no valor cultural (VC) das sementes, e é diferente entre as espécies.

Profundidade de Semeadura

A melhor profundidade de semeadura para o estabelecimento planejado de plantas depende da temperatura, umidade e tipo de solo. Em condições de safrinha, as melhores emergências de plantas de braquiária têm sido verificadas nas profundidades de 3 cm a 6 cm (FOLONI et al., 2009, PAULINO et al, 2004; ZANON et al., 2012). Na distribuição superficial das sementes, a germinação de plantas depende da intensidade da chuva após a semeadura, e da movimentação superficial do solo pela operação de plantio (MAKINO et al., 2012); em profundidades maiores, a garantia de emergência uniforme de plantas depende também da utilização de sementes com alto vigor.

Quando as sementes são misturadas ao adubo, devem ser tomados cuidados relativos ao período compreendido entre a mistura, o plantio e a profundidade de ambos (CRUSCIOL et al., 2009; FOLONI et al., 2009; LIMA et al., 2010; SADER et al., 1991), a fim de estabelecer a população planejada de plantas.

Momento de Implantação

A semeadura da braquiária pode ser realizada antes, durante ou depois da semeadura do milho. Quando antecipada e sem a supressão com herbicidas, a forrageira pode causar reduções significativas na produtividade do milho. Recomenda-se a implantação simultânea de milho e braquiária (BORGHI; CRUSCIOL, 2007; CECCON et al., 2013; CRUSCIOL et al., 2009; KLUTHCOUSKI et al., 2000) a fim de reduzir os custos com operações de semeadura. No entanto, a semeadura defasada da braquiária em relação à do milho, em até 14 dias, é uma alternativa para diminuir a competição da braquiária com o milho (CECCON et al., 2009; JAKELAITIS et al., 2006). Mesmo com menor produção de massa, quando comparado ao cultivo simultâneo, esta modalidade de consórcio é viável para a formação de cobertura do solo em SPD e, dependendo da região e das condições pluviométricas, é uma opção para produção de forragem como estratégia de suplementação animal no período de outono-primavera.

Métodos de Implantação do Consórcio

O método das duas operações de semeadura (uma para milho e outra para forrageira) pode ser utilizado na semeadura defasada da braquiária (CECCON et al., 2009), onde se pretende diminuir a competição da braquiária com o milho. Na semeadura da forrageira, para formação de pastagem (CECCON et al., 2007), torna-se importante a supressão com herbicidas, para proporcionar a produtividade normal do milho e, também, alta produção de forragem.

O método do disco de braquiária (ou disco de sorgo) destina-se exclusivamente para implantação da linha intercalar de braquiária, utilizando toda a estrutura da semeadora para implantação simultânea do consórcio. Considerando que o disco de milho e de

braquiária estão acoplados ao mesmo eixo da semeadora, o ajuste da população de plantas de braquiária depende do valor cultural das sementes e do número e diâmetro dos furos do disco.

O método da caixa adicional para braquiária pode ser utilizado para todas as modalidades de consórcio, com implantação simultânea de milho e braquiária, alterando apenas o posicionamento da saída das sementes, tanto em profundidade, quanto à posição em relação às sementes de milho, visto que a regulagem de milho e braquiária é independente uma da outra.

Modalidades de Consórcio

A escolha e seleção das modalidades de consórcio podem ser variadas, dependendo do ponto de partida para sua identificação, bem como seu objetivo, momento e método de implantação, e posição das sementes de braquiária em relação às linhas do milho (Tabela 1).

Considerando as combinações de consórcio apresentadas na Tabela 1, são possíveis 81 modalidades de consórcio. Enquanto a maioria dessas combinações não tem exequibilidade técnica ou operacional, algumas modalidades se consolidam como tecnologias regionais. O primeiro passo é a definição do objetivo do consórcio e em seguida realizar os demais procedimentos necessários para implantação desse consórcio, de acordo com a disponibilidade da estrutura local.

Modalidade da linha intercalar de milho e braquiária

O consórcio com linhas de braquiária intercaladas às linhas do milho foi desenvolvido para espaçamento de 0,75 m a 0,9 m entre

linhas de milho, exclusivamente tendo em vista a produção de palha para cobertura do solo (CECCON et al., 2005). A implantação consiste em intercalar uma linha da forrageira com uma linha do milho. Para isso, mantém-se o milho na sua linha, enquanto que na linha intercalar coloca-se um disco e a quantidade de sementes de braquiária, que proporcione a população de plantas desejada (Figura 2).

Fotos: Gessí Ceccon

Figura 2. Etapas de implantação do consórcio milho-braquiária na modalidade da linha intercalar: caixa de sementes com discos e sementes de milho e de braquiária, respectivamente (a); discos para corte e posicionamento das sementes ao solo (b); depósitos para sementes de milho (M) e braquiária (B) (c); e, linhas intercaladas de milho em fase de colheita e de braquiária em pleno desenvolvimento (d).

Na modalidade linha intercalar, o ajuste da população de plantas, com disco de braquiária, é relativamente simples, porém depende de fatores como diâmetro do furo do disco, população do milho a ser estabelecida e tamanho e germinação das sementes de braquiária. Tais informações são importantes porque os discos de sementes das duas espécies estão acoplados ao mesmo eixo da semeadora e, consequentemente, rodando na mesma velocidade.

Neste sentido, buscando o melhor estande de plantas das duas espécies, sem comprometimento à produtividade das mesmas, a população de plantas de milho e de braquiária devem ser proporcionais. Com isso, o número de sementes de braquiária por semente de milho (SBSM) pode ser obtido pela seguinte equação: SBSM = (SBFD x NFDB) / (NFDM x CV da braquiária); em que SBFD é o número de sementes de braquiária por furo do disco, NFDB é o número de furos no disco de braquiária, NFDM é o número de furos no disco de milho e VC é o valor cultural das sementes de braquiária. O VC é fornecido pelas empresas de sementes, mas quando ele é fornecido com base no teste de tetrazólio, preconiza-se obtê-lo por meio da germinação, o que pode conferir maior relação com as condições de campo.

Em condições de safrinha, a proporção de duas plantas de braquiária para cada planta de milho é suficiente para adequada produção de palha, sem reduções significativas na produtividade de milho (CECCON et al., 2009).

Exemplificando: utilizando um disco de milho com 28 furos, cada furo com uma semente com 98% de germinação, e um disco de braquiária com 50 furos com duas sementes cada, e 70% de VC, tem-se a seguinte equação: NSBSM = [(50 x 2)/27] x 0,7 = 2,5 sementes de braquiária por semente de milho.

Esta modalidade permite a semeadura em linha individual para braquiária, posicionando a semente em profundidade tal que possibilite a melhor germinação e emergência (Figura 3), e proporciona redução de custos com sementes, quando comparada com a distribuição a lanço e incorporação parcial das

sementes (Figura 4), por exigir menor quantidade para estabelecimento da população de plantas.

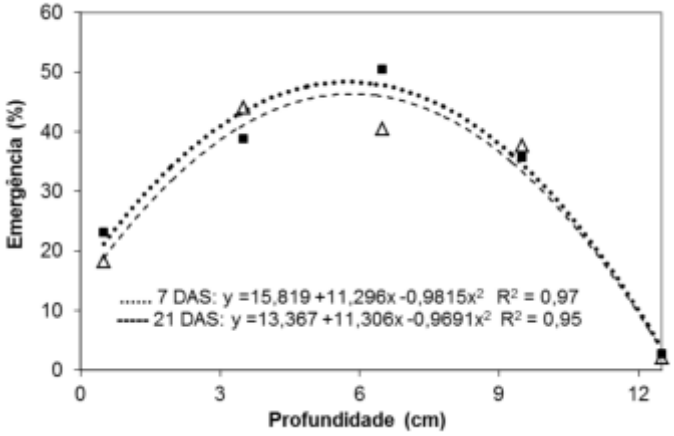

Figura 3. Emergência de *Brachiaria ruziziensis* em diferentes profundidades de semeadura.
Fonte: adaptado de Zanon et al. (2012).

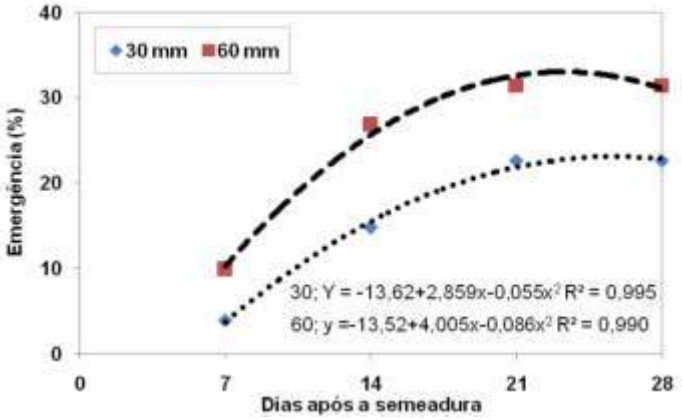

Figura 4. Emergência de *Brachiaria ruziziensis* em dois níveis de chuva com sementes distribuídas na superfície do solo durante a semeadura do milho.
Fonte: adaptado de Makino et al. (2012).

A regulagem do marcador de linhas da semeadora é imprescindível, de forma a manter a intercalação entre as duas espécies. Caso não seja possível a regulagem adequada na semeadora, como alternativa pode-se distribuir sementes de braquiária a lanço nas linhas externas da semeadora ou, ainda, utilizar uma caixa acoplada à semeadora, específica para a semeadura simultânea de sementes e linhas exclusivas para braquiária. Outra opção para manter linhas alternadas de milho e braquiária é a utilização de duas semeadoras, sendo uma com braquiária e outra com milho nas linhas externas.

Quando houver adubação de cobertura no milho, a semeadura da forrageira pode ser realizada nesta operação, minimizando o efeito competitivo com o milho pela semeadura e emergência defasada da braquiária (JAKELAITIS et al., 2006).

O consórcio com linhas intercaladas de milho safrinha e *B. ruziziensis* contribuiu para a evolução do consórcio em escala comercial, em razão dos resultados de pesquisa sobre a viabilidade da tecnologia (CECCON et al., 2005, 2007, 2009) e, principalmente, pela identificação do consumo hídrico do consórcio em condições de safrinha (FIETZ et al., 2009), o que possibilitou a realização e viabilidade do Zoneamento Agrícola de Risco Climático para Mato Grosso do Sul (BRASIL, 2009a) e Paraná em 2010 (BRASIL, 2009b), e posteriormente para outros estados.

Modalidade de linhas duplas de milho intercaladas com uma de braquiária

O cultivo de milho em espaçamento reduzido, 45 cm a 50 cm entre linhas, dificulta operacionalmente o consórcio com linha intercalar em semeadoras convencionais de soja e milho, por causa do pequeno espaço para inserir a linha de braquiária entre as linhas de milho. Com isso, o cultivo de duas linhas de milho ao lado de uma linha de braquiária (Figura 5) pode ser uma boa alternativa

para o consórcio em espaçamento reduzido. Nesta modalidade, quando as linhas da semeadora estão reguladas de 45 cm ou 50 cm entre si, o milho tem espaçamento útil de 67,5 cm ou 75 cm entre linhas, respectivamente.

A escolha do disco para sementes de braquiária segue o mesmo procedimento e população de plantas da modalidade da linha intercalar, mantendo-se a semeadura em profundidade (Figura 3) que proporcione a melhor emergência de plantas e racionalização com investimento em sementes.

Foto: Gessi Ceccon

Figura 5. Modalidade de consórcio com duas linhas de milho intercaladas com uma de braquiária.

Modalidade em linhas

O consórcio entre milho e braquiária, ambos na mesma linha (Figura 6), pode ser indicado para cultivos de milho em espaçamento reduzido, tanto para produção de palha quanto para produção de forragem. Nesta modalidade, utiliza-se uma caixa exclusiva para sementes de braquiária (caixa adicional ou terceira caixa); a saída das sementes deve ser posicionada juntamente com as sementes de milho, podendo ser na mesma profundidade, visando a garantir o estabelecimento das duas espécies (BORGHI; CRUSCIOL, 2007).

Outra possibilidade a ser considerada é a mistura das sementes da forrageira ao fertilizante de semeadura, obedecendo ao tempo mínimo de seis horas entre a mistura e a semeadura, assim como a profundidade de 2,5 cm a 5,0 cm de profundidade do adubo e semente (FOLONI et al., 2009; SADER et al., 1991).

Foto: Gessí Ceccon

Figura 6. Modalidade de consórcio com milho e braquiária na mesma linha.

Pelo fato de o milho apresentar crescimento mais rápido que o da braquiária (SEREIA et al., 2012), a forrageira tem menor desenvolvimento em condições de sombreamento (SOUTO; ARONOVICH, 1992); com isso, esta modalidade pode ser utilizada para produção de palha ou formação pastagem, desde que a população de plantas seja ajustada para cada objetivo. No caso da competição entre a cultura granífera e a braquiária, há necessidade de utilização de herbicida para supressão do crescimento da forrageira (CECCON et al., 2010).

Utilizando a caixa adicional para implantação da braquiária (Figura 7a), o ajuste da população é simplificado, pois depende apenas de conhecer a germinação das sementes. No entanto o posicionamento da semente (Figura 7b), aliado às condições climáticas, poderá acarretar em diferentes populações de plantas em campo (Figuras 7c e 7d). Caso a semeadora não disponha desta caixa adicional, a sua acoplagem é simples, pois esta caixa trabalha de forma independente.

Modalidade em área total

O sistema de consórcio com braquiária em área total pode ser utilizado para cultivos de milho em espaçamento reduzido e normal, sendo indicado para produção de palha e também para produção de forragem. A diferença desta modalidade para a modalidade em linha é o posicionamento das sementes de braquiária, que neste caso é distribuída em área total. Normalmente, as sementes da braquiária são distribuídas na superfície do solo antecedendo ou simultaneamente à semeadura do milho, e parcialmente incorporadas pela passagem da máquina durante o plantio.

Esta modalidade torna-se importante por apresentar independência na regulagem e distribuição das sementes da forrageira sem preocupar-se com emendas entre as passadas da semeadora. Também pode ser efetuada com a caixa adicional para

sementes de braquiária, posicionando-as próximas ao primeiro disco frontal da semeadora (disco de corte, Figura 7b), visto que algumas sementes serão incorporadas ao solo com a passagem da semeadora para o plantio do milho. No entanto, a população de plantas a ser estabelecida depende da quantidade de sementes (REIS, 2010), da movimentação do solo pela semeadora e da intensidade das chuvas ocorridas após a semeadura (MAKINO et al., 2012).

Fotos: Gessí Ceccon

Figura 7. Modalidade de consórcio em área total: caixa com sementes de braquiária e mangueiras para saída das sementes (a), posicionamento da caixa próximo do disco de corte (b), alta e baixa população de plantas em função da alta e baixa ocorrência de chuvas após a semeadura (c, d).

Assim como nas modalidades anteriores, a emergência defasada da braquiária em relação ao milho é uma oportunidade para estabelecer a braquiária em consórcio, com altas populações, sem causar redução na produtividade do milho, desde que a chuva ocorra até 7 a 14 dias após a semeadura do milho, considerando que a partir desse período a braquiária não tem seu perfeito estabelecimento (CECCON et al., 2009). No entanto, se houver chuva imediatamente após a semeadura, a braquiária terá emergência simultânea ou anterior ao milho, podendo causar reduções significativas na produtividade da cultura granífera. Nesse caso, assim como na modalidade em linha, pode-se lançar mão do uso de herbicidas para supressão do crescimento da forrageira (CECCON et al., 2010).

Considerações Finais

O consórcio de milho com braquiária é uma prática agrícola que pode ser usada em diferentes sistemas de produção para minimizar os problemas relacionados ao solo, através da sua cobertura com plantas; melhorar sua capacidade produtiva e, também, para o estabelecimento de pastagens.

A escolha entre as várias modalidades deste tipo de consórcio vai depender do objetivo que se pretende, da disponibilidade de máquinas para semeadura, do investimento em sementes e da época de implantação do consórcio.

Quando se objetiva a produção de palha, menores quantidades de sementes devem ser utilizadas; porém, quando o objetivo é a formação de pastagem, as quantidades usadas devem ser maiores.

O uso da linha intercalar com disco de braquiária e semeadura simultânea pode ser utilizada para a produção de palha, pois apresenta maior economia e eficiência com as sementes de braquiária.

Se o objetivo for a produção de palha e a formação de pastagem, a modalidade de consórcio em área total pode ser escolhida, por apresentar maior eficiência nas operações de semeadura; porém, depende de incorporação das sementes.

A escolha de linhas duplas de milho, intercaladas com uma linha de braquiária, permite o cultivo dessas duas culturas em espaçamento reduzido, apresentando maior eficiência nas operações e menor gasto com sementes.

A implantação do consórcio com caixa adicional para as sementes da forrageira atende às diversas modalidades e objetivos do consórcio, pela independência na regulagem e posicionamento das sementes de braquiária e de milho.

Referências

BATISTA, K.; DUARTE, A. P.; CECCON, G.; DE MARIA, I. C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1154-1160, out. 2011.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no Sistema Plantio Direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 163-171, fev. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 364, de 4 de dezembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 233, 7 dez. 2009a. Seção 1, p. 4. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/1560114/pg-4-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-07-12-2009/pdfView>. Acesso em: 17 out. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 345, de 2 de dezembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 231, 3 dez. 2009b. Seção 1, p. 10. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/1558892/pg-10-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-03-12-2009/pdfView>. Acesso em: 17 out. 2013.

CECCON, G.; KURIHARA, C. H.; STAUT, L. A. Manejo de *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com milho safrinha e rendimento de soja em sucessão. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 19, n. 113, p. 4-8, set./out. 2009.

CECCON, G.; PALOMBO, L.; MATOSO, A. O.; NETO NETO, A. L. Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 359-364, abr./jun. 2010.

CECCON, G.; SAGRILO, E.; FERNANDES, F. M.; MACHADO, L. A. Z.; STAUT, L. A.; PEREIRA, M. G.; BACKES, C. F.; ASSIS, P. G. G. de; SOUZA, G. A. de. Milho safrinha em consórcio com alternativas de outono-inverno para produção de palha e grãos, em Mato Grosso do Sul, em 2005. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8., 2005, Assis. **Anais**... Campinas: Instituto Agronômico, 2005. p. 361-366.

CECCON, G.; SILVA, J. F. da; ALVES, V. B.; LEITE, L. F.; COSTA, A. de A. Desempenho do consórcio milho-braquiária: populações de plantas e modalidades de semeadura de *Urochloa brizantha* cv. Piatã. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos**: resumos expandidos. [Campinas]: Instituto Agronômico; Sete Lagoas: ABMS, 2012. 1 CD-ROM.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; NOGUEIRA, R. Z.; NEUHAUS, R. Rendimento de grãos de milho safrinha em diferentes populações de espécies forrageiras. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA: RUMO À ESTABILIDADE, 9., 2007, Dourados. **Anais**... Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 461-466. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 89).

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 204-212, jan./fev. 2013.

CONCENCO, G.; CECCON, G.; FONSECA, I. C.; LEITE, L. F.; SCHWERZ, F.; CORREIA, I. V. T. Weeds infestation in corn intercropped with forages at different planting densities. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 721-728, out./dez. 2012.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Integração lavoura-pecuária: benefício das gramíneas perenes nos sistemas de produção. **Informações Agronômicas,** Piracicaba, n. 125, p. 2-15, mar. 2009.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. da S.; BICUDO, S. J.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W. de; MACHADO, C. G. Consórcio de milho e *Brachiaria decumbens* em diferentes preparos de solo. **Acta Scientiarum:** agronomy, Maringá, v. 31, n. 4, p. 633-639, Oct./Dec. 2009.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Clima MS**: banco de dados. Dourados, [2013]. Disponível em: <http://www.cpao.embrapa.br/clima/>. Acesso em: 14 abr. 2013.

FIETZ, C. R.; CECCON, G.; COMUNELLO, É.; SOUZA, F. R. de. Demanda hídrica do consórcio milho e braquiária em Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais**... Rio Verde: FESURV, 2009. p. 298-303.

FOLONI, J. S. S.; CUSTÓDIO, C. C.; POMPEII, F. P.; VIVAN, M. R. Instalação de espécie forrageira em razão da profundidade no solo e contato com fertilizante formulado NPK. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 1, p. 7-12, jan./mar. 2009.

GIMENES, M. J. **Alternativas de consórcio entre milho e braquiária no manejo e controle de plantas daninhas**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

INMET (Brasil). **Estações automáticas – gráficos.** Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em: 14 abr 2013.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F. da; PEREIRA, J. L.; SILVA, A. A. da; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R. Efeitos de densidade e época de emergência de *Brachiaria brizantha* em competição com plantas de milho. **Acta Scientiarum**: agronomy, Maringá, v. 28, n. 3, p. 373-378, July/Sept. 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; SILVA, J. G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C. 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. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).

LIMA, E. do V.; TAVARES, J. C. de S.; AZEVEDO, V. R.; LEITÃO-LIMA, P. da S. Mistura de sementes de *Brachiaria brizantha* com fertilizante NPK. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 40, n. 2, p. 471-474, fev. 2010.

MAKINO, P. A.; COSTA, A. de A.; ZANON, E. de M.; ALVES, V. B.; CECCON, G. Estabelecimento de *Brachiaria ruziziensis* em função de velocidades de semeadura e níveis de chuva. In: JORNADA DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA, 2012, Dourados. **Resumos**... Brasília, DF: Embrapa, 2012. 1 CD-ROOM.

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A. E. da; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. da M.; GUIMARÃES, C. M.; GOMIDE, J. de C.; BALBINO, L. C. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1996. 90 p. (EMBRAPA- CNPAF. Documentos, 64).

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M. de; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 41, n. 5, p. 875-882, maio 2011.

PAULINO, T. S.; TSUHAKO, A. T.; PAULINO, V. T. Efeito do estresse hídrico e da profundidade de semeadura na emergência de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, ano 3, n. 5, jun. 2004. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/ arquivos_destaque/ JsymkdqvFZsbDtU_2013-4-26-10-49-22.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2013.

REGRAS para análise de sementes. Brasília, DF: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399 p.

REIS, W. F. **Tratamento de sementes, método e densidade de *Brachiaria brizantha* no consórcio milho e braquiária**. 2010. 38 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SADER, R.; GAVIOLI, E. A.; MATTOS JUNIOR, D.; PEREIRA, C. P.; MELLO, F. A. A. de. Efeito da mistura de fertilizantes fosfatados na germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. e de *Brachiaria decumbens* Stapf. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 13, n. 1, p. 37-43, 1991.

SEREIA, R. C.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B.; CECCON, G. Crescimento de *Brachiaria* spp. e milho safrinha em cultivo consorciado. **Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 18, p. 349-355, out./dez. 2012.

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, MG, v. 23, n. 4, p. 589-596, out./dez. 2005.

SOUTO, S. M.; ARONOVICH, S. **Sombreamento em forrageiras**: aspectos agronômicos e microbiológicos. Seropédica: EMBRAPA-CNPBS, 1992. 43 p. (EMBRAPA-CNPBS. Documentos, 10).

TSUMANUMA, G. M. **Desempenho de milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias, em Piracicaba, SP**. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ZANON, E. de M.; LEITE, L. F.; TEFEN, J. R.; LIMA, V.; CECCON, G. Germinação de sementes de forrageiras perenes em baixas temperaturas e diferentes profundidades. In: JORNADA DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA, 2012, Dourados. **Resumos**... Brasília, DF: Embrapa, 2012. 1 CD-ROM.

Capítulo 3

Identificação e Características de Forrageiras Perenes para Consórcio com Milho

Luís Armando Zago Machado
Ulysses Cecato
Liana Jank
Jaqueline Rosemeire Verzignassi
Cacilda Borges do Valle

Identificação e Características de Forrageiras Perenes para Consórcio com Milho

Luís Armando Zago Machado
Ulysses Cecato
Liana Jank
Jaqueline Rosemeire Verzignassi
Cacilda Borges do Valle

As forrageiras perenes disponíveis no mercado não foram selecionadas para serem utilizadas em sistemas de integração-lavoura-pecuária e muito menos para o estabelecimento em consórcio com culturas anuais; porém, conhecendo suas características, é possível escolher aquelas que são mais adequadas a tais finalidades.

O consórcio de forrageiras perenes com milho é uma alternativa de estabelecimento de pastagens ou de culturas para cobertura do solo; isto é possível devido à diferença de crescimento das duas espécies (SEREIA et al., 2012). Enquanto o milho, que é uma espécie anual, apresenta elevada taxa de crescimento inicial para transformar toda a energia produzida em grãos, a maioria das forrageiras perenes inicia seu crescimento mais lentamente e forma estruturas perenes como raízes profundas e perfilhos com folhas e colmos, só para depois emitirem inflorescência. Essa diferença no ritmo de crescimento permite que o milho se desenvolva e produza grãos quase sem a competição da forrageira perene, desde que sejam feitas as adequações necessárias.

Identificação das Espécies e Cultivares

Quase todas as forrageiras perenes podem ser estabelecidas em consórcio com milho, mas a escolha da espécie depende do propósito a que ela se destina, seja para cobertura do solo ou para formação de pastagens, anuais ou perenes. Assim, é importante reconhecer a espécie forrageira que está sendo cultivada, desde as primeiras fases de crescimento, para identificá-la entre as plantas daninhas e as outras espécies e cultivares de pastagens. Dessa forma, é possível fazer os ajustes necessários no manejo do consórcio durante seu estabelecimento e, posteriormente, quando da utilização e/ou dessecação da forrageira.

As forrageiras cultivadas podem ser identificadas pelo gênero, tomando como base o tipo de panícula. As principais são laxa, racemosa, contraída e digitada, típicas dos gêneros *Panicum* e *Sorghum*, *Brachiaria e Paspalum*, *Pennisetum e Cynodon*, respectivamente (Tabela 1). As espécies da tribo Andropogoneae (gêneros *Andropogon* e *Hemarthria*) distinguem-se das demais pelo tipo de ráquis que se desarticula no nó, abaixo das glumas, e cai da inflorescência juntamente com duas espiguetas (semente), sendo uma pedicelada e outra séssil (Figura 1) (ZANIN; LONGHI-WAGNER, 2011).

Tabela 1. Tipos de panícula das principais gramíneas forrageiras.

	Tipos de panícula				
	a) Laxa	b) Racemosa com ráquis persistente	c) Racemosa com ráquis desarticulada	d) Contraída	e) Digitada
Espécie	*Panicum* e *Sorghum*	*Brachiaria* e *Paspalum*	*Andropogon*	*Pennisetum*	*Cynodon*
Nome comum e/ou cultivar	Capim-colonião, *P. maximum*, cv. Massai, cv. Aruana, cv. Mombaça, cv. Tanzânia, sorgo-forrageiro	*B. decumbens, B. brizantha* cv. Marandu, cv. Piatã, cv. Xaraés, cv. Paiaguás, *B. humidicola*	Capim-andropogon, capim-jaraguá, *B. humidicola*, cv. Hemarthria	Milheto, campim-elefante	Capim-estrela-africana, *C. dactylon,* cv. Tifton, capim-coast-cross

Fotos: Luís Armando Zago Machado

Fonte: adaptado de Machado et al. (2011).

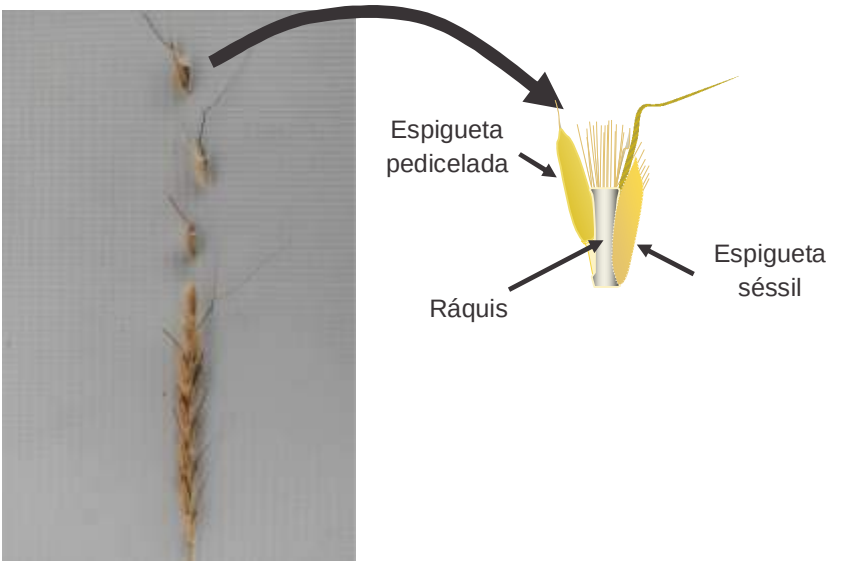

Figura1. Detalhes da inflorescência de *Andropogon gayanus*.
Fonte: Machado et al. (2011).

Cultivares do gênero *Brachiaria*

No gênero *Brachiaria* a identificação pode ser feita pelo porte da folha, pela pilosidade e pelo tipo de inflorescência (Tabela 2, Figura 2). Algumas espécies apresentam características bem marcantes, como a *Brachiaria ruziziensis*, que se distingue pelas folhas decumbentes e bordas onduladas (Figura 3). As plantas de *B. ruziziensis* se assemelham às de *B. decumbens*, porém a primeira apresenta folhas decumbentes e com ondulação nas margens e densa pilosidade, enquanto a segunda tem folhas eretas (Figura 3) e com bordas planas, além de pelos curtos e esparsos.

Tabela 2. Características morfológicas das principais espécies de *Brachiaria* spp.

Espécie/cultivar		Folha				Pilosidade da bainha	Arranjo da espigueta	Racemo		Largura da ráquis (mm)
		Comprimento	Largura	Porte[1]	Borda[2]			Número	Comprimento	
Brachiaria ruziziensis		Intermediária	Estreita	Decumbente	Ondulada	Intensa	Bisseriado	3-7	Curto	3,5–4,0
B. decumbens **cv. Basilisk**		Curta	Intermediária	Ereto	Plana	Presente	Bisseriado	3-5	Intermediário	1,5–2,0
B. brizantha	**cv. Marandu**	Longa	Intermediária	Decumbente Ereta	Plana	Muito intensa	Unisseriado[3]	3-4	Longo	1,0–1,5
	cv. Xaraés	Longa	Larga	Decumbente Eret	Plana	Esparsa	Unisseriado[3]	3-6	Longo	1,0–1,5
	cv. Piatã	Longa	Estreita	Ereto	Plana	Esparsa	Unisseriado[3]	3-12	Longo	1,0–1,5
	cv. Paiaguás	Intermediária	Estreita	Decumbente Eret	Plana	Ausente	Unisseriado	3-4	Longo	1,0–1,5
	cv. MG 4	Intermediária	Estreita	Ereta	Plana	Ausente	Unisseriado[3]	3-4	Intermediário	1,0–1,5
B. humidicola	**Comum**	Muito curta	Estreita	Ereta	Plana	Ausente	Bisseriado	2-4	Curto	1,0
	cv. Llanero	Muito curta	Estreita	Ereta	Plana	Esparsa	Bisseriado	3-6	Curto	1,0
	cv. Tupi	Muito curta	Estreita	Ereta	Plana	Esparsa	Bisseriado	2-4	Curto	1,0
B. plantaginea		Intermediária	Intermediária	**Decumbente**	Ondulada	**Ausente**	Bisseriado	3-8	Curto	1,5–2,0

[1] Esta característica pode variar em função de disponibilidade luz, água e nitrogênio. Nas folhas com porte **decumbente** há um arqueamento das folhas e **ereto** pode haver a quebra da folha ou da nervura central, formando ângulo. [2] Algumas folhas apresentam ondulação na margem. [3] As espiguetas normalmente são unisseriadas; porém, algumas são bisseriadas na base da ráquis.

Fonte: adaptado de Machado et al. (2011) e Seiffert (1980).

Foto: Luís Armando Zago Machado

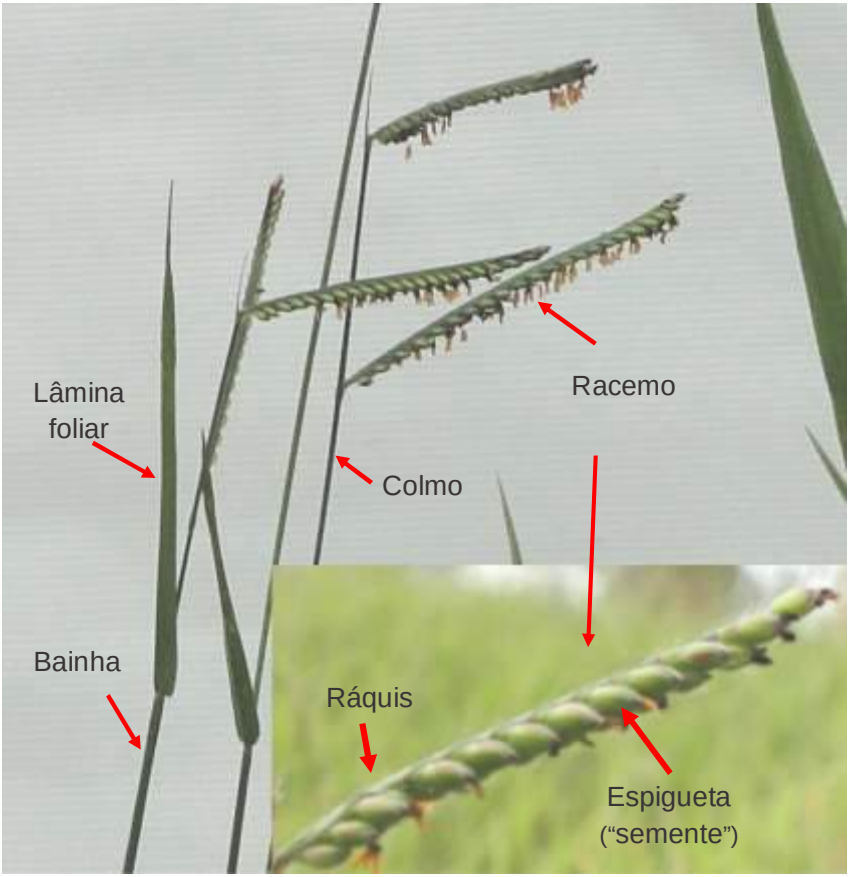

Figura 2. Morfologia de uma planta do gênero *Brachiaria.*

Fonte: Machado et al. (2011).

Fotos: Luís Armando Zago Machado

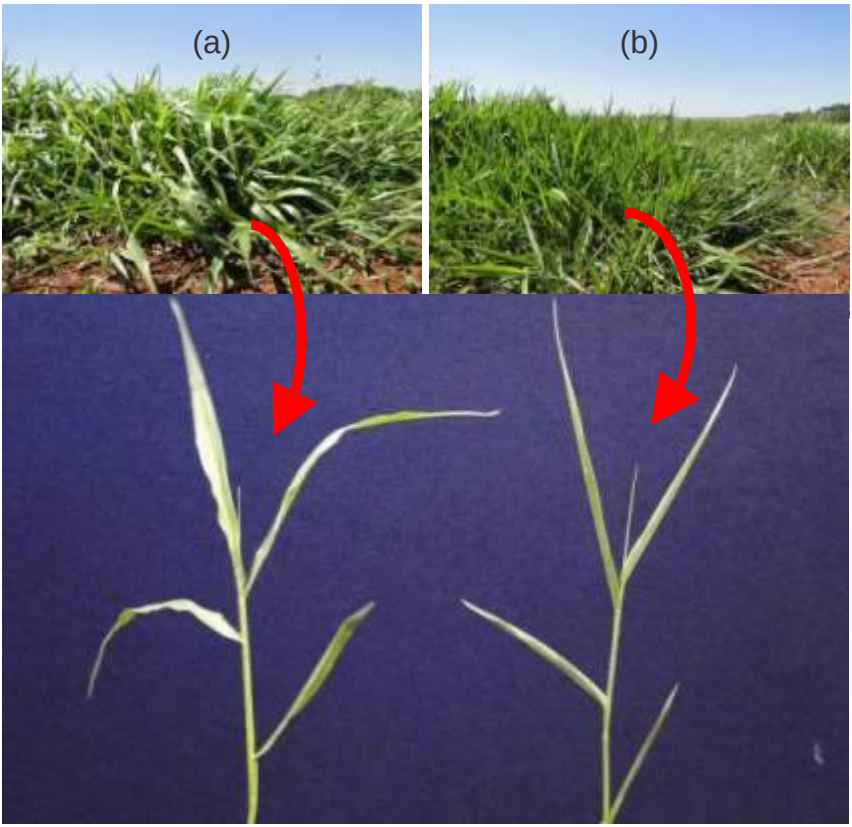

Figura 3. *Brachiaria ruziziensis* com folhas decumbentes e bordas onduladas (a) e *B. decumbens* com folhas eretas e bordas planas (b).

Além do porte e das bordas das folhas, a pilosidade das bainhas é variável entre as espécies e pode auxiliar na identificação (Figura 4). Esta característica está ausente nas folhas e colmo de *B. humidicola*, e nas cultivares MG4 e Paiaguás, de *B. brizantha*. Ainda nesta espécie, a cultivar Marandu apresenta pilosidade intensa e as cultivares Piatã e Xaraés apresentam pilosidade esparsa.

Fotos: Luís Armando Zago Machado

Figura 4. Pilosidade das bainhas de *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Xaraés, Piatã, MG 4 e Paiaguás (da esquerda para direita).

No gênero *Brachiaria*, o que chamamos comercialmente de "semente", do ponto de vista botânico, é uma espigueta, já que nela estão contidas mais de uma flor, embora só uma gere fruto. As "sementes" são sustentadas pela ráquis e o conjunto ráquis + sementes denomina-se racemo (Figura 2). Na *B. ruziziensis* a ráquis se destaca em relação às demais pela largura, 3,5 mm a 4 mm (Figura 5).

Foto: Luís Armando Zago Machado

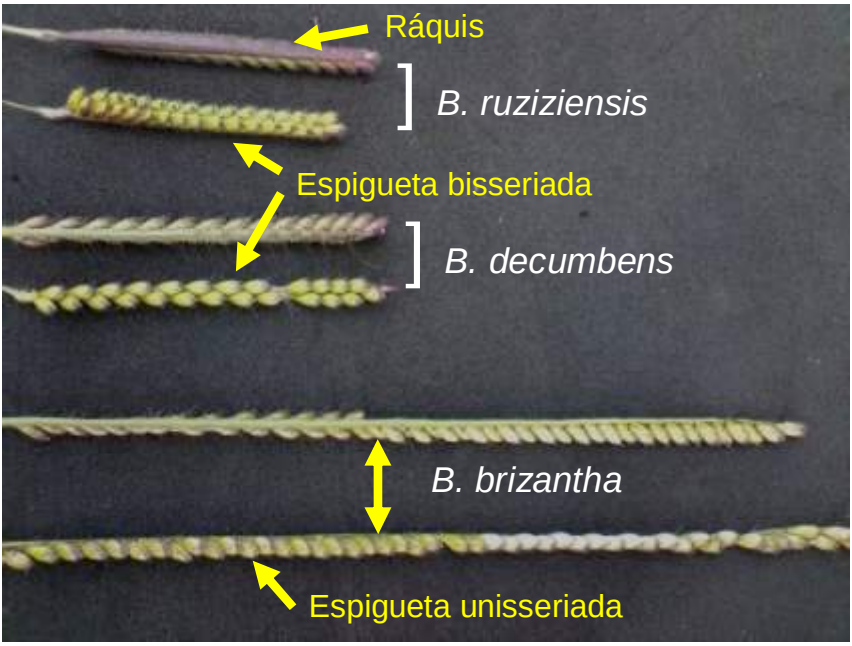

Figura 5. Racemos de três espécies de *Brachiaria*.
Fonte: Machado et al. (2011).

Outro aspecto é a distribuição das sementes na ráquis. Em *B. ruziziensis*, *B. decumbens* e *B. humidicola* há duas séries (fileiras) de "sementes", posicionadas lado a lado e presas à ráquis. Em *B. brizantha* há apenas uma fileira, eventualmente duas na base do racemo (Figuras 5 e 6). Algumas das características morfológicas descritas podem ser alteradas por fatores ambientais, tais como disponibilidade de água, nutrientes (nitrogênio) e luminosidade. Por exemplo, plantas com folhas eretas podem tornar-se decumbentes, numa condição de grande disponibilidade de água e nitrogênio, além de ocorrer o alargamento das folhas e o aumento do comprimento da ráquis.

As cultivares MG 4 e BRS Paiaguás são muito semelhantes, porque ambas são *B. brizantha* e não apresentam pilosidade. A BRS Paiaguás é de porte mais baixo e apresenta intenso perfilhamento, enquanto a MG 4 é mais cespitosa.

As cultivares de *B. humidicola* também são desprovidas de pelos, mas diferem das anteriores por apresentarem racemos e folhas bem mais estreitas e curtas; apresentam, também, estolões bem definidos e, no caso da BRS Tupi, muito longos. As cultivares BRS Tupi e Llanero têm pilosidade na ráquis e espiguetas, enquanto a cv. comum é glabra (Figura 6). As espiguetas da cv. Llanero são maiores que as demais e apresentam maior pilosidade que as da cv. BRS Tupi. Esta apresenta flores com anteras amarelas, enquanto as flores das cultivares Llanero e comum são roxas. Os estigmas da cv. BRS Tupi são vermelho-escuros, da cv. Llanero são brancos e da cv. comum são de cor roxa a preta. Os entrenós de Llanero são maiores que os demais.

Foto: Cacilda Borges do Valle

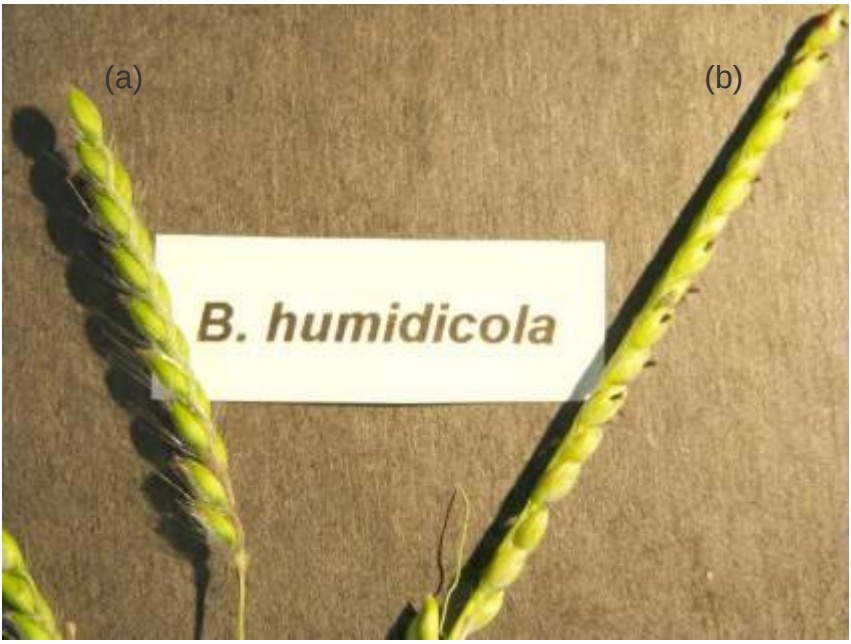

Figura 6. Racemo de *Brachiaria humidicola* cv. BRS Tupi, com tricomas (a) e *B. humidicola* comum, glabra (b).

A época de florescimento é bem diversificada entre as cultivares de braquiária: as mais precoces são *B. decumbens*, *B. humidicola* e BRS Paiaguás, seguidas pelas cultivares Piatã, Marandu e *B. ruziziensis*; a mais tardia é a cv. Xaraés.

Outra característica marcante na *B. ruziziensis* é o odor emanado pelas plantas, semelhante ao do capim-gordura, *Melinis minutiflora* Beauv. (SERRÃO; SIMÃO NETO, 1971).

Cultivares de *Panicum maximum*

As cultivares de *Panicum maximum* podem ser diferenciadas quanto à presença de pelos e cera, porte da folha e tipo de inflorescência (Tabela 3). Em condições de campo, as cultivares Tanzânia e Mombaça são muito parecidas, porém algumas características sutis as diferenciam (JANK, 1995). O porte da folha define muito bem a cultivar, sendo que na cv. Mombaça predominam folhas eretas e na Tanzânia, folhas decumbentes (Figura 7). Nem sempre é possível ver estas características, mas na fase vegetativa elas aparecem bem marcantes. Na cv. Tanzânia, a maioria da folhas ficam arqueadas, enquanto as dos capins mombaça e colonião são eretas; se forem tencionadas, elas quebram na nervura central, formando ângulo inferior a 90 graus (Figura 7). O capim-colonião se diferencia do capim-mombaça por apresentar cera nas bainhas e colmos, que pode ser vista pela tonalidade esbranquiçada (Figura 8). Em solos de baixa fertilidade as folhas de capim-tanzânia são amareladas, enquanto as dos capins colonião e mombaça são verdes. Nas plantas de capim-tanzânia, normalmente, encontram-se folhas com pintas de coloração marrom, que é um sintoma causado pelo fungo *Bipolaris maydis*.

Além das características vegetativas, o formato, a densidade e a coloração das panículas podem ajudar na identificação das cultivares de *P. maximum* (Figura 9).

Tabela 3. Características morfológicas de cultivares de *Panicum maximum*[1].

Cultivar	Folha				Colmo		Altura da planta (m)	Mancha roxa na espigueta
	Largura (cm)	Comprimento (cm)	Pilosidade	Porte (das folhas)	Pilosidade	Cerosidade		
Colonião	2,9	99	Ausente	Ereto/ quebradiça	Ausente	Presente	1,4	Poucas
Tanzânia	2,6	77	Ausente	Decumbente	Ausente	Ausente	1,2	Muitas
Mombaça	3	97	Pouca	Ereto/ quebradiça	Ausente	Ausente	1,7	Poucas
Massai	0,9	70	Média	Decumbente/ quebradiça	Média	Ausente	0,6	Médias
Aruana	2	38	Pouca	Decumbente	Média	Ausente	0,8	Poucas
Atlas	2,5	55	Pouca	Ereto	Ausente	Presente	1,1	Poucas
Áries	1,8	39	Pouca	Decumbente	Média	Presente	0,9	Poucas
Milênio	3,5	-	Média	Decumbente	Alta	Ausente	1,7	Ausente
Zuri	4,1	-	Ausente	Decumbente	Presente	Ausente	1,5	Poucas

[1] Estas características podem variar em função da disponibilidade de água, luz e fertilidade do solo.

Fotos: Luís Armando Zago Machado

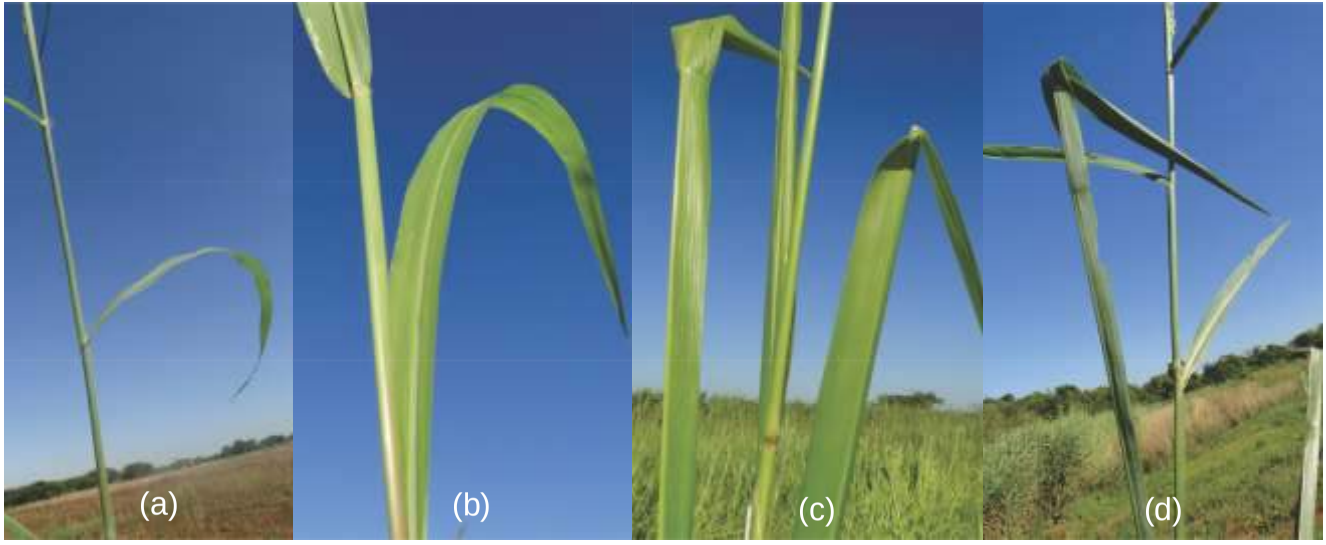

Figura 7. Porte da folha decumbente nos capins aruana (a) e tanzânia (b) e ereto, nos capins mombaça (c) e colonião (d).

Foto: Luís Armando Zago Machado

Figura 8. Colmos de capim-colonião com aspecto esbranquiçado, determinado pela presença de cera. Detalhe da bainha após a remoção da cera.

Fonte: Machado et al. (2011).

Fotos: Luís Armando Zago Machado

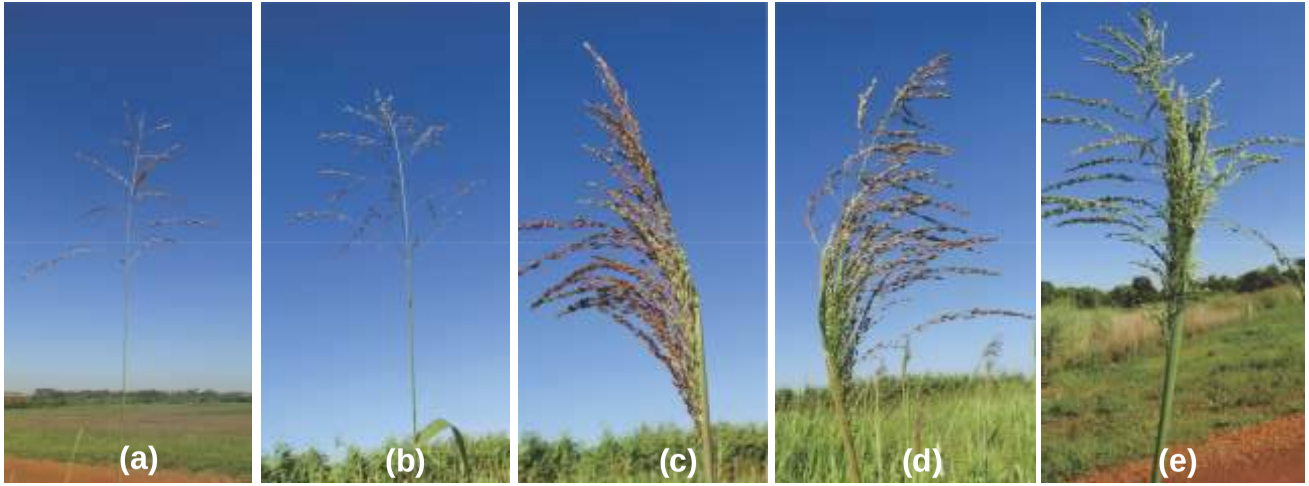

Figura 9. Coloração e formato das panículas dos capins massai (a), aruana (b), tanzânia (c), mombaça (d) e colonião (e).

Escolha das Forrageiras para o Consórcio

Na escolha da espécie e cultivar para ser utilizada em consórcio com o milho, deve ser considerado o propósito a que serão utilizadas as forrageiras, seja para a cobertura do solo, para a formação de pastagens perenes ou de curta duração, ou para pastagem entre a colheita do milho e o plantio da safra de verão.

Cobertura do solo

Se o objetivo é apenas a cobertura do solo, deve ser escolhida uma forrageira com facilidade de dessecação, que produza massa suficiente para cobrir o solo; porém, não convém que tenha crescimento em excesso e também apresente baixo custo de sementes.

A *B. ruziziensis* é a forrageira que melhor preenche esses pré-requisitos; isto porque suas plantas emitem colmos decumbentes, que enraízam nos nós e cobrem espaços vazios nas entrelinhas. É uma espécie fácil de dessecar (FERREIRA et al., 2010), já que com 3 L ha^{-1} de herbicida glyphosate as plantas atingem controle superior a 70%, aos 14 dias após a aplicação do produto, possibilitando a realização do plantio direto de outra cultura, em anos com boa precipitação. Suas sementes custam, em geral, metade do preço das demais.

Na aquisição das sementes deve ser comparado o preço por percentagem de sementes puras e de percentagem de germinação ou de viabilidade pelo teste de tetrazólio; essas informações devem constar na embalagem do produto (BRASIL, 2005). Quando a semente for revestida, deve ser considerado o volume de revestimento, que pode chegar a 73% do peso total (VERZIGNASSI et al., 2013).

Outra espécie que pode ser utilizada para esta finalidade é a *B. decumbens*, que normalmente apresenta custo de sementes semelhante ao da *B. ruziziensis*, porém é mais difícil de ser dessecada (FERREIRA et al., 2010). Eventualmente, as cultivares MG 4 e Paiaguás podem ser utilizadas para cobertura do solo, porque são de fácil dessecação; porém, o preço das sementes normalmente é mais elevado e pode não ser compatível com este propósito.

Formação de pastagens anuais

Se o propósito do consórcio de milho com forrageiras for o de estabelecimento de pastagens anuais para utilização entre a colheita do milho safrinha e a soja, deve ser considerado o preço das sementes, a facilidade de dessecação e a produção de forragem.

Para isto, é conveniente utilizar espécies mais produtivas tais como *B. brizantha* e *P. maximum*, embora também seja possível empregar as mencionadas anteriormente, *B. decumbens* e *B. ruziziensis*. A densidade de semeadura deve ser aumentada e o espaçamento entre as linhas de capim deve ser reduzido, em relação ao milho, para 20 cm a 40 cm, para garantir que as entrelinhas sejam preenchidas mais rapidamente.

Na escolha da forrageira deve-se ter em mente a expectativa de produção de carne no período compreendido entre agosto e setembro, que pode não cobrir o custo das sementes de algumas forrageiras. Nesta condição podem ser utilizadas forrageiras como os capins Aruana, Paiaguás, Tanzânia, Xaraés, Piatã e Marandu.

Além destas, em parte da área pode ser empregada, também, a *B. ruziziensi*s, para pastejo, por causa da facilidade para dessecação e semeadura imediata da soja. Isto possibilita que se possa escalonar o plantio da soja, iniciando pelas cultivares que

necessitam de menos dias entre a aplicação do herbicida e a condição ideal de plantio. Os capins Mombaça, Massai e a *B. humidicola* apresentam custo de sementes incompatível com o consórcio neste período e são de difícil controle. Além do custo da semente, a *B. humidicola* se destina a solos menos férteis e seu estabelecimento é lento, ficando inviável na sucessão soja/milho + forrageira.

Formação de pastagens perenes

Se o objetivo do consórcio é a formação de pastagens perenes, que permanecerão em uso por vários anos, todas as forrageiras citadas podem ser utilizadas, mesmo os capins Mombaça, Massai e *B. humidicola*, exceto *B. ruziziensis* e *B. decumbens,* em razão da suscetibilidade dessas forrageiras à cigarrinha-das-pastagens. Para formação de pastagens perenes é necessário redobrar os cuidados com a escolha da espécie e cultivar e, também, com a quantidade e qualidade das sementes. A escolha da forrageira deverá estar relacionada ao nível de fertilidade do solo, ao tipo e categoria de animal que irá utilizar a pastagem e à expectativa de produção.

A cv. BRS Paiaguás apresenta colmos finos e decumbentes e quando em consórcio com milho, mostra-se pouco competitiva com esta cultura anual. Esta forrageira se destaca, ainda, pela produção de forragem na estação seca e pela facilidade de dessecação com o herbicida glyphosate (MACHADO; VALLE, 2011).

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 9, de 2 de junho de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 10 jun. 2005. Seção 1, p. 4.

FERREIRA, A. C. de B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, A. M. da C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 6, p. 546-553, jun. 2010.

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 21-58.

MACHADO, L. A. Z.; CECCON, G.; ADEGAS, F. S. **Integração lavoura-pecuária-floresta:** 2- Identificação e implantação de forrageiras na integração lavoura-pecuária. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 56 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 111).

MACHADO, L. A. Z.; VALLE, C. B. do. Desempenho agronômico de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 11, p. 1454-1462, nov. 2011.

SEIFFERT, N. F. **Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria***. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1980. 96 p. (EMBRAPA-CNPGC. Circular técnica, 9).

SEREIA, R. C.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B.; CECCON, G. Crescimento de *Brachiaria spp.* e milho safrinha em cultivo consorciado. **Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 18, p. 349-355, 2012.

SERRÃO, E. A. D.; SIMÃO NETO, M. **Informações sobre duas espécíes de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia**: *B. decumbens* Stapf e *B. ruziziensis* Germain et Evrard. Belém, PA: Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte, 1971. 31 p. (IPEAN. Série: estudos sobre forrageiras na Amazônia, v. 2, n. 1).

VERZIGNASSI, J. R.; SILVA, J. I.; QUEIROZ, C. A.; FERNANDES, C. D.; ZIMMER, A. H.; COELHO, S. P.; MATSUURA, N. A.; CORADO, H. S.; JESUS, L.; LIBÓRIO, C. B. Qualidades física e fisiológica de sementes comerciais revestidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 18., 2013, Florianópolis. **Anais...** Londrina: ABRATES, 2013. 1 CD-ROM.

ZANIN, A.; LONGHI-WAGNER, H. M. Revisão de *Andropogon* (Poaceae-Andropogoneae) para o Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 1, p. 171-202, 2011.

Capítulo 4

Manejo de Plantas Daninhas no Consórcio Milho-Braquiária

Germani Concenço
Alexandre Ferreira da Silva

Manejo de Plantas Daninhas no Consórcio Milho-Braquiária

Germani Concenço
Alexandre Ferreira da Silva

Introdução

O consórcio milho-braquiária é uma tecnologia desenvolvida para o Sistema Plantio Direto (SPD), visando à renovação de pastagens e/ou o incremento de palha. Porém, muitas vezes esta tecnologia é implantada de maneira inadequada, o que pode ocasionar perdas excessivas de rendimento na cultura do milho ou formação deficiente da pastagem. Perdas de produtividade da cultura podem ser observadas quando o estabelecimento da forrageira consorciada com o milho ocorre sob condições de competição entre elas, principalmente quando em semeadura simultânea. Assim, nem sempre se obtêm sucesso, por causa do efeito competitivo de uma cultura sobre a outra. Para evitar perdas de produtividade na cultura do milho é necessário manejar adequadamente a braquiária, o que inclui ajustar a densidade e o arranjo de semeadura e realizar a correta supressão química da forrageira, quando necessário.

Dentre muitos fatores, o uso de herbicidas se destaca como um ponto-chave do consórcio e pode contribuir para o sucesso e/ou fracasso desta tecnologia. Muitos produtores, por falta de conhecimento, optam por não fazer uso de herbicidas com ação graminicida por receio de ocasionar a morte da forrageira. Jakelaitis et al. (2005) observaram que o uso exclusivo de atrazine reduz, aproximadamente, em 20% a produtividade do milho quando comparado ao uso deste herbicida associado à subdose de nicossulfuron.

Além da utilização de graminicidas para a supressão da braquiária, o correto manejo de plantas daninhas na cultura antecessora é de fundamental importância para que o consórcio se estabeleça de maneira adequada. Altas infestações de gramíneas podem tornar inviável a pronta implantação do consórcio milho-braquiária, devendo o produtor realizar inicialmente o manejo dessas plantas para depois pensar em implantar o consórcio.

Neste capítulo estão disponibilizadas, de forma resumida, informações básicas, com o objetivo de subsidiar técnicos e produtores rurais no manejo adequado e seguro de plantas daninhas em áreas de consórcio, bem como suprimir o crescimento da forrageira no consórcio milho-braquiária.

Planejamento da Área para Implantação do Consórcio

Para o adequado manejo das plantas daninhas, o planejamento para implantação do consórcio começa na cultura antecessora, com o controle das invasoras, visando à menor infestação futura. No caso do milho safrinha, semeado entre os meses de janeiro e abril, a cultura antecessora, normalmente, se trata da soja. A dessecação em pré-colheita da soja é prática comum em áreas produtoras de grãos e tem por objetivo antecipar a colheita, permitindo a implantação da cultura em sucessão dentro da época propícia, além de auxiliar no controle das plantas daninhas e uniformidade das plantas com problemas de haste verde/retenção foliar.

A dessecação em pré-colheita nem sempre proporciona bom controle da comunidade infestante. Problemas podem ser observados em virtude do “efeito guarda-chuva” proporcionado pelas folhas da soja, impedindo e/ou dificultando o contato da molécula herbicida com as plantas daninhas que se localizam abaixo do dossel da cultura. Além disso, em condições de alta

infestação, ao final do ciclo da cultura, o herbicida também será menos eficiente, pois as plantas daninhas estarão desenvolvidas e menos suscetíveis à ação dos herbicidas. Diante deste cenário, após a aplicação do dessecante e colheita da soja, deve-se optar por aplicar um herbicida de amplo espectro de ação antes de iniciar a semeadura do consórcio.

Em áreas com altas infestações de gramíneas, tais como milhã (*Digitaria horizontalis*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), falsos-massambarás (*Sorghum arundinaceum* e *S. verticilliflorum*) ou capim-colchão (*Digitaria* spp.), recomenda-se, em um primeiro momento, o plantio de milho solteiro para realizar o correto manejo das infestantes e, quando o banco de sementes for reduzido, pode-se então optar pela implantação do consórcio na área. A alta infestação dessas gramíneas pode tornar inviável o cultivo da forrageira, pois elas competiriam com a braquiária e o milho pelos recursos disponíveis no ambiente (água, luz e nutrientes) e a utilização de herbicida para controle dessas infestantes poderia resultar na morte da forrageira. Já em áreas com baixa infestação, normalmente, não se tem observado problemas, pois a braquiária, durante o seu crescimento, conseguirá suprimir o crescimento das outras gramíneas infestantes, desde que elas tenham sido controladas eficientemente no pré-plantio do consórcio.

Controle das Plantas Daninhas em Áreas de Consórcio

Em clima tropical seco e em ambiente de clima temperado, as culturas são instaladas na estação de cultivo mais adequada. Após a colheita dessas culturas os produtores podem optar por deixar a área em pousio até o ano subsequente, para novamente realizar o plantio na época mais propícia ou então optar pela semeadura de plantas de cobertura e/ou culturas de interesse agronômico, realizando uma segunda safra, se as condições climáticas assim

permitirem. Diversos estudos (CONCENÇO et al., 2011, 2012; PAULA et al., 2011) indicam que, caso essas áreas sejam mantidas sem cobertura vegetal no período em que não há cultivos comerciais, a infestação por plantas daninhas tende a ser mais severa na estação de cultivo subsequente, por causa do aumento do banco de sementes da comunidade infestante (CONCENÇO et al., 2011; SILVA et al., 2007).

Existem dois mecanismos principais que podem estar relacionados à menor infestação e emergência defasada de plântulas em áreas onde plantas de cobertura são utilizadas na entressafra, sendo o primeiro atribuído à capacidade de produção de substâncias alelopáticas, que podem tanto causar inibição direta do crescimento vegetal (FRIEBE et al., 1995; PUTNAM; DE FRANK, 1983; TESIO et al., 2010), como estimular fungos endofíticos capazes de atacar sementes no banco do solo (VOLL et al., 2004). O segundo mecanismo está relacionado ao efeito de cobertura, prejudicando a emergência e o crescimento das plântulas das espécies daninhas. Cita-se ainda que, em solos com a presença de cobertura vegetal, é comum o desenvolvimento de insetos predadores de sementes de plantas daninhas, que contribuem para minimizar a presença de determinadas espécies infestantes (GALLANDT et al., 2005).

Concenço et al. (2013) constataram diferenças na ocorrência de plantas daninhas na safra de soja subsequente, um ano após a utilização do consórcio milho-braquiária (Figura 1). De maneira geral, algumas culturas que tradicionalmente são utilizadas como cobertura vegetal do solo apresentam baixa eficiência de recobrimento da superfície, como, por exemplo, o milho solteiro, semeado a 90 cm ou a 45 cm entre linhas. A baixa eficiência na cobertura do solo pode resultar em maior ocorrência de plantas infestantes. Embora o milho seja capaz de produzir quantidades significativas de massa seca, a cobertura do solo proporcionada por essa cultura pode ser deficiente, porque a massa seca é significativamente concentrada nos colmos, com poucas folhas cobrindo o solo (ANDRADE, 1995).

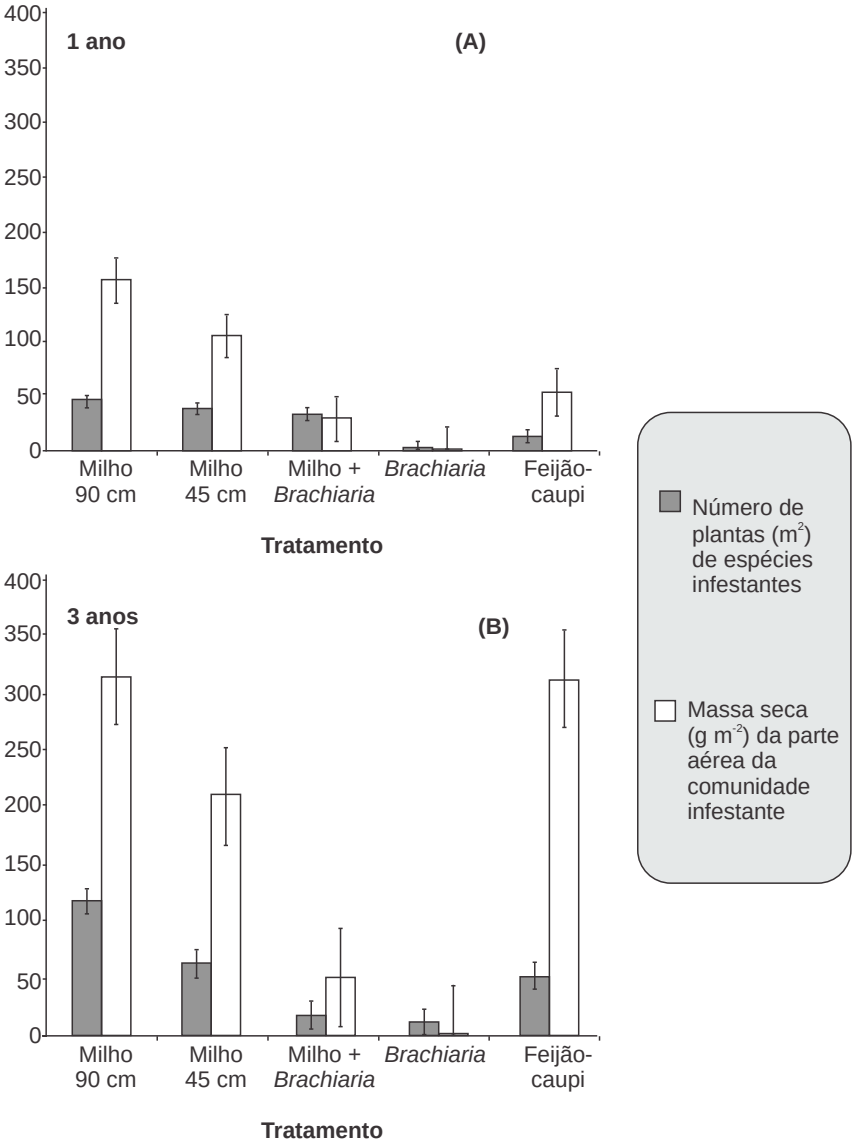

Figura 1. Número de plantas ■ (m^2) de espécies infestantes e massa seca □ (g m^{-2}) da parte aérea da comunidade infestante, na pré-semeadura da cultura da soja em rotação com diferentes cultivos de outono-inverno (A = 1 ano; B = 3 anos).

Fonte: Concenço et al. (2013).

Após 3 anos de utilização do consórcio milho-braquiária (Figura 1B), observou-se que as áreas com presença de braquiária, solteira ou consorciada com milho foram capazes de manter níveis de infestação por plantas daninhas equivalentes aos observados no primeiro ano de avaliação. Por outro lado, a opção pelo uso de milho solteiro, tanto a 45 cm como a 90 cm entre linhas, resultou em níveis de infestação superiores aos inicialmente presentes na área. A escolha pelo consórcio milho-braquiária pós-soja, por 3 anos, resultou em 22 plantas daninhas m^{-2}; o milho solteiro a 90 cm entre linhas resultou em 110 plantas daninhas m^{-2} (diferenças significativas de acordo com os erros-padrão amostrais). A cultura do milho implantado a 45 cm entre linhas resultou em menor nível de infestação que a do milho a 90 cm, porém com alta infestação quando comparada às áreas com presença de braquiária, solteira ou no consórcio (Figura 1). Pode-se observar que, para todos os sistemas de cultivo que não envolvem plantio de braquiária, a infestação de plantas daninhas – tanto em termos de número de indivíduos quanto de cobertura da área – se agravou após 3 anos de manejo, comparada ao primeiro ano de uso da área.

A análise de agrupamento por similaridade (Figura 2) indicou cinco grupos de áreas, com características homogêneas dentro de cada grupo. A área com um ano de braquiária solteira (B-1) foi a única componente do primeiro grupo; em consequência do baixo número de espécies daninhas encontrado nesta área, ela foi agrupada separadamente das demais. O segundo grupo foi formado pelas áreas com 3 anos de braquiária, tanto solteira (B-3) como em consórcio com milho (Mb-3); o terceiro foi composto por áreas ocupadas com milho solteiro a 45 cm no primeiro ano (M45-1); o quarto grupo foi o cultivo com feijão-caupi, por 1 ano (C-1) ; e o quinto grupo foi aquele com maior número de componentes, reunindo as demais áreas que não apresentaram características distintas o suficiente para formarem grupos separados. Neste grupo foram incluídas as áreas de milho solteiro a 45 cm por 3 anos (M45-3), milho solteiro a 90 cm entre linhas por 1 (M90-1) e por 3 (M90-3) anos de cultivo, feijão-caupi por 3 anos e milho + braquiária primeiro ano (MB-1) (Figura 2).

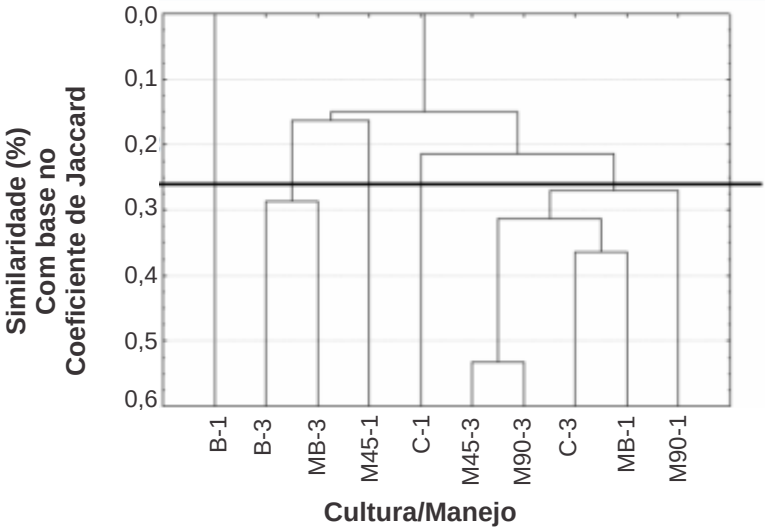

Figura 2. Análise multivariada de agrupamento para as dez áreas submetidas a distintos cultivos sem rotação de culturas.

Nota: o agrupamento foi estabelecido com base no método UPGMA. M90 = milho solteiro a 90 cm entre linhas; M45 = milho solteiro a 45 cm entre linhas; MB = consórcio milho-braquiária em linhas intercaladas, espaçadas em 45 cm; B = braquiária solteira; C = feijão-caupi. Números ao final indicam tempo de cultivo, sendo 1 = primeiro ano de cultivo, e 3 = terceiro ano de cultivo.

Fonte: Concenço et al. (2013).

Com base nas informações das Figuras 1 e 2, é possível constatar que o nível de infestação em sistemas de monocultivo aumenta ao longo dos anos e que a semeadura de braquiária após a soja, tanto solteira como em consórcio com milho, é capaz de manter o nível de infestação próximo ao observado no início do monocultivo da soja, ou da sucessão contínua soja-milho + braquiária.

Em suma, o cultivo da soja deve ser seguido pela semeadura de espécie que proporcione elevada quantidade de palha residual na entressafra, com distribuição uniforme na superfície do solo, e essa palhada deve ser formada por resíduos de plantas com elevada relação C:N. Os sistemas de consórcio milho+braquiária, ou mesmo braquiária solteira, resultam em menor nível de infestação por plantas daninhas nos cultivos de soja subsequentes, ao longo do tempo de utilização.

Supressão Química da Braquiária

Em sistemas consorciados de produção, além da mato-competição naturalmente exercida pelas plantas daninhas, as espécies utilizadas estão sujeitas também à competição entre si, o que torna fundamental planejar corretamente o manejo com herbicidas na área. A utilização desses produtos, muitas vezes, se faz necessária visando controlar as plantas daninhas adequadamente e suprimir o crescimento da forrageira (MACEDO, 2009), principalmente quando a população de plantas é maior que a desejada. Diversos trabalhos foram desenvolvidos nesse sentido (ADEGAS et al., 2011; CECCON et al., 2010; FREITAS et al., 2008; JAKELAITIS et al., 2005).

Dentre os herbicidas que podem ser utilizados no consórcio merecem destaque o atrazine, nicossulfuron, foramsulfuron + iodosulfuron-methyl e mesotrione. O atrazine se caracteriza por ser inibidor do fotossistema II e é indicado para o controle, em especial, de dicotiledôneas e algumas gramíneas, podendo ser aplicado em pós ou pré-emergência das plantas daninhas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Apesar de ser recomendado para a aplicação em pré-emergência na cultura do milho solteiro, o atrazine não é indicado nesta modalidade de uso quando se realiza a semeadura simultânea do milho com a braquiária, pois pode afetar a germinação e o desenvolvimento da braquiária. A aplicação de atrazine, normalmente, não causa danos à forrageira, desde que aplicado em pós-emergência na dose de até 1.500 g i.a. ha^{-1}. A adição de óleo mineral potencializa o efeito desse herbicida na pós-emergência, devendo ser adicionado à calda somente após a braquiária iniciar o seu perfilhamento, aproximadamente, 15 dias após a sua emergência.

Deve-se tomar cuidado para não utilizar, propositalmente ou por engano, misturas comerciais de herbicidas contendo outras moléculas além de atrazine. Estão disponíveis comercialmente misturas de atrazine com simazine, alachlor, glyphosate, nicossulfuron e s-metolachlor. A mistura de atrazine com s-metolachlor, por exemplo, é utilizada para supressão da braquiária no consórcio por alguns produtores, mas o

s-metolachlor pode causar danos às plantas da forrageira em fase de emergência. Além disso, o milho apresenta certos limites de tolerância, de acordo com o estádio de desenvolvimento, para aplicação dessa molécula. A concentração de atrazine nesta mistura também é menor que na formulação isolada. Para a supressão da braquiária, deve-se sempre dar preferência a herbicidas já testados pela pesquisa, em fórmula contendo somente uma molécula, sem misturas com outros herbicidas.

Nicossulfuron, iodosulfuron-methyl e foramsulfuron pertencem ao grupo químico das sulfonilureias. Os herbicidas deste grupo químico atuam sobre a enzima acetolactato sintase (ALS), inibindo a biossíntese dos aminoácidos ramificados, valina, leucina e isoleucina (SILVA et al., 2007). O nicossulfuron é utilizado em pós-emergência na cultura do milho, com enfoque no controle de gramíneas e algumas dicotiledôneas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). É o principal herbicida utilizado visando à supressão no crescimento da braquiária, porém o produtor deve ter muito cuidado ao escolher a dose, pois a utilização da dose de rótulo ocasionará a morte da forrageira, enquanto a escolha de uma dose muita baixa, poderá não surtir o efeito esperado. O estádio de desenvolvimento da forrageira é um dos principais fatores que afetam a escolha da dose do herbicida. Jakelaitis et al. (2005) observaram que a dose de 8 + 1.500 g i.a. ha^{-1} de nicossulfuron + atrazine, aplicado no início do perfilhamento da Brachiaria brizantha, proporcionou o adequado controle das plantas daninhas sem comprometer o rendimento da cultura, mas afetou o acúmulo de massa seca da braquiária em aproximadamente 23% aos 50 dias após a colheita do milho, quando comparado com a testemunha sem aplicação de herbicidas. Ceccon et al. (2010) observaram que a dose de 8 g i.a. ha^{-1} de nicossulfuron aplicados aos 14 e 24 dias após a emergência (DAE) da B. ruziziensis reduziram a produtividade de biomassa seca em 57% e 70%, respectivamente, aos 150 dias após a aplicação do herbicida (Tabela 1). Adegas et al. (2011) verificaram que a associação de nicossulfuron + atrazine, nas doses de 16 + 800 g i.a. ha^{-1}, adicionado de óleo mineral, aplicado no estádio V_4 do milho, ocasionou redução de, aproximadamente, 77% no rendimento da massa seca de B. ruziziensis no momento da colheita do milho.

Tabela 1. Massa seca de plantas de *Brachiaria ruziziensis* (RMB) 150 dias após a aplicação dos herbicidas, e rendimento de grãos da cultura do milho (RGM), em sistema de consórcio milho-braquiária, em diferentes períodos após a emergência das plantas, sob aplicação de herbicidas.

Tratamento	Aplicação (DAE)	RMB (kg ha^{-1})	RGM (kg ha^{-1})
Atrazine 1760 + óleo[(1)]	14	3.011 b[(2)]	5.230 [(2)]
Mesotrione 60 + óleo	14	3.153 b	4.562
Mesotrione 60 + óleo	24	2.944 b	5.430
Mesotrione 60 + atrazine 880 + óleo	14	3.319 b	5.365
Mesotrione 60 + atrazine 880 + óleo	24	2.744 b	5.290
Nicosulfuron 8	14	2.247 c	5.906
Nicosulfuron 8	24	1.597 d	5.827
Nicosulfuron 16	14	1.222 d	5.745
Nicosulfuron 16	24	1.278 d	5.601
Sem herbicida	*	5.241 a	5.491
Sem herbicida e sem braquiária	*	*	5.622

[(1)] Óleo mineral Nimbus a 0,5% v v^{-1}; [(2)] diferenças não significativas.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Nota: DAE = dias após a emergência da cultura e da forrageira.

Fonte: adaptado de Ceccon et al. (2010).

Os herbicidas foramsulfuron + iodosulfuron-methyl também são passíveis de serem utilizados no consórcio, visando à supressão da braquiária. Esta mistura de herbicidas se encontra disponível no mercado; o foramsulfuron possui ação graminicida mais pronunciada, enquanto o iodosulfuron-methyl atua mais sobre espécies de folhas largas (FRANCO et al., 2002). A utilização dessa mistura requer atenção do produtor devido à sua ação graminicida. Ao se optar por esse herbicida a associação com atrazine pode ser necessária em caso de presença na lavoura de plantas daninhas de folhas largas. Jakelaitis et al. (2005) observaram que a mistura de foramsulfuron + iodosulfuron-methyl + atrazine, nas doses de 30 + 2 + 1.500 g i.a. ha^{-1}, aplicados no

estádio V_4 da cultura do milho, promoveram redução de 56% na produtividade de massa da *B. brizantha* aos 50 dias após a colheita do milho.

O mesotrione, cujo mecanismo de ação é a inibição da biossíntese de carotenoides, é uma alternativa passível de ser utilizada para suprimir o crescimento da braquiária, quando utilizado em subdose. Esse herbicida, aplicado na pós-emergência, controla algumas folhas estreitas e folhas largas, tendo como sintoma característico o branqueamento das folhas das plantas sensíveis (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A associação de atrazine + mesotrione é uma alternativa interessante visando tanto ao controle de plantas daninhas como à defasagem do crescimento da forrageira em relação ao crescimento do milho. Ceccon et al. (2010) verificaram que a associação de mesotrione + atrazine + óleo na dose de 60 + 880 g i.a. ha^{-1}, respectivamente, aplicados aos 14 e 24 dias após a emergência da braquiária, reduziram a massa seca da forrageira em aproximadamente 37% e 47% respectivamente, quando comparados à testemunha aos 150 dias após a aplicação dos herbicidas (Tabela 1). Adegas et al. (2011) observaram que a associação de mesotrione + atrazine + óleo nas doses de 60 + 800 g i.a. ha^{-1}; 90 + 800 g i.a. ha^{-1}; 120 + 800 g i.a. ha^{-1}; e 60 + 1.200 g i.a. ha^{-1}, aplicadas no estádio V_4 do milho, promoveram redução no acúmulo de massa seca da braquiária de 19%, 32%, 51% e 53 %, respectivamente, no momento da colheita do milho.

De acordo com os resultados apresentados, é possível observar que a utilização de subdoses de herbicidas com ação graminicida seletivos à cultura do milho ocasiona redução no crescimento da braquiária, afetando o acúmulo de massa seca da forrageira. É importante salientar que a seletividade dos graminicidas à braquiária depende do herbicida, da dose, do estádio de desenvolvimento da planta no momento da aplicação, da espécie forrageira e da cultivar.

Dessecação da braquiária para implantação da cultura em sucessão

A época adequada de dessecação da braquiária é um desafio complexo, pois envolve condições climáticas da região e operacionais na propriedade, de modo que, para a dessecação da forrageira, deve-se levar em consideração a época de semeadura da cultura que será implantada em sucessão, a quantidade de palha produzida pelo consórcio e o período de tempo entre a dessecação e a semeadura da cultura em sucessão (CECCON et al., 2010).

Normalmente, os herbicidas utilizados na dessecação das forrageiras são classificados como herbicidas sistêmicos, ou seja, translocam junto com os fotoassimilados produzidos pelas plantas durante a fotossíntese. Dessa forma, para que esses herbicidas possam promover o correto controle da braquiária é necessário que as plantas estejam em pleno crescimento fisiológico e as condições meteorológicas no momento da aplicação (temperatura, umidade do ar, velocidade do vento) sejam favoráveis à atividade fotossintética. Isso garante que o herbicida seja translocado para o local de ação. Em razão da natureza sistêmica dos herbicidas normalmente utilizados na dessecação, o efeito desses produtos sobre as plantas daninhas é lento e a forrageira demora alguns dias para ser controlada. Em virtude dessa morte lenta da braquiária quando se faz uso somente de herbicidas sistêmicos na dessecação, o sistema denominado “aplique-plante” pode ocasionar perdas no rendimento da cultura semeada em sucessão. A redução na produtividade pode ser atribuída ao fato dessas plantas, que recebem a aplicação, se encontrarem eretas ou muitas vezes não se encontrarem completamente dessecadas, ocasionando sombreamento, que juntamente à competição por uma posição de dominância do dossel leva ao estiolamento da cultura, podendo ocasionar perdas na produtividade (SALTON et al., 1998).

Diversos trabalhos foram realizados visando identificar o melhor intervalo de tempo entre a dessecação da braquiária e o plantio da cultura em sucessão (MONQUERO et al., 2010; NEPOMUCENO et al., 2012; NUNES et al., 2009; SANTOS et al., 2007). Estes autores observaram que a escolha da época de dessecação da braquiária afeta de maneira decisiva o estabelecimento, o desenvolvimento e a produtividade da cultura subsequente.

O intervalo ideal entre a dessecação da braquiária com glyphosate e o plantio da cultura em sucessão tem-se situado entre 7 e 30 dias, porém é importante salientar que esse intervalo depende de vários fatores, tais como espécie de braquiária, estado fisiológico da planta no momento da aplicação, quantidade de massa verde produzida, condições climáticas no momento da aplicação, dose e formulação do herbicida, e volume de calda utilizado, dentre outros fatores. De acordo com Santos et al. (2007), o intervalo entre a dessecação e a semeadura da soja deve ser de pelo menos 7 dias, pois o manejo químico no mesmo dia da semeadura, além de afetar o desenvolvimento da cultura, tem efeito negativo na atividade dos microrganismos do solo.

As espécies forrageiras podem ser divididas em três grupos quanto à facilidade de controle com o herbicida glyphosate (CECCON; CONCENÇO, 2014)[1]; dentre as espécies mais utilizadas no Centro-Oeste destacam-se a *B. ruziziensis*, *Panicum maximum* cultivares Massai e Aruana, com excelente controle; *B. brizantha* cv. Xaraés, *B. decumbens* e *B. brizantha* cv. Marandu, com controle moderado; e *P*. *maximum* cultivares Tanzânia e Mombaça e *B. brizantha* cv. Piatã, de difícil controle. Considerando a produtividade de massa durante o cultivo com milho safrinha, o menor período entre a dessecação e avaliação, e a menor dose de herbicida, destacam-se a *B. ruziziensis* e o *P. maximum* cv. Aruana para cultivo da soja em sucessão, aos 10 dias após a dessecação.

[1] CECCON, G.; CONCENÇO, G. Produtividade de massa e dessecação de forrageiras perenes para integração lavoura-pecuária. Artigo aprovado para publicação na revista Planta Daninha, em 2014.

Para espécies de mais difícil controle, caso o produtor queira acelerar o processo de dessecação da forrageira, sugere-se fazer a aplicação de um herbicida de contato após a utilização do produto sistêmico. O intervalo entre as aplicações se faz necessário, pois o herbicida sistêmico necessita de um período de tempo para translocar para os pontos de crescimento da planta e assim executar o seu papel.

Tem-se adotado, como regra geral, a aplicação de um herbicida de contato, por exemplo o paraquat, de 7 a 12 dias após a utilização do glyphosate; antes disso o glyphosate pode não ter ocasionado os danos necessários para ocasionar a morte das plantas. Apesar de acelerar o processo de dessecação da forrageira, a utilização de duas aplicações (dois herbicidas, duas operações) apresenta a desvantagem do aumento de custos.

A aplicação simultânea, ou antes do intervalo mínimo preconizado para uma aplicação sequencial, poderá diminuir o efeito do glyphosate, ocasionando a rebrota da forrageira. De maneira similar, a utilização somente do produto de contato na dessecação, também não proporcionará bom controle da planta.

Considerações Finais

Para que o consórcio expresse todos os seus benefícios é necessário que se tenha atenção aos detalhes abordados ao longo deste capítulo. O manejo de plantas daninhas e o uso de herbicidas para controlar o crescimento da braquiária devem ser executados de maneira correta, visando garantir máxima produtividade do sistema com o mínimo de risco econômico e ambiental.

O uso do consórcio milho-braquiária se expressa em níveis reduzidos de infestação por plantas daninhas nas safras subsequentes, com redução na ocorrência de espécies

problemáticas como a buva e o capim-amargoso. Os benefícios não se restringem aos apresentados, contribuindo também para o manejo mais sustentável das áreas agrícolas.

Referências

ADEGAS, F. S.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Manejo de plantas daninhas em milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado à braquiária ruziziensis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1226-1233, out. 2011.

ANDRADE, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 1-12, Apr. 1995.

CECCON, G.; MATOSO, A. O.; NETO NETO, A. L.; PALOMBO, L. Uso de herbicidas no consórcio milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 359–364, abr./jun. 2010.

CONCENÇO, G.; CECCON, G.; CORREIA, I. V. T.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B. Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 359-368, abr./jun. 2013.

CONCENÇO, G.; SALTON, J. C.; BREVILIERI, R. C.; MENDES, P. B.; SECRETTI, M. L. Soil seed bank of plant species as a function of long-term soil management and sampled depth. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 725-736, out./dez. 2011.

CONCENÇO, G.; SILVA, C. J.; STAUT, L. A.; PONTES, C. S.; LAURINDO, L. C. A. S.; SOUZA, N. C. D. S. Weeds occurrence in areas submitted to distinct winter crops. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 747-755, out./dez. 2012.

FRANCO, G. Equip plus (foramsulfurom + iodosulfurom) – novo conceito em herbicidas sulfonilureias na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Londrina: SBCPD; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 659.

FREITAS, F. C. L.; SANTOS, M. V.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, M. G. O. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron + iodosulfuron-methyl para o manejo da forrageira. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n.1, p. 215–221, jan./mar. 2008.

FRIEBE, A.; SCHULZ, M.; KÜCK, P.; SCHNABL, H. Phytotoxins from shoot extracts and root exudates of *Agropyron repens* seedlings. **Phytochemistry**, Oxford, v. 38, n. 5, p. 1157-1159, Mar. 1995.

GALLANDT, E. R.; MOLLOY, T.; LYNCH, R. P.; DRUMMOND, F. A. Effect of cover-cropping systems on invertebrate seed predation. **Weed Science**, Ithaca, v. 53, n. 1, p. 69-76, 2005.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; PEREIRA, J. L.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R. Efeitos de densidade e épocas de semeadura de *Brachiaria brizantha* em competição com plantas de milho. **Acta Scientiarum:** agronomy, Maringá, v. 28, n. 3, p. 373-378, July/Sept. 2006.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIVIAN, R. Efeitos de herbicidas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 69-78, jan./mar. 2005.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 133-146, 2009. Número especial.

MONQUERO, P. A.; MILAN, B.; SILVA, P. V.; HIRATA, A. C. S. Intervalo de dessecação de espécies de cobertura do solo antecedendo a semeadura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 561–563, jul./set. 2010.

NEPOMUCENO, M. P.; VARELA, R. M.; ALVES, P. L. C. A.; MARTINS, J. V. F. Períodos de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e seu reflexo na produtividade da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 557-565, jul./set. 2012.

NUNES, A. S.; TIMOSSI, P. C.; PAVANI, M. C. M. D.; ALVES, P. L. C. A. Épocas de manejo químico de *Brachiaria decumbens* antecedendo o plantio direto da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 297–302, abr./jun. 2009.

PAULA, J. M.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; NOHATTO, M. A. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 217-227, jan./mar. 2011.

PUTNAM, A. R.; DeFRANK, J. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. **Crop Protection**, Surrey, v. 2, n. 1, p. 173-181, 1983.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Org.). **Sistema Plantio Direto**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. p. 59-80. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).

SANTOS, J. B.; SANTOS, E. A.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; FREITAS, M. A. M. Épocas de dessecação anterior a semeadura sobre o desenvolvimento da soja resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 4, p. 869 -875, out./dez. 2007.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 17-61.

TESIO, F.; WESTON, L. A.; VIDOTTO, F.; FERRERO, A. Potential allelopathic effects of Jerusalem Articho ke (*Helianthus tuberosus*) leaf tissues. **Weed Technology**, Champaign, v. 24, n. 3, p. 378-385, Aug./Oct. 2010.

VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P. **Manejo de buva resistente ao glifosato**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 14 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 91). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31188/1/doc.91.trigo.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2013.

VOLL, E.; FRANCHINI, J. C.; CRUZ, R. T.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; ADEGAS, F. S. Chemical interactions of *Brachiaria plantaginea* with *Commelina benghalensis* and *Acanthospermum hispidum* in soybean cropping systems. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 30, n. 7, p. 1467-1475, July 2004.

Capítulo 5

Risco Climático do Consórcio Milho com Braquiária em Mato Grosso do Sul

Carlos Ricardo Fietz
Éder Comunello
Gessí Ceccon
Danilton Luiz Flumignan
Paulo Cesar Sentelhas

Risco Climático do Consórcio Milho com Braquiária em Mato Grosso do Sul

Carlos Ricardo Fietz
Éder Comunello
Gessí Ceccon
Danilton Luiz Flumignan
Paulo Cesar Sentelhas

Introdução

A agricultura é suscetível a vários tipos de riscos que afetam direta ou indiretamente a produção e, consequentemente, o retorno econômico da atividade. Os principais tipos que influenciam a produção agrícola podem ser classificados em: 1) tecnológicos, relacionados à defasagem ou carência técnica; 2) biológicos, particularmente no que se refere à ocorrência de pragas e doenças; e 3) climáticos, relacionados a eventos adversos, tais como deficiência hídrica, excesso de chuva e geadas. Dentre esses, os riscos climáticos são os que historicamente têm causado maiores prejuízos à atividade agrícola, por reduzir a produção. Esse fato ocorre pela dificuldade em se definir épocas de semeadura que proporcionem menor probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica nas fases críticas das culturas.

Em condições de milho safrinha, a irrigação em caráter complementar é uma alternativa para evitar os riscos de deficiência hídrica, mas nem sempre o uso desta prática se traduz em maior renda líquida (PEGORARE et al., 2009).

Visando minimizar os riscos dos fenômenos climáticos na agricultura, em 1995 foi criado, no Brasil, o zoneamento agrícola, que é o instrumento de gestão de riscos que possibilita identificar regiões aptas para exploração comercial de uma determinada cultura, além de definir a melhor época de semeadura, considerando diferentes cultivares e tipos de solo.

O zoneamento agrícola é revisado anualmente, sendo publicado na forma de portarias, no Diário Oficial da União e no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. No ano de 2013 o zoneamento agrícola é indicado para 24 Unidades da Federação, com 40 culturas, sendo 15 de ciclo anual e 24 permanentes, além do consórcio milho com braquiária. O zoneamento agrícola de risco climático do consórcio de milho com braquiária é indicado para seis estados do Brasil e contempla o Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso.

No presente capítulo pretende-se realizar uma análise de risco climático para o milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis* em Mato Grosso do Sul, incentivando assim a realização de trabalhos semelhantes para outras modalidades de consórcio ou regiões do Brasil.

Demanda Hídrica do Consórcio Milho com Braquiária

Existem muitos trabalhos sobre demanda hídrica de culturas isoladas, mas são poucos os estudos e as informações sobre o consumo de água de cultivos consorciados. De acordo com Moreira et al. (2007), o cultivo em consórcio tem maior potencialidade para retirar água do solo, visto que são duas espécies no mesmo espaço. Ressalta-se que a falta de informações sobre a demanda hídrica em culturas consorciadas tem dificultado o estabelecimento de políticas públicas no Brasil, que insiram esses sistemas de cultivo em programas de seguro rural e de financiamento da produção agrícola.

Com relação ao consórcio milho com braquiária, o mais utilizado na integração lavoura-pecuária, apenas recentemente foram realizados alguns estudos no Brasil sobre a demanda hídrica desse sistema de cultivo.

Sans et al. (2007) avaliaram o consórcio milho e *B. brizantha* em Sete Lagoas, MG, e concluíram que os valores dos coeficientes de cultivo do consórcio são muito maiores que os das culturas isoladas. Os autores obtiveram coeficientes de cultivo que variaram de 0,21 a 2,32.

Em Planaltina, DF, Silva et al. (2007) avaliaram o consumo de água e os coeficientes de cultivo do consórcio (milho semeado em linhas de 0,90 m e *B. brizantha* em linhas de 0, 30 m), com um lisímetro. Os autores obtiveram produtividade de 7,70 t ha^{-1} de grãos de milho e 11,00 t ha^{-1} de massa de braquiária. A demanda hídrica do consórcio milho e *B. brizantha* superou a da cultura do milho solteiro, atingindo 8,0 mm dia^{-1}, com Kc de 2,3.

Em Dourados, MS, Fietz et al. (2009) utilizaram um lisímetro de pesagem para avaliar a demanda hídrica e os coeficientes de cultivo do consórcio de milho e *B. ruziziensis*. O espaçamento utilizado foi de 0,90 m entre linhas de milho, com uma linha de braquiária nas entrelinhas do milho. O rendimento de grãos de milho foi de 5,44 t ha^{-1}, com produção de 9,43 t ha^{-1} e 1,32 t ha^{-1} de massa seca, respectivamente, para milho e braquiária. As produções obtidas no ensaio em Dourados foram maiores que os rendimentos médios de milho safrinha em Mato Grosso do Sul, aproximadamente 2,2 t ha^{-1} de grãos, na safra de 2009 (FIETZ et al., 2009). Esses resultados demonstram que a utilização de milho em consórcio com braquiária, aparentemente, não afeta a produtividade do milho. De maneira geral, houve a tendência do consumo de água aumentar da emergência até o período de 30 a 55 dias após e, então, diminuir. O consumo hídrico médio foi de 2,6 mm dia^{-1}, variando de 0,87 mm dia^{-1} a 4,5 mm dia^{-1}. Os valores de coeficiente de cultivo do consórcio também apresentaram a tendência de aumentar da emergência até o período de 30 a 55 dias após e depois diminuir, com variação de 0,64 a 1,63.

Em Alvorada do Gurguéia, PI, Andrade Junior et al. (2010) avaliaram a demanda hídrica do consórcio milho com *B. ruziziensis*, utilizando uma sonda de capacitância. Os coeficientes de cultivo do consórcio foram superiores aos de milho solteiro, atingindo valores máximos de 1,31, enquanto o de milho solteiro foi de 1,04.

Esses estudos apresentaram resultados divergentes e que podem ser atribuídos às várias espécies de braquiária e populações de plantas diferentes avaliadas nos ensaios; além disso, esses ensaios foram conduzidos em locais e épocas distintas e utilizaram métodos diferenciados para determinar a demanda hídrica (lisimetria, sonda de nêutrons e sonda de capacitância).

Ressalta-se que estudos sobre a demanda hídrica das culturas são muito importantes, pois geram parâmetros usados, por exemplo, na definição de épocas de plantio mais favoráveis e zoneamentos de risco climático. Apesar de já existirem algumas informações básicas, são necessários novos estudos sobre demanda hídrica do consórcio milho com braquiária, visando gerar parâmetros mais uniformes e detalhados, que possibilitem aprimorar o zoneamento de risco climático deste sistema de cultivo.

Deficiência Hídrica

A deficiência hídrica em Mato Grosso do Sul é a principal causa de perdas, tanto em milho solteiro quanto consorciado com braquiária, pois nos meses em que essas culturas são cultivadas é comum a ocorrência de veranicos e estiagens. Com o objetivo de determinar épocas de semeadura mais favoráveis com relação ao fator deficiência hídrica, avaliou-se o risco climático do consórcio milho com braquiária em Mato Grosso do Sul. A metodologia adotada foi a mesma do zoneamento agrícola, que utiliza o programa SARRA (Sistema de Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos),

desenvolvido por Baron et al. (1996). Esse sistema determina o balanço hídrico para as culturas, com base em dados de precipitação, evapotranspiração de referência, coeficientes de cultivo e duração das fases fenológicas das culturas.

A precipitação foi obtida de 53 séries de dados diários, com, pelo menos, 15 anos. A evapotranspiração de referência foi calculada pelo método Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) e os coeficientes de cultivo foram obtidos de Fietz et al. (2009). A análise baseou-se no ciclo e nas fases fenológicas da cultura de milho, para dois grupos de cultivares: superprecoces (ciclo de 110 dias) e precoces (ciclo de 130 dias), que abrangem a maioria dos híbridos comerciais disponíveis no mercado. O ciclo da cultura de milho foi dividido em quatro fases fenológicas: 1) germinação/emergência; 2) desenvolvimento vegetativo; 3) florescimento/enchimento de grãos; e 4) maturação.

Definiu-se como críticas para o consórcio as fases de germinação/emergência e florescimento/enchimento de grãos do milho. Embora essa divisão seja baseada na cultura do milho, a fase de germinação/emergência também representou o risco potencial de deficiência hídrica no estabelecimento da braquiária, com duração de 10 dias, para ambas as culturas. Considerou-se que a fase florescimento/enchimento de grãos teve duração de 35 e 45 dias para as cultivares com ciclo superprecoce e precoce, respectivamente.

A análise foi realizada para sete épocas de semeadura, de 5 de janeiro a 5 de março, com intervalos de 10 dias. Foram considerados dois tipos de solos: textura média e argilosa, com capacidade total de água disponível (CAD) de 40 mm e 60 mm, respectivamente.

Definiu-se o grau de risco climático em função do Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA), que representa a relação entre evapotranspiração real e evapotranspiração máxima da cultura. Os valores de ISNA foram calculados para cada fase fenológica da cultura, considerando a frequência de 80% dos

eventos. Os valores de ISNA foram interpolados, sendo geradas grades para as duas fases críticas, regulamente espaçadas a 1.000 metros. Os valores interpolados foram classificados em três níveis de risco climático: alto (ISNA < 0,40), moderado (ISNA entre 0,40 e 0,50) e baixo (ISNA > 0,60). No final fez-se a análise integrada de risco com o cruzamento das grades de cada fase crítica. O risco climático para o consórcio milho com braquiária em Mato Grosso do Sul, resultante do cruzamento das grades, foi classificado em quatro níveis: a) alto risco (baixo risco em uma das fases críticas ou moderado em ambas); b) risco moderado na fase reprodutiva; c) risco moderado na implantação; e d) baixo risco.

Os dados finais de risco climático foram compilados por decêndio e municipalidade. Os municípios foram considerados de baixo risco e, portanto, aptos ao plantio, quando mais de 50% da sua área foi classificada como de risco moderado ou baixo.

Risco Climático do Consórcio em Mato Grosso do Sul

O risco climático deve ser analisado no contexto mais amplo do zoneamento agrícola, mas seu desafio é definir locais e épocas com menor probabilidade de ocorrência de seca ou outros fenômenos adversos à cultura (BRUNINI et al., 2009).

Nas Figuras 1 a 7 estão apresentados os mapas de risco climático para o consórcio milho com braquiária em Mato Grosso do Sul. De modo geral, o risco climático do consórcio tende a crescer com o atraso da época de semeadura, mesmo nos solos com maior capacidade de armazenamento de água. Contudo, na região sul e parte da sudoeste do estado ocorreu comportamento diferenciado. Nessa área, observa-se que há aptidão para os plantios a partir de 5 de janeiro e que vai decrescendo com o atraso da semeadura, até o início de fevereiro; após esse período essa aptidão se inverte e tem-se a melhor condição de plantio na segunda quinzena de

fevereiro e início de março. Essa tendência está coerente com os resultados obtidos por Fietz et al. (2013). Esses autores concluíram que semeaduras de milho safrinha realizadas na segunda quinzena de fevereiro são as mais recomendadas para a região sul de Mato Grosso do Sul. Esse comportamento é mais nítido para cultivares de milho com ciclo precoce. Portanto, para essa região, cultivares de milho com ciclo precoce, semeadas na segunda quinzena de fevereiro e no início de março, deveriam ser priorizadas.

Outra região a ser destacada é o norte de Mato Grosso do Sul, que apesar de seguir a tendência geral observada no estado, nela o período para semeadura é maior. Além disso, a condição geral de plantio é mais favorável (Figuras 1 a 8), assinalando a maior área com risco baixo. Nessa região não há diferenças relevantes em relação ao ciclo das cultivares, apenas uma ligeira vantagem para materiais com ciclo superprecoce. Para híbridos dos dois ciclos (precoce e superprecoce), os casos de restrição ao plantio ocorrem a partir da segunda quinzena de fevereiro. Contudo, o número de municípios com indicação de plantio é maior quando se utiliza materiais com ciclo superprecoce.

As regiões norte e sul, que apresentaram comportamento diferenciado, são as de maior importância para o consórcio milho com braquiária em Mato Grosso do Sul. É importante salientar que algumas áreas produtoras importantes, localizadas nas bordas das regiões aptas, poderão apresentar indicação de restrição ao cultivo, resultante da alta variabilidade climática dessas regiões.

Observa-se, também, nas Figuras 1 a 8, que a classe textural do solo afeta diretamente o período de semeadura recomendado. Independente da região e da época de semeadura, solos de textura argilosa (CAD de 60 mm) resultam em maior período para semeadura e melhores condições de plantio do que solos de textura média, com menor reserva hídrica (CAD de 40 mm).

Nas Tabelas 1 a 4 estão apresentados os municípios aptos ao cultivo do consórcio milho com braquiária, de acordo com o

presente capítulo. De maneira geral, houve grande coerência entre os resultados deste trabalho e as recomendações do zoneamento oficial de risco climático (BRASIL, 2009). No entanto, deve-se ressaltar algumas diferenças. A primeira delas refere-se a cultivares de ciclo superprecoce (110 dias) em solos de textura média (CAD de 40 mm). Avaliando o cenário em alguns dos principais municípios produtores de milho safrinha, foi possível observar casos onde houve redução e deslocamento do período de plantio, como, por exemplo, em Naviraí (Tabela 1). Neste município, o zoneamento agrícola recomenda a semeadura do consórcio em janeiro e fevereiro, enquanto a época indicada neste trabalho compreende a segunda quinzena de fevereiro e início de março, estando de acordo com as recomendações de Fietz et al. (2013) para a região sul de Mato Grosso do Sul. Além disso, no presente trabalho há indicação de plantio para importantes municípios produtores, não contemplados no zoneamento oficial, como São Gabriel do Oeste e Sidrolândia, usando cultivares de milho de ciclo superprecoce e precoce (Tabelas 1 a 4) e Chapadão do Sul, com cultivares de milho de ciclo precoce (Tabelas 3 e 4).

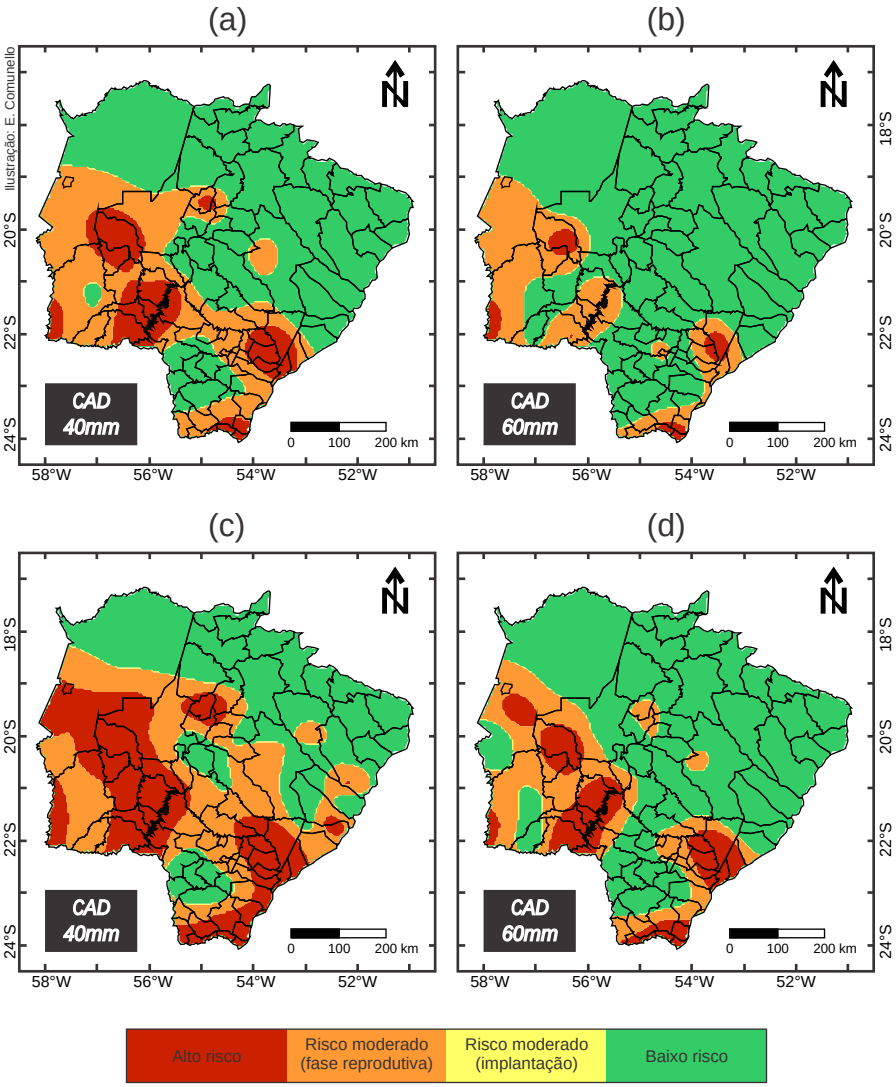

Figura 1. Risco climático para implantação do consórcio milho com braquiária, com cultivares de milho de ciclo superprecoce (110 dias), para semeadura em 5 de janeiro (a e b) e 15 de janeiro (c e d).

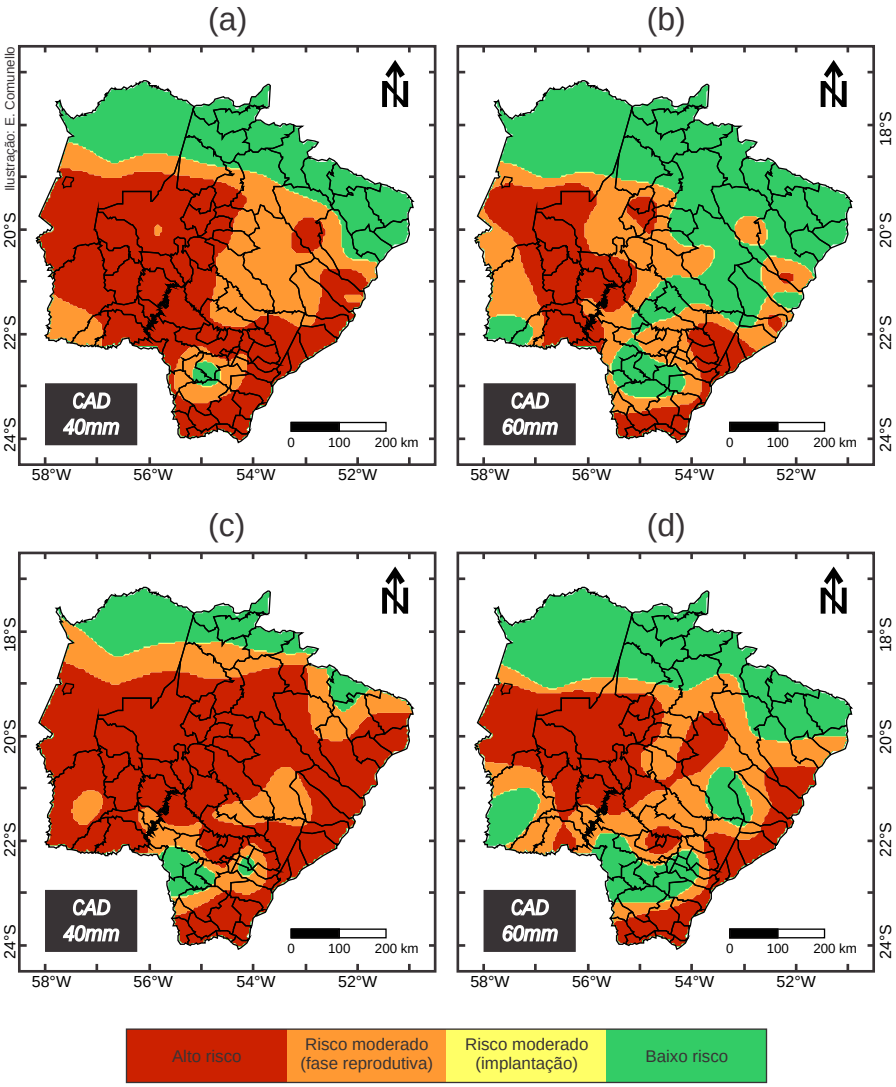

Figura 2. Risco climático para implantação do consórcio milho com braquiária, com cultivares de milho de ciclo superprecoce (110 dias), para semeadura em 25 de janeiro (a e b) e 5 de fevereiro (c e d).

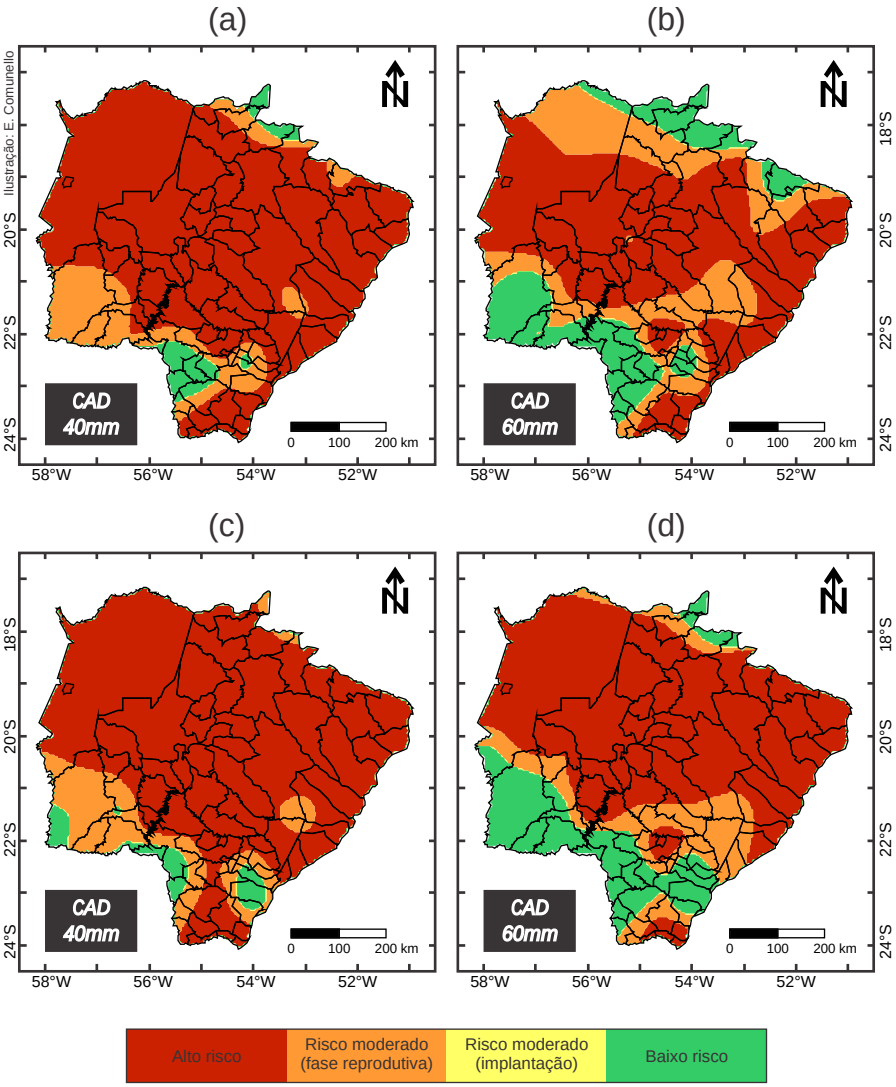

Figura 3. Risco climático para implantação do consórcio milho com braquiária, com cultivares de milho de ciclo superprecoce (110 dias), para semeadura em 15 de fevereiro (a e b) e 25 de fevereiro (c e d).

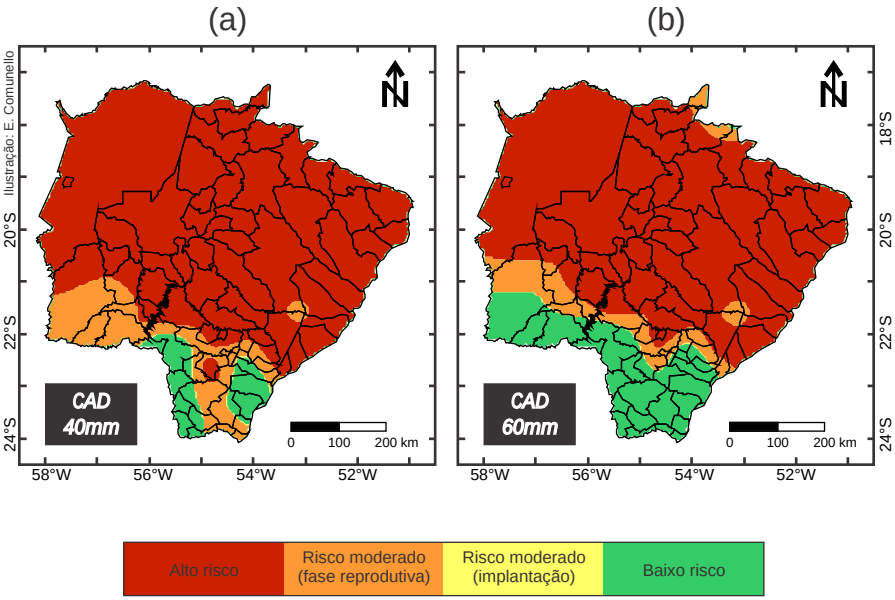

Figura 4. Risco climático para implantação do consórcio milho com braquiária, com cultivares de milho de ciclo superprecoce (110 dias), para semeadura em 5 de março (a e b).

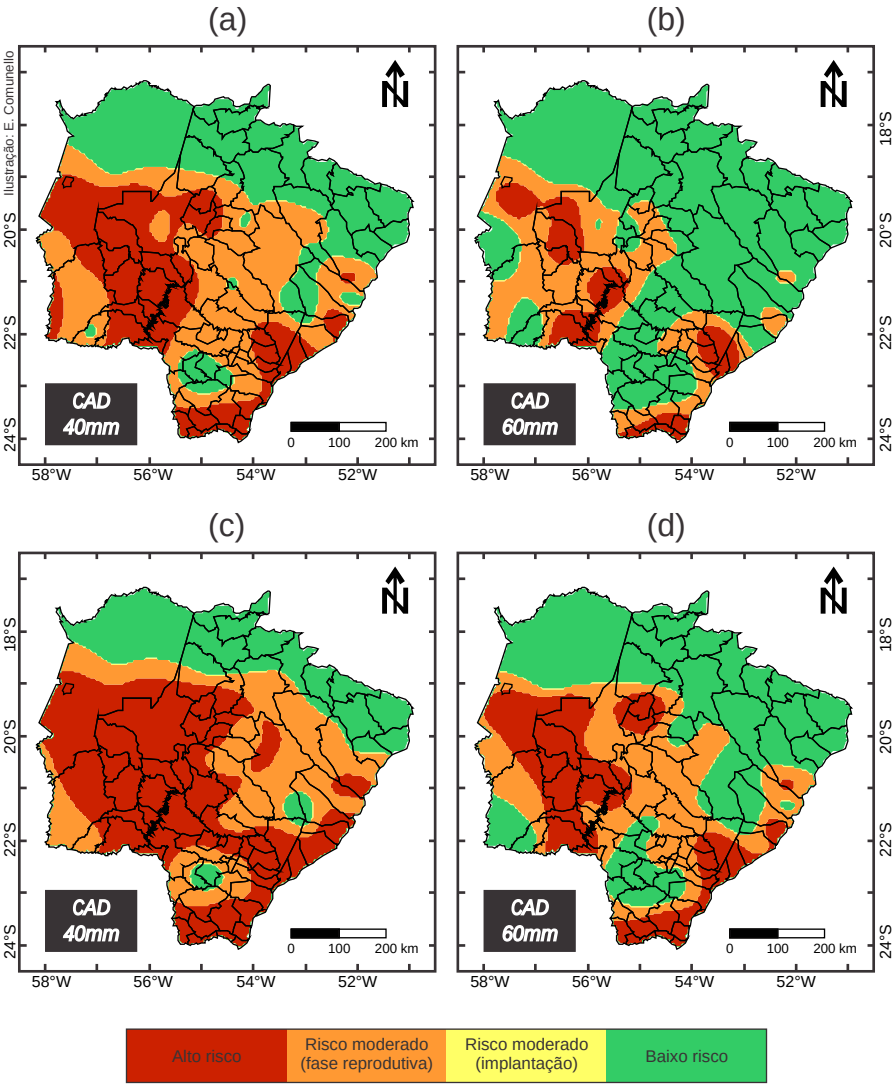

Figura 5. Risco climático para implantação do consórcio milho com braquiária, com cultivares de milho de ciclo precoce (130 dias), para semeadura em 5 de janeiro (a e b) e 15 de janeiro (c e d).

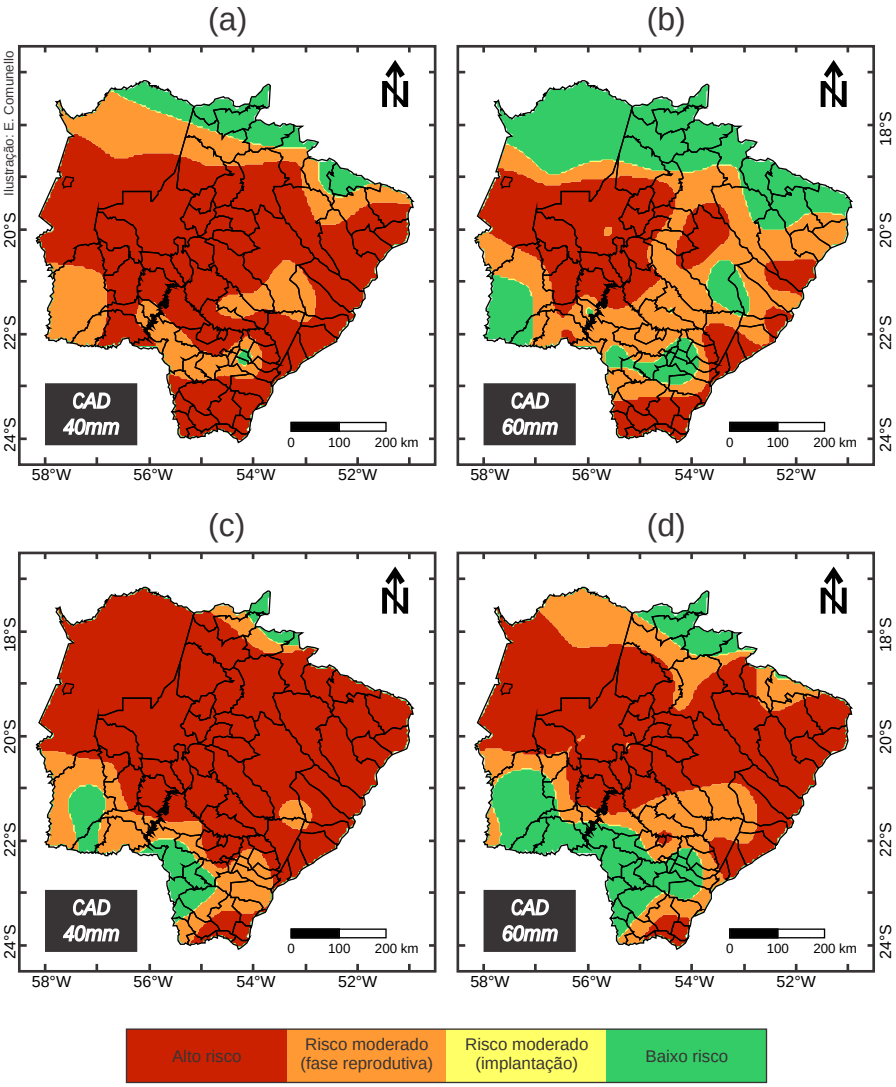

Figura 6. Risco climático para implantação do consórcio milho com braquiária, com cultivares de milho de ciclo precoce (130 dias), para semeadura em 25 de janeiro (a e b) e 5 de fevereiro (c e d).

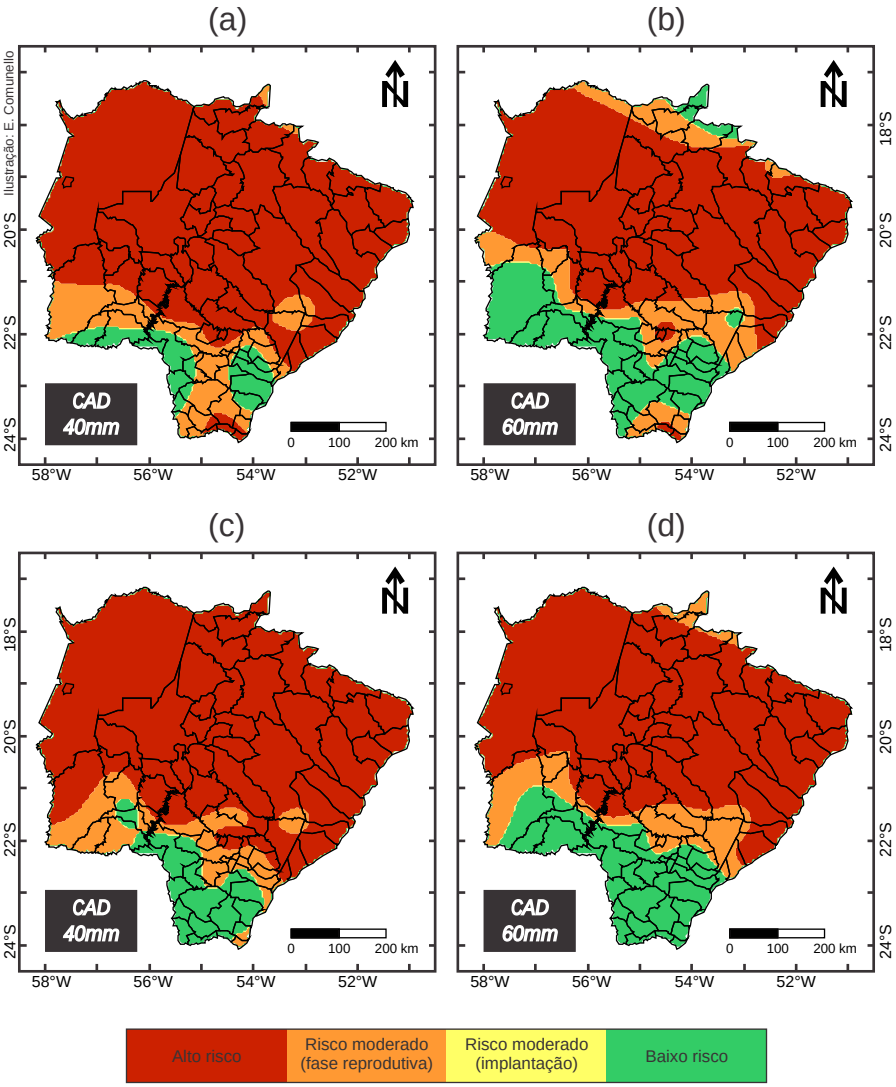

Figura 7. Risco climático para implantação do consórcio milho com braquiária, com cultivares de milho de ciclo precoce (130 dias), para semeadura em 15 de fevereiro (a e b) e 25 de fevereiro (c e d).

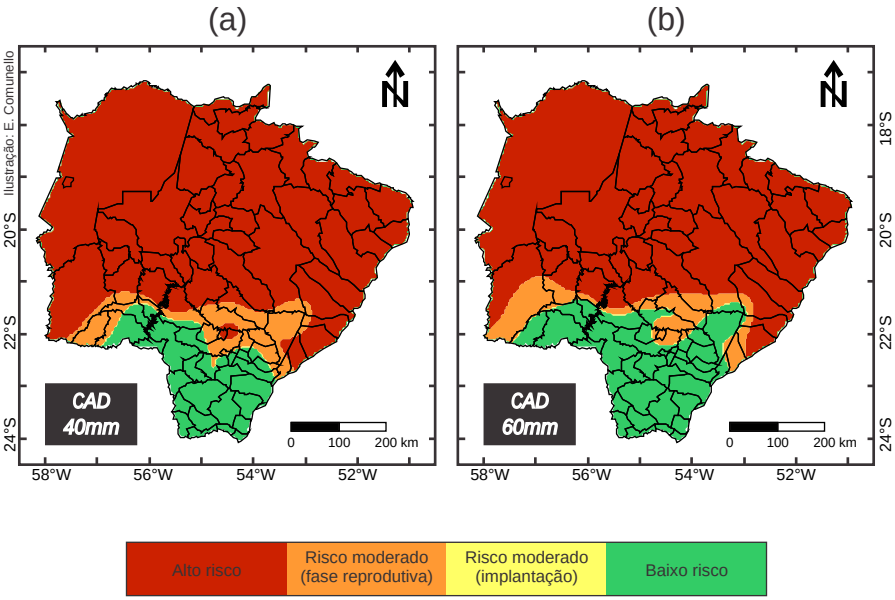

Figura 8. Risco climático para implantação do consórcio milho com braquiária, com cultivares de milho de ciclo precoce (130 dias), para semeadura em 5 de março (a e b).

Tabela 1. Municípios aptos ao cultivo do consórcio milho com braquiária e períodos indicados para semeadura. Cultivares de milho com ciclo superprecoce (110 dias), da emergência à maturação fisiológica, e solos de textura média (CAD de 40 mm).

Tabela 2. Municípios aptos ao cultivo do consórcio milho com braquiária e períodos indicados para semeadura. Cultivares de milho com ciclo superprecoce (110 dias), da emergência à maturação fisiológica, e solos com textura argilosa (CAD de 60 mm).

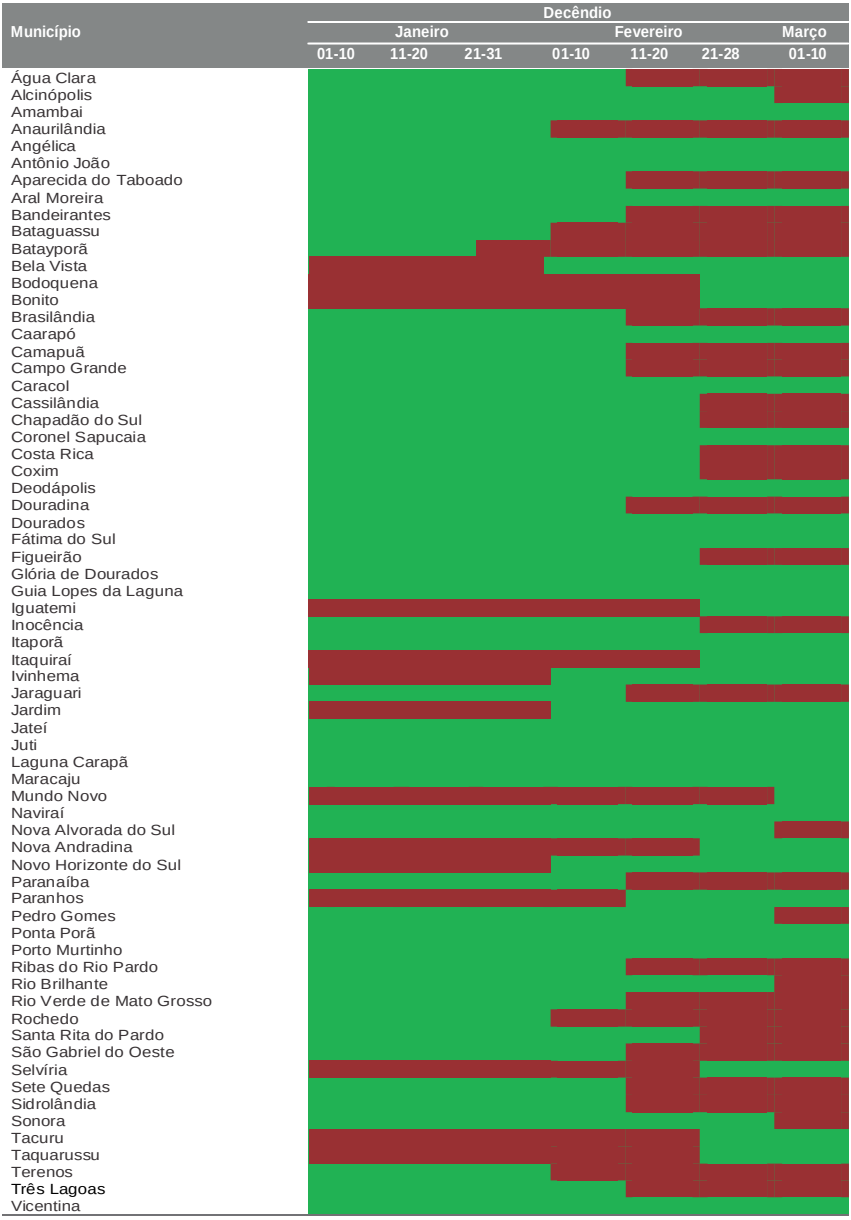

Tabela 3. Municípios aptos ao cultivo do consórcio milho com braquiária e períodos indicados para semeadura. Cultivares de milho com ciclo precoce (130 dias), da emergência à maturação fisiológica, e solos de textura média (CAD de 40 mm).

Município	Decêndio						
	Janeiro			Fevereiro			Março
	01-10	11-20	21-31	01-10	11-20	21-28	01-10
Alcinópolis							
Amambai							
Angélica							
Antônio João							
Aral Moreira							
Bandeirantes							
Bela Vista							
Bonito							
Brasilândia							
Caarapó							
Camapuã							
Campo Grande							
Caracol							
Cassilândia							
Chapadão do Sul							
Coronel Sapucaia							
Costa Rica							
Coxim							
Deodápolis							
Douradina							
Dourados							
Eldorado							
Fátima do Sul							
Figueirão							
Glória de Dourados							
Guia Lopes da Laguna							
Iguatemi							
Inocência							
Itaporã							
Itaquiraí							
Ivinhema							
Japorã							
Jaraguari							
Jardim							
Jateí							
Juti							
Laguna Carapã							
Maracaju							
Mundo Novo							
Naviraí							
Nova Alvorada do Sul							
Nova Andradina							
Novo Horizonte do Sul							
Paranhos							
Pedro Gomes							
Ponta Porã							
Porto Murtinho							
Rio Brilhante							
São Gabriel do Oeste							
Selvíria							
Sete Quedas							
Sidrolândia							
Sonora							
Tacuru							
Taquarussu							
Três Lagoas							
Vicentina							

Tabela 4. Municípios aptos ao cultivo do consórcio milho com braquiária e períodos indicados para semeadura. Cultivares de milho com ciclo precoce (130 dias), da emergência à maturação fisiológica, e solos com textura argilosa (CAD de 60 mm).

Município	Decêndio						
	Janeiro			Fevereiro			Março
	01-10	11-20	21-31	01-10	11-20	21-28	01-10
Água Clara							
Alcinópolis							
Amambai							
Anaurilândia							
Angélica							
Antônio João							
Aral Moreira							
Bandeirantes							
Batayporã							
Bela Vista							
Bodoquena							
Bonito							
Brasilândia							
Caarapó							
Camapuã							
Campo Grande							
Caracol							
Cassilândia							
Chapadão do Sul							
Coronel Sapucaia							
Costa Rica							
Coxim							
Deodápolis							
Douradina							
Dourados							
Eldorado							
Fátima do Sul							
Figueirão							
Glória de Dourados							
Guia Lopes da Laguna							
Iguatemi							
Inocência							
Itaporã							
Itaquiraí							
Ivinhema							
Japorã							
Jaraguari							
Jardim							
Jateí							
Juti							
Laguna Carapã							
Maracaju							
Mundo Novo							
Naviraí							
Nova Alvorada do Sul							
Nova Andradina							
Novo Horizonte do Sul							
Paranaíba							
Paranhos							
Pedro Gomes							
Ponta Porã							
Porto Murtinho							
Ribas do Rio Pardo							
Rio Brilhante							
Rio Verde de Mato Grosso							
Rochedo							
Santa Rita do Pardo							
São Gabriel do Oeste							
Selvíria							
Sete Quedas							
Sidrolândia							
Sonora							
Tacuru							
Taquarussu							
Terenos							
Três Lagoas							
Vicentina							

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SILVA, J. L.; BASTOS, E. A.; MACIEL, G. A.; RIBEIRO, V. Q. Coeficientes de cultura da braquiária em cultivo solteiro e consorciado com milho. In: CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 9.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39., 2010, Vitória. **A engenharia agrícola e o desenvolvimento das propriedades familiares**. Vitória: SBEA, 2010. 1 CD-ROM.

BARON, C.; CLOPES, A.; PEREZ, P.; MULLER, B.; MARAUX, F. **Manuels d´utilisation de SARRAZON**. Montpellier: CIRAD, 1996. 29 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 364, de 4 de dezembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 233, 7 dez. 2009. Seção 1, p. 4. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/1560114/pg-4-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-07-12-2009/pdfView>. Acesso em: 24 out. 2013.

BRUNINI, O.; CARVALHO, J. P. de; BRUNINI, A. P. C.; BLAIN, G. C.; ABRAMIDES, P. L. G. Zoneamento agrícola de risco climático no estabelecimento do milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais**... Rio Verde: FESURV, 2009. p. 55-66.

FIETZ, C. R.; CECCON, G.; COMUNELLO, É.; FLUMIGNAN, D. L. **Época de semeadura do milho safrinha, com base na deficiência hídrica e no risco de geada, na região sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 4 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular técnica, 24).

FIETZ, C. R.; CECCON, G.; COMUNELLO, É.; SOUZA, F. R. de. Demanda hídrica do consórcio milho e braquiária em Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais**... Rio Verde: FESURV, 2009. p. 298-303.

MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da; STONE, L. F. Armazenamento de água em um Latossolo Vermelho distrófico no sistema integração agricultura pecuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 25., 2007, Aracaju. **Efeito da água na agricultura**: anais. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 1 CD-ROM.

PEGORARE, A. B.; FEDATTO, E.; PEREIRA, S. P.; SOUZA, L. C. F.; FIETZ, C. R. Irrigação suplementar no ciclo do milho "safrinha" sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 262-271, 2009.

SANS, L. M. A.; GUIMARÃES, D. P.; SANS, C. M. M. Coeficientes culturais de consórcio milho-feijão e milho-braquiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Efeito das mudanças climáticas na agricultura**: anais. Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 1 CD-ROM.

SILVA, F. A. M. da; GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; SCOPEL, E.; FERREIRA, D. R. Consumo de água e coeficientes culturais do milho consorciado com *Brachiaria brizantha*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Efeito das mudanças climáticas na agricultura**: anais. Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 1 CD-ROM.

Capítulo 6

Adubação do Milho Safrinha em Consórcio com Braquiária

Aildson Pereira Duarte
Carlos Hissao Kurihara
Heitor Cantarella

Adubação do Milho Safrinha em Consórcio com Braquiária

Aildson Pereira Duarte
Carlos Hissao Kurihara
Heitor Cantarella

Introdução

O cultivo do milho, denominado de milho safrinha, na segunda safra sob sequeiro, em sucessão de culturas, expandiu rapidamente no Brasil a partir de 1990. Nas últimas duas décadas a área evoluiu de inexpressiva para mais de 8 milhões de hectares, e a produtividade média dobrou para aproximadamente 5 toneladas por hectare, devido principalmente à consolidação do Sistema Plantio Direto (SPD), à antecipação da época de semeadura e ao lançamento de híbridos adaptados.

O emprego de adubação específica para este sistema peculiar de produção de milho também contribuiu para o aumento da produtividade, com destaque para a aplicação de fórmulas concentradas em nitrogênio no sulco de semeadura, para assegurar o crescimento inicial vigoroso das plantas. Porém, há necessidade de melhorar essas fórmulas, para suplantar os níveis atuais de produtividade e manter a sustentabilidade do sistema de produção do milho safrinha. É preciso ainda adequar a adubação às novas tecnologias em uso na cultura, como a distribuição a lanço dos fertilizantes, o cultivo em espaçamento reduzido e o consórcio com plantas forrageiras.

O consórcio com braquiária, com uma linha intercalar ou distribuição a lanço das sementes, é uma tecnologia desenvolvida para o milho safrinha, cuja característica principal é a semeadura

simultânea do milho e da planta forrageira (CECCON, 2008). Esta tecnologia diferencia-se dos sistemas de integração lavoura-pecuária utilizados na safra de verão (BORGHI; CRUSCIOL, 2007; COSTA et al., 2012; PARIZ et al., 2011) e tem como objetivo principal a produção de palha para melhorar a qualidade do SPD.

Em algumas situações específicas, o milho em consórcio pode produzir menor quantidade de grãos, em relação ao seu cultivo solteiro, pelo fato de a planta forrageira competir por água, luz e nutrientes. No Estado de Mato Grosso do Sul, em 2008, Ceccon e Kurihara (2009) verificaram que, em três localidades, o cultivo solteiro produziu mais que o cultivo consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Piatã ou *Panicum maximum* cv. Tanzânia, semeadas nas linhas e entrelinhas do milho. No ano seguinte, que foi relativamente seco, Kurihara et al. (2009) verificaram que a consorciação com *B. ruziziensis* diminuiu a produtividade de grãos, em relação ao cultivo solteiro, quando o milho foi consorciado com a forrageira semeada na entrelinha; este efeito foi ainda maior quando a forrageira foi semeada nas linhas e entrelinhas. Batista et al. (2011) verificaram que as forrageiras não influenciaram na produtividade do milho safrinha em três locais avaliados em 2008 no Médio Paranapanema, SP, quando apresentaram produtividade de, no máximo, 1,3 t ha^{-1} de massa seca até a colheita do milho safrinha. No ano seguinte, esses autores observaram que houve redução de 13% na produtividade do milho em um dos locais, por causa da elevada produção de massa seca pela forrageira (média de 5,7 t ha^{-1}). Freitas et al. (2013), na época da colheita do milho, em Ipameri, GO, também não constataram alteração na produtividade de grãos do milho safrinha pelo consórcio com *B. ruziziensis*, com a produção da massa seca da forrageira variando de 0,6 t ha^{-1} a 2,1 t ha^{-1}, de acordo com a população de plantas do milho.

O presente capítulo tem como objetivo apresentar informações sobre o acúmulo de nutrientes em milho e braquiária, a resposta à adubação e recomendação de fertilizante no milho safrinha solteiro e consorciado, e os benefícios do consórcio com a soja cultivada em sucessão, incluindo o aumento da ciclagem de nutrientes.

Principais Nutrientes Acumulados pelo Milho e Gramíneas Forrageiras

O nutriente que as plantas de milho acumulam em maior quantidade é o nitrogênio (N), seguido do potássio (K) e fósforo (P) (Tabela 1). Aproximadamente, 60% a 70% do nitrogênio e 85% do potássio extraídos do solo durante o ciclo da cultura, são acumulados antes do florescimento do milho (Figura 1), o que requer o fornecimento desses nutrientes em quantidade suficiente para atender a grande demanda das plantas neste curto período, quando o sistema radicular é ainda pouco desenvolvido (Duarte et al., 2003).

Tabela 1. Extração na planta inteira e exportação de macronutrientes e zinco nos grãos do milho.

Nutriente	Extração	Exportação	Exportação relativa
	kg t^{-1} grãos		%
Nitrogênio	28,0	15,0	54
Fósforo	4,5	3,6	80
Potássio	18,0	4,7	26
Enxofre	2,6	1,2	46
	g t^{-1} grãos		
Zinco	43,0	30,0	70

Fonte: adaptado de Cantarella e Duarte (2004) e Duarte et al. (2003).

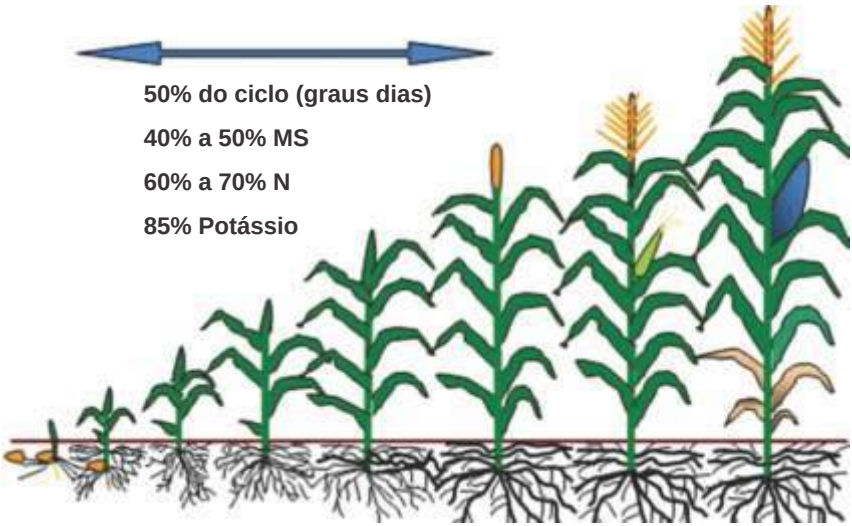

Figura 1. Ciclo e acúmulo de matéria seca (MS), nitrogênio e potássio no subperíodo emergência-florescimento masculino, em relação ao valor total na maturidade dos grãos.

Fonte: Duarte et al. (2003).

Mais da metade do N, P e zinco (Zn) acumulados na matéria seca da parte aérea do milho é exportada nos grãos (Tabela 1), considerando-se o índice de colheita de, no mínimo, 45% de grãos na massa seca da parte aérea. Em decorrência das grandes quantidades de N, P e Zn que são exportadas pelos grãos, mesmo com a manutenção da palha na área de produção, faz-se necessária a reposição desses nutrientes pela adubação. No caso do nitrogênio, parte da quantidade absorvida pelas plantas de milho safrinha é oriunda da mineralização dos resíduos da soja.

O nutriente que mais se acumula nas gramíneas forrageiras em consórcio com o milho safrinha é o potássio, seguido pelo nitrogênio. Na região paulista do Médio Paranapanema, em solos de alta fertilidade, a *B. ruziziensis* se destacou dentre as espécies de *Brachiaria* avaliadas, acumulando 30 kg de potássio por

tonelada de massa seca (BATISTA et al., 2011) (Figura 2). Em Mato Grosso do Sul foram verificadas concentrações de 27 g kg^{-1} e 19 g kg^{-1}, em solo de alta e baixa fertilidade, respectivamente, na *B. ruziziensis* (Figura 3). Essas concentrações são muito superiores às do milho, que contém aproximadamente 10 g kg^{-1} de K na massa seca das plantas por ocasião da maturidade fisiológica, sendo que a concentração de nitrogênio na *B. ruziziensis* foi próxima de 15 g kg^{-1} e apresentou grande variabilidade entre os ambientes.

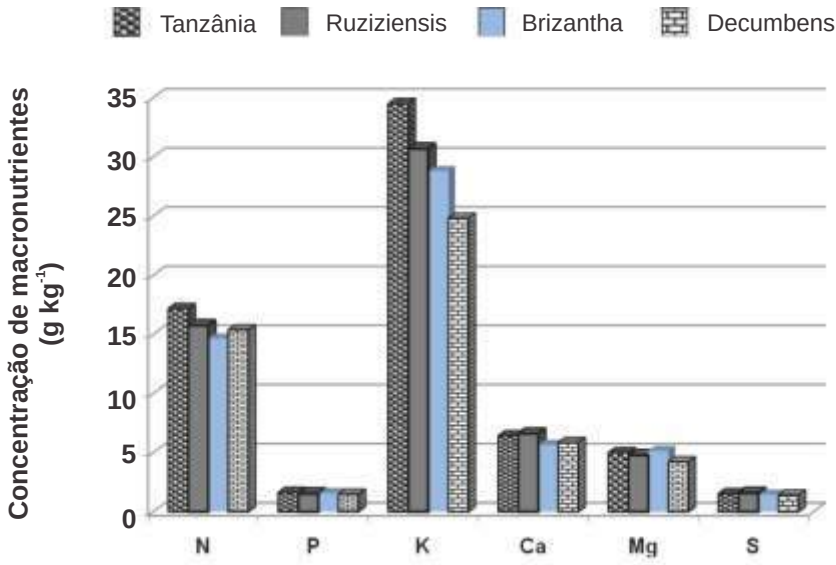

Figura 2. Concentração de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Brachiaria ruziziensis*, *B. brizantha* cv. Marandu, e *B. decumbens* em consórcio com milho safrinha.

Fonte: adaptado de Batista et al. (2011) e Duarte (2011).

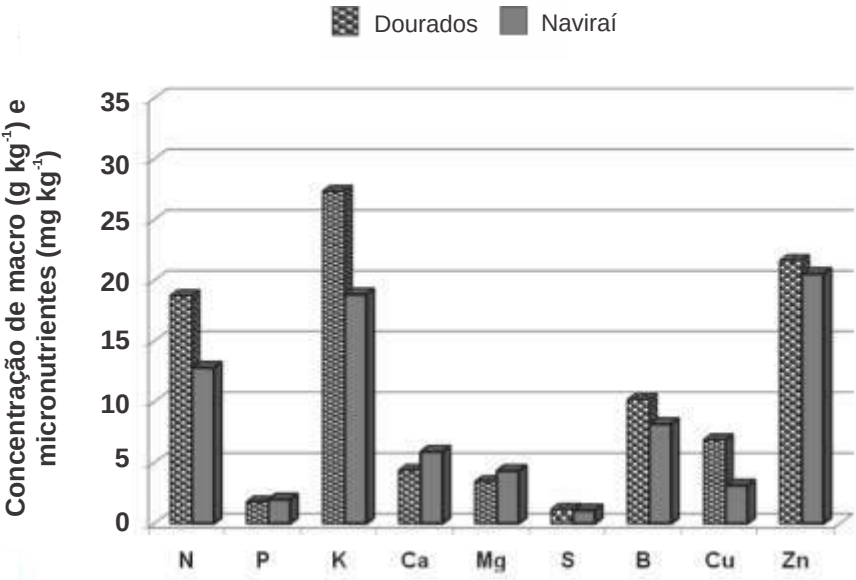

Figura 3. Concentração média de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu e Zn) em *Brachiaria ruziziensis* consorciada com milho safrinha, em Dourados e Naviraí, MS.

Fonte: Kurihara (2013).

Adubação do Milho Safrinha

A diversidade de ambientes, os sistemas de produção e os modos de aplicação dos fertilizantes para o milho safrinha condicionam as diferentes estratégias adotadas para o manejo da adubação dessa cultura.

O modo de aplicação dos fertilizantes está associado, principalmente, ao tamanho da lavoura e ao espaçamento utilizado para o milho safrinha, que é diferente nas principais regiões produtoras: 1) Paraná, sudoeste de São Paulo e parte de Mato Grosso do Sul utilizam o cultivo tradicional, que iniciou na década de 1990, em substituição ao trigo; 2) nos chapadões do Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), ocupando áreas que ficavam ociosas após a colheita da soja, com grande

expansão no início da década de 2000; e 3) a nova fronteira agrícola, que compreende parte dos estados de Maranhão, Piauí e Tocantins (MAPITO). Na região de cultivo tradicional predominam pequenas propriedades, onde a adubação é feita no sulco de semeadura e são utilizados diversos espaçamentos entre linhas (de 45 cm a 90 cm). Nos chapadões do Centro-Oeste e MAPITO predominam grandes propriedades, que utilizam espaçamento reduzido (45 cm e 50 cm) e adubação a lanço para facilitar a parte operacional de plantio.

Quase a totalidade do milho safrinha é cultivada em sucessão contínua com soja, no SPD. Porém, a maioria das pesquisas de adubação foi realizada em milho safrinha solteiro e sem avaliação do efeito residual na nutrição e produtividade da soja.

Indicação de Adubação para o Milho Safrinha

A maioria das indicações de adubação existentes no Brasil leva em conta, principalmente, o resultado da análise do solo, a produtividade esperada da cultura – o que está diretamente relacionado com a extração pela planta –, a exportação dos nutrientes pelos grãos (Figura 4) e o histórico de uso e tipo de solo, para auxiliar na previsão da resposta do milho ao nitrogênio (CANTARELLA; DUARTE, 2004).

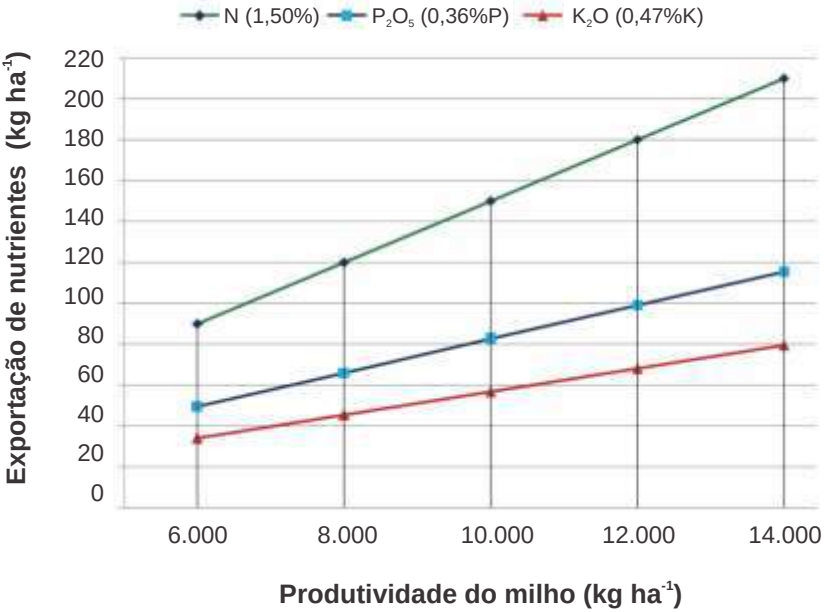

Figura 4. Exportação de nutrientes na cultura do milho em função da produtividade de grãos.

Fonte: adaptado de Cantarella e Duarte (2004).

A análise periódica do solo é fundamental para a recomendação da adubação das culturas com P, K, S e micronutrientes. Em milho safrinha, os teores de fósforo na camada 0-20 cm do solo devem ser médios ou altos. Em solos com baixa disponibilidade de fósforo o cultivo do milho safrinha é quase sempre antieconômico, pela necessidade de aplicar altas doses de fertilizantes fosfatados (DUARTE, 2004). O fósforo deve ser aplicado preferencialmente no sulco de semeadura, podendo-se optar pela aplicação a lanço nos solos de alta fertilidade, visando à reposição dos nutrientes exportados nas colheitas.

Deve-se evitar o parcelamento da adubação com potássio no milho safrinha, pois geralmente as quantidades recomendadas nessa época de cultivo são menores do que as do milho verão, reduzindo os riscos de injúrias do sistema radicular em decorrência

do efeito salino do potássio e nitrogênio aplicados no sulco de semeadura (a soma de N e K_2O não deve ultrapassar 70 kg ha^{-1}). Como o potássio é o nutriente acumulado em maior quantidade nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas de milho (Figura 1), a sua aplicação a lanço de maneira isolada ou em fórmulas NPK, como 20-00-20, deve ser feita o mais cedo possível. Como no milho safrinha, frequentemente, não há umidade adequada no solo após a implantação da cultura, o efeito do potássio aplicado na superfície pode ser pouco expressivo ou nulo.

No caso do enxofre (S) deve-se priorizar sua suplementação quando o teor de $S\text{-}SO_4^{2-}$ no solo for inferior a 5 mg dm^{-3}. O enxofre pode ser fornecido ao milho tanto na adubação de semeadura como em cobertura, em doses entre 20 kg ha^{-1} a 40 kg ha^{-1}. Sugere-se coletar amostras de solo também da camada subsuperficial (20-40 cm e 40-60 cm), pois as análises realizadas com amostras de solo da camada de 0-20 cm tendem a subestimar a disponibilidade de S no solo.

Teores baixos de micronutrientes no solo indicam a necessidade da sua inclusão na adubação no solo e/ou via foliar. É importante também realizar a análise foliar, mesmo na ausência de sintomas visuais de deficiência, visando avaliar o estado nutricional das plantas e planejar as próximas adubações.

O nitrogênio presente nos restos culturais da soja pode ser utilizado pelo milho safrinha, embora não se conheça bem quanto desse nutriente é aproveitado pela cultura. Esse fato dificulta o cálculo do crédito de nitrogênio na adubação nitrogenada do milho. Existem variações na eficiência do processo simbiótico e a proporção de grãos na massa total da parte aérea da soja, bem como nas condições para a mineralização da matéria orgânica e liberação do N no solo. Estima-se que para o milho cultivado em sucessão, são aproveitados cerca de 15 kg de N para cada tonelada de soja, ou seja, 45 kg ha^{-1} de N quando se produz 3,0 t ha^{-1} de soja, o que não é suficiente para suprir a exportação deste nutriente, na maioria das lavouras de milho safrinha.

Os primeiros experimentos em rede sobre adubação do milho safrinha foram conduzidos pelo Instituto Agronômico (IAC), na região paulista do Médio Paranapanema, no período de 1993 à 1995. Cantarella e Duarte (1995, 1997) verificaram que o parcelamento do nitrogênio com 10 kg ha^{-1} de N na semeadura e o restante em cobertura, que era considerado padrão, poderia ser substituído pela adição de 30 kg ha^{-1} na semeadura, suficiente para produzir de maneira econômica até 4 t ha^{-1} de grãos (Tabela 2).

Tabela 2. Resposta da produtividade de grãos de milho safrinha às doses de nitrogênio, por época de aplicação, na região do Médio Paranapanema, SP, no período de 1993 a 1995.

Dose de N	N aplicado (kg ha^{-1})		Rendimento de grão (kg ha^{-1})	
	Semeadura	Cobertura	1993-1994 (8)	1995 (5)
30	10	20	3.110	4.470
30	30	0	3.080^{ns}	4.570^{ns}
60	10	50	3.130	4.440
60	30	30	3.120^{ns}	4.550^{ns}

Nota: valores entre parênteses se referem ao número de ensaios usados para calcular a resposta média e ns indica que o efeito do parcelamento dentro de cada dose não foi significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: adaptado de Cantarella e Duarte (1995).

A aplicação de 30 kg ha^{-1} de N na semeadura, juntamente com o fósforo e o potássio (com fórmulas NPK 13-13-13, 16-16-16 e 16-18-14+S), passou a ser amplamente adotada nas regiões tradicionais de milho safrinha, para evitar as incertezas acerca da suficiência da umidade no solo para o aproveitamento dos fertilizantes de cobertura (DUARTE; CANTARELLA, 2005).

Preconiza-se a adubação na semeadura do milho safrinha, mesmo em condições marginais de cultivo. Ensaios desenvolvidos na região paulista do Médio Paranapanema, em um ano seco e com baixas produtividades, mostraram que a adubação de semeadura com N, P e K, mesmo em solos com teores médios ou altos de P e K, resultou em aumento de 19% a 103% de produtividade. Nesses

ensaios, a adubação de semeadura foi feita com 222 kg ha^{-1} de fórmula NPK 16-16-16, representando um aporte de 35 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O. A adubação de cobertura com nitrato de amônio, aos 25 a 30 dias após a emergência, não resultou em aumento de produtividade em nenhum dos locais; provavelmente, porque a exiguidade de chuvas dificultou o aproveitamento do N aplicado na superfície do solo, além de ter limitado o potencial de produção da cultura (DUARTE; CANTARELLA, 2007) (Figura 5).

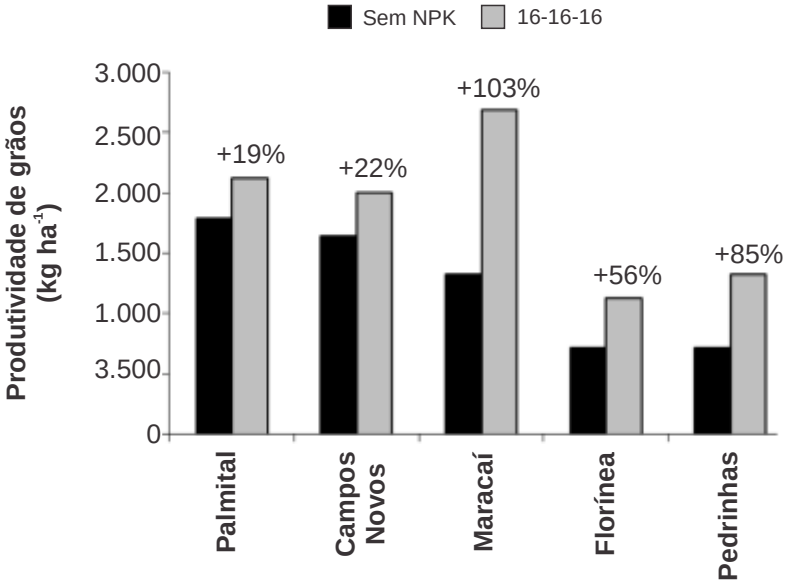

Figura 5. Produtividade de grãos de milho safrinha, em função da adubação com 222 kg ha^{-1} da fórmula NPK 16-16-16 na semeadura (média de quatro doses de N em cobertura: 0, 30, 60 e 90 kg ha^{-1}), em diferentes locais no Vale do Médio Paranapanema, SP, em 2006.

Fonte: Duarte e Cantarella (2007).

Com o aumento da produtividade e a ampliação da área de cultivo do milho safrinha, implantou-se nova rede de experimentos em diferentes regiões produtoras, para atualizar as informações sobre o manejo da adubação. Duarte et al. (2011), ao aplicarem aproximadamente 27 kg ha^{-1} de N no sulco de semeadura, em

sucessão à soja e em solos argilosos, verificaram baixa frequência de resposta ao N em cobertura, até produtividades de 6 t ha^{-1}. Em apenas 10% dos experimentos com produtividade igual ou inferior a 6 t ha^{-1} houve resposta e retorno econômico com a aplicação de nitrogênio em cobertura, enquanto em 60% dos experimentos com produtividades mais elevadas obteve-se lucro ao complementar a adubação nitrogenada (Figura 6). Assim, para produzir acima deste patamar é fundamental complementar a adubação de semeadura com N em cobertura, em doses compatíveis com a produtividade esperada, conforme a Tabela 3, atualizada do Boletim 100 do IAC (DUARTE et al., 1996). Em outros estudos, Casagrande e Fornazieri Filho (2002) não obtiveram resposta ao nitrogênio, independente da época de aplicação. Mar et al. (2003) verificaram, em ambiente com produtividade máxima de 6 t ha^{-1}, que não houve diferença entre as doses 30 kg ha^{-1} e 60 kg ha^{-1} de N.

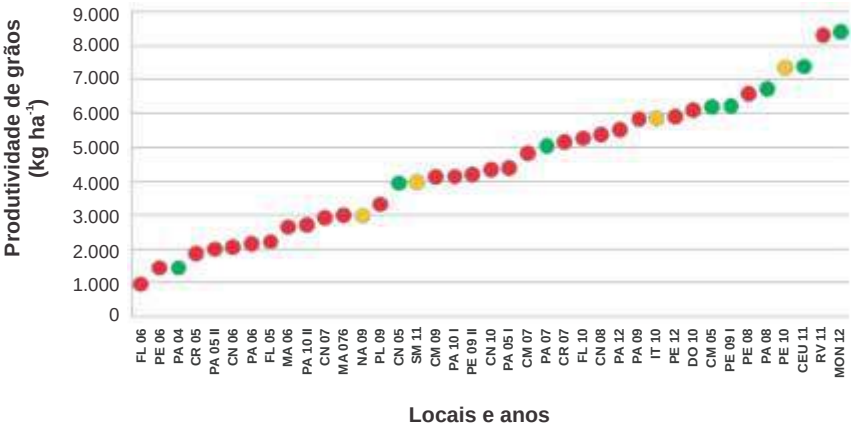

Figura 6. Resposta ao N aplicado em cobertura, na forma de nitrato de amônio, em 39 experimentos de milho safrinha, nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Mato Grosso e Goiás, no período de 2005 a 2012.

Nota: FL = Florínea, SP; PA = Palmital, SP; MA = Maracaí, SP; CN = Campos Novos, SP; NA = Naviraí, MS; CN = Campos Novos, SP; SM = Santa Mariana, PR; CM = Cândido Mota, SP; PE = Pedrinhas, SP; PL = Palotina, PR; IT = Itiquira, MT; DO = Dourados, MS; CEU = Chapadão do Céu, GO; RV = Rio Verde, GO; MON = Montividiu, GO.

Fonte: compilado de Duarte et al. (2011) e Banco de Dados do IAC e APTA.

Tabela 3. Recomendação de adubação para milho safrinha no Estado de São Paulo.

Produtividade de grãos esperada	Nitrogênio [1]			
	Semeadura		Cobertura - Classe de resposta	
			Baixa	Média
t/ha	N, kg ha^{-1}			
<4	30		0	0
4-6	30 a 40*		0*	20
6-8	30		20	40
	P[2] resina, mg dm^{-3}			
	0-6	7-15	16-40	>40
	P_2O_5, kg ha^{-1}			
<4	nr	40	30	20
4-6	nr	50	40	30
6-8	nr	70	60	40
	K^+ trocável[2,3], mmol$_c$ dm^{-3}			
	0 0,7	0,8 1,5	1,6 3,0	> 3,0
	K_2O, kg ha^{-1}			
<4	50	40	20	0
4-6	60	50	30	20
6-8	nr	60	40	30

[1] Classe de resposta ao N: baixa e média resposta = milho após soja ou outra leguminosa em solos de textura argilosa e textura intermediária, respectivamente; *em condição de baixa resposta e potencial produtivo de 4 t ha^{-1}a 6 t ha^{-1} aplicar 40 kg ha^{-1} de N na semeadura; [2]nr = não recomendado porque é improvável a obtenção de alta produtividade; [3]não aplicar mais que 40 kg ha^{-1} de K_2O no sulco de semeadura.

Fonte: adaptado de Duarte et al. (1996).

Dentre os pontos críticos da adubação de cobertura destacam-se o modo de aplicação e o tipo de fertilizante nitrogenado. Com a adoção do espaçamento reduzido, especialmente em Mato Grosso, é frequente a aplicação do nitrogênio a lanço na superfície do solo sob SPD. Nessas condições, a ureia pode ter grandes perdas de N por volatilização; assim, há necessidade do aumento da dose ou o uso de mistura com inibidor de urease para minimizar as perdas. Embora a ureia seja preferida em razão de sua maior

disponibilidade, menor preço e facilidade de aplicação, o nitrato de amônio também tem sido utilizado por não apresentar perdas de N quando aplicado na superfície.

Tem-se verificado o aumento da adubação a lanço na sucessão soja e milho safrinha, com a aplicação dos nutrientes na superfície do solo, e a semeadura sendo realizada com semeadoras sem mecanismo de adubação, visando maior rendimento operacional. Pouco ou nenhum fertilizante nitrogenado é aplicado imediatamente após a semeadura do milho safrinha; isto porque, nessas condições, a utilização do fertilizante de cobertura é reduzida e pode haver deficiência de nitrogênio nos estádios iniciais. Dessa forma, é insubstituível o fertilizante nitrogenado aplicado na semeadura (DUARTE; KAPPES, 2013) (Figura 7).

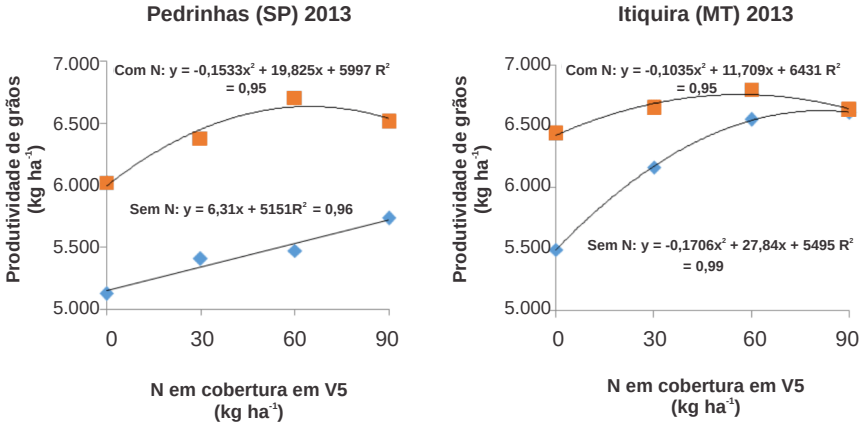

Figura 7. Resposta do milho safrinha 2B587Hx ao nitrogênio em cobertura, no momento da semeadura, em Pedrinhas Paulista, SP e Itiquira, MT, em 2013.

Fonte: adaptado de Duarte e Kapes (2013).

O Que Muda na Adubação do Milho em Consórcio?

O aumento da adubação no milho safrinha em consórcio, isoladamente, não evita a redução da produtividade de grãos pela competição com a planta forrageira. Além da disponibilidade de nutrientes, outros fatores podem ser limitantes para o desenvolvimento simultâneo do milho e da forrageira, principalmente água e luz.

Na região paulista do Médio Paranapanema, em 2008, em ambientes com baixa produção de massa seca da forrageira (< 1,3 t ha^{-1}), Batista et al. (2011) verificaram boa capacidade de competição do milho, quando a forrageira foi semeada no centro da entrelinha. Os autores não encontraram efeito da adubação nitrogenada de cobertura, com aplicação de 30 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O na semeadura, em Pedrinhas Paulista e Campos Novos Paulista, quando a produtividade do milho foi igual ou inferior a 6,5 t ha^{-1}. Entretanto, verificaram resposta à aplicação de N em cobertura em Palmital, com produtividade próxima de 7,0 t ha^{-1}, independente se consorciado ou não. Já em 2009, em Pedrinhas Paulista, em solo com teores altos de P e K, o consórcio com *B. ruziziensis* reduziu a produtividade do milho safrinha em 12% em relação ao milho solteiro (4,6 t ha^{-1}), em consequência da elevada produção de massa seca das plantas forrageiras, mas sem resposta ao N em cobertura (DUARTE et al., 2009). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Borghi e Crusciol (2007) que, ao avaliar modalidades de consórcio e espaçamentos entre milho e *B. brizantha* cv. Marandu na safra de verão, concluíram não haver comprometimento na absorção de N por nenhuma das culturas. Kurihara (2013), em experimentos conduzidos em Naviraí e Dourados, MS, também não encontrou diferenças na produtividade do milho em cultivo solteiro, em relação ao consorciado com a forrageira, com produtividade de milho inferior a 6 t ha^{-1}, para uma mesma dose de nutriente (60 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 ou K_2O), corroborando com as inferências de Batista et al. (2011) e Duarte et al. (2009).

O milho em consórcio tem apresentado maior resposta à adubação apenas para o potássio, provavelmente, em razão da maior demanda desse nutriente pela planta forrageira, em comparação ao milho. Kurihara et al. (2009) conduziram experimentos com milho consorciado e solteiro, em 2009, em São Gabriel do Oeste, em solo textura arenosa, com teores de P e K baixos, e Naviraí, em solo textura média com teores de P e K altos, ambos em Mato Grosso do Sul. Verificaram efeito da adubação com nitrogênio ou potássio apenas em São Gabriel do Oeste, onde houve deficiência hídrica acentuada e a produtividade de grãos variou de 700 kg ha^{-} a 2.700 kg ha^{-1}; em Naviraí, o milho consorciado com uma linha intercalar de braquiária produziu mais de 3,9 t ha^{-1}. Houve retorno econômico somente para o potássio, que apresentou efeitos favoráveis apenas na consorciação de milho com braquiária na entrelinha, com dose de máxima eficiência econômica de 42 kg ha^{-1} de K_2O.

A resposta do milho safrinha às doses de P e K, quando consorciado com *B. ruzizienzis*, depende fundamentalmente da disponibilidade desses nutrientes no solo, o que confirma os primeiros resultados obtidos em milho solteiro por Cantarella e Duarte (1995, 1997). Kurihara (2013) conduziu experimentos em Dourados (solo de textura muito argilosa com P baixo e K alto) e Naviraí (solo de textura média com P alto e K médio), ambos em Mato Grosso do Sul, no período de 2010 a 2012, visando à resposta do milho safrinha consorciado com *B. ruziziensis* a doses de fósforo e potássio aplicados na semeadura. No primeiro ano, a produtividade em Dourados foi mais baixa (1,0 t ha^{-1}) do que em Naviraí (5,3 t ha^{-1}), por causa da ocorrência de estiagens prolongadas em períodos críticos da cultura, não ocorrendo resposta à aplicação de P ou K em ambos os locais. Em 2011, houve efeito favorável de doses na produtividade e nos teores foliares para fósforo, nos dois locais, e para potássio, em Naviraí (Figura 8). Em Dourados, embora a produtividade máxima tenha sido relativamente baixa (3,3 t ha^{-1}), a resposta a este nutriente foi linear, com retorno econômico até a dose e produtividade máxima

(100 kg ha^{-1} de P_2O_5, 3,3 t ha^{-1}); em Naviraí (produtividade superior a 5,0 t ha^{-1}) o máximo retorno econômico ocorreu com 20 kg ha^{-1} de P_2O_5. A adubação potássica, por sua vez, aumentou a produtividade de grãos apenas em Naviraí, sem alterar o teor foliar de K e proporcionar retorno econômico do fertilizante. Em 2012, em Dourados, a aplicação de fósforo aumentou a produtividade de grãos, novamente, com retorno econômico até a dose e produtividade máxima (100 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 4.061 kg ha^{-1} de grãos), e a de potássio resultou em decréscimo da produtividade de grãos (KURIHARA et al., 2013a). Isso demonstra a importância da aplicação do fósforo no sulco de semeadura do milho safrinha consorciado, mesmo que em baixas doses, em solo com elevada disponibilidade do nutriente, ao contrário do potássio, que não apresentou retorno econômico da sua aplicação, em solos com teores médio e alto, para produtividades de grãos de até 5,3 t ha^{-1}.

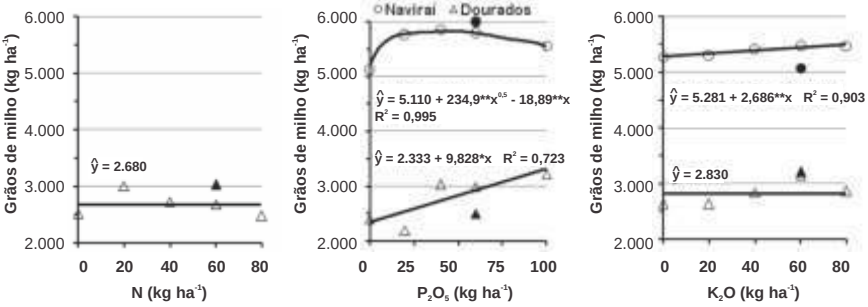

Figura 8. Efeito de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na produtividade de grãos do milho safrinha cultivar BRS 1040, consorciado com *Brachiaria ruziziensis*, em 2011.

Fonte: adaptado de Kurihara (2013).

Kurihara (2013) também conduziu experimentos em milho safrinha consorciado com *B. ruziziensis* e doses de nitrogênio (nitrato de amônio na semeadura + cobertura), em Dourados, no período de 2010 a 2012, onde foram obtidas produtividades abaixo de 4,0 t ha^{-1}, de maneira semelhante aos experimentos de fósforo e

potássio já citados; não foi obtida resposta econômica à aplicação do nitrogênio. Salienta-se que o uso de híbrido de potencial produtivo intermediário e apenas 20 kg ha^{-1} de N no sulco de semeadura podem ter reduzido a magnitude da resposta à adubação nitrogenada.

Quando o milho safrinha é cultivado em espaçamento reduzido, os fertilizantes são distribuídos em menor concentração no sulco de semeadura, em relação à mesma área cultivada no espaçamento de 0,9 m. A competição inicial entre as plantas é menor por causa da distribuição mais equidistante e uniforme das sementes na área, desde que mantida a mesma população de plantas. A redução do espaçamento pode alterar, também, o aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados aplicados em área total, porque uma maior proporção de nutrientes fica próxima das raízes de cada planta, que ainda são pequenas e estão próximas da linha do milho. Esses fatores, juntamente com a consorciação, podem alterar a resposta do milho safrinha aos fertilizantes aplicados na semeadura e parcelados em cobertura. Kurihara e Tsujigushi (2013) não verificaram efeito da aplicação de 100 kg ha^{-1} N no sulco de semeadura + cobertura na produtividade de híbridos de milho consorciado com *B. ruziziensis*, com médias próximas de 7 t ha^{-1}, em espaçamento de 0,45 m, solo textura argilosa e condição de boa disponibilidade de água. Porém, este resultado não difere dos obtidos em espaçamento 0,8 m por Duarte et al. (2011), que observaram casos isolados de ausência de resposta do milho ao nitrogênio em produtividades acima de 6 t ha^{-1} (Figura 6).

Efeito da Adubação na Reciclagem de Nutrientes pela Braquiária

A adubação nitrogenada de cobertura no milho pode favorecer especificamente o crescimento inicial das plantas forrageiras, quando as raízes ainda exploram pouco volume de solo, pois seu

desenvolvimento inicial é lento e, geralmente, a produção de massa seca mais que dobra entre os estádios de florescimento e maturidade fisiológica do milho.

Batista et al. (2011) verificaram que a adubação nitrogenada de cobertura não interfere na produção de matéria seca nem no acúmulo de nutrientes pelas forrageiras quando semeadas no centro da entrelinha do milho. Duarte et al. (2009) verificaram que o nitrogênio em cobertura beneficiou o desenvolvimento da forrageira em três de oito ambientes avaliados, aumentando a massa seca no estádio de florescimento do milho; em apenas um local a massa seca, na maturidade fisiológica, e a produtividade do milho safrinha também foram beneficiados com a adubação.

Em outros estudos Kurihara (2013) e Kurihara et al. (2009) concluíram que a produção de massa seca da planta forrageira consorciada pode ser aumentada pela adubação do milho safrinha com nitrogênio e potássio. Em 2009, apenas em local com limitação hídrica mais acentuada e teores baixos de P e K no solo, a adubação nitrogenada ou potássica propiciou incrementos na massa seca da parte aérea da *B. ruziziensis*, cultivada na linha e na entrelinha do milho, enquanto o fósforo não influenciou a produção da *B. ruziziensis* (KURIHARA et al., 2009). No ano seguinte, os autores não observaram efeito das doses de N, P ou K sobre a massa de *B. ruziziensis* no estádio de maturidade fisiológica do milho safrinha, em dois locais avaliados; no terceiro ano, novamente a adubação nitrogenada ou potássica aumentou a produção de massa seca da parte aérea da *B. ruziziensis* (KURIHARA, 2013), principalmente quando o solo estava com baixos níveis de potássio (Figura 9). O efeito deste nutriente propiciou incrementos na produção de massa seca da forrageira em doses de até 30 kg ha^{-1} de K_2O.

Conclui-se, a partir da análise conjunta de todos os resultados apresentados, que nos ambientes onde a adubação nitrogenada ou potássica aumentou a produtividade do milho safrinha, a produção de massa da *B. ruziziensis* também foi favorecida.

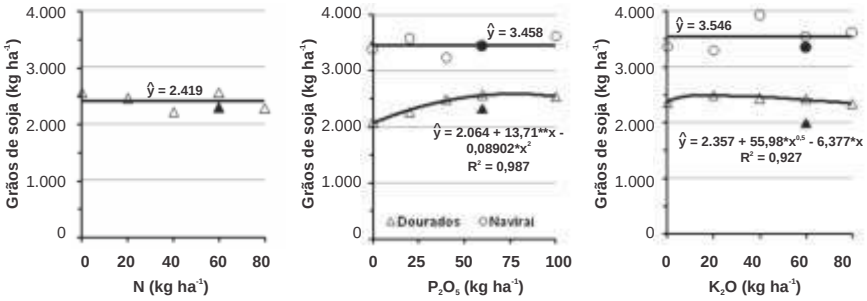

Figura 9. Massa seca de parte aérea de *Brachiaria ruziziensis* na maturidade fisiológica do milho, em função de doses de N, P e K aplicadas no milho safrinha em consórcio, em 2011.

Fonte: Kurihara (2013).

Adubação de Sistemas Produtivos

A adubação de sistemas produtivos de soja e milho safrinha deve contemplar o conceito de máxima eficiência de uso dos fertilizantes e não simplesmente o rendimento e a facilidade operacional da aplicação. Em algumas regiões tem sido priorizada a aplicação de todo o fósforo e potássio da soja e do milho safrinha, de forma antecipada e a lanço, apenas na soja, em vez de fazer essa aplicação no sulco de semeadura, nas duas culturas. Para tanto, é comum utilizar a estimativa da extração dos nutrientes nas duas culturas para calcular a quantidade total de fósforo e potássio que deve ser fornecida, visando repor as exportações nos grãos em cada ano agrícola e manter a fertilidade do solo.

A distribuição antecipada de fertilizantes a lanço na soja é utilizada principalmente para melhorar a eficiência das operações mecanizadas, ao reduzir a necessidade de reabastecimento e maximizar o uso de máquinas ociosas no período de entressafra, além de demandar menos potência do trator e facilitar a aplicação de fertilizantes em taxa variável (agricultura de precisão). Porém, esta técnica não é indicada para o fósforo quando os teores no solo são baixos, por haver aumento de produção de milho com a

aplicação do nutriente no sulco de semeadura, e para o potássio pelo risco de perdas por lixiviação em solos arenosos.

A aplicação antecipada a lanço não é indicada para o milho safrinha porque a operação de semeadura ocorre simultaneamente com a da colheita da soja. Para viabilizar a distribuição de todo o fertilizante a lanço, complementando a estratégia da aplicação do fósforo apenas na soja, tem sido feita a adubação de cobertura com nitrogênio e potássio no milho safrinha, e pouco ou nenhum fertilizante nitrogenado é aplicado imediatamente após a sua semeadura. Porém, conforme já mencionado, Duarte e Kappes (2013) demonstraram que pode haver deficiência de nitrogênio nos estádios iniciais e que a aplicação na semeadura é recomendável para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada no milho safrinha (Figura 7).

A aplicação do potássio a lanço de maneira isolada ou em fórmulas NPK, como 20-00-20, deve ser feita o mais cedo possível para beneficiar a produtividade do milho safrinha. Assim, para melhorar o retorno econômico do investimento em adubação a lanço são necessárias duas equipes operacionais trabalhando simultaneamente na implantação do milho safrinha, uma para a semeadura e outra para a distribuição imediata de nitrogênio e potássio e, se as condições ambientais forem favoráveis para altas produtividades, complementar com uma aplicação exclusiva de nitrogênio em cobertura.

Para aumentar a eficiência de uso do fósforo e do potássio aplicados no milho safrinha na nutrição das culturas em sucessão, pode-se utilizar a consorciação com plantas forrageiras. A *B. ruziziensis* permite a reciclagem do potássio, liberando para a soja a partir do momento da dessecação química, e também fornece matéria orgânica ao solo. Considerando as concentrações médias de nutrientes nas plantas forrageiras em solos de alta fertilidade, apresentados anteriormente (N = 1,7%; P_2O_5 = 0,4% e K_2O = 3,5%), e que o consórcio produz pelo menos 1,3 t ha^{-1}, são reciclados aproximadamente 22 kg ha^{-1}, 5 kg ha^{-1} e 45 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O, respectivamente. Ressalta-se que a eficiência da ciclagem de

nutrientes depende da sincronia entre a liberação do nutriente pelo resíduo da planta de cobertura e a sua demanda na cultura em sucessão. O potássio, por exemplo, é prontamente disponível após a dessecação das plantas (BOER et al., 2007).

Os trabalhos sobre adubação de sistemas produtivos de soja e milho safrinha ainda são poucos e versam principalmente sobre milho solteiro. Sena Junior et al. (2009) verificaram, em solo com baixo teor de fósforo, em Rio Verde, GO, que a antecipação de 100 kg ha^{-1} de P_2O_5, que seriam aplicados no milho safrinha, para a semeadura da soja, não resultou em prejuízo na produtividade desta gramínea, independente da distribuição ser a lanço ou na linha de semeadura. Duarte e Cantarella (2007) sugeriram priorizar o aumento do potássio na soja, em razão das grandes exportações do elemento pela leguminosa e as peculiaridades na absorção desse nutriente pelo milho.

Estudos com milho consorciado mostram que a adubação do milho safrinha não pode ser substituída pelo aumento da adubação da soja. Kurihara et al. (2013b) e Tsujigushi et al. (2013) verificaram, em solo com teor baixo de fósforo e médio de potássio, em Dourados, MS, que a produtividade do milho safrinha consorciado com *B. ruziziensis*, em período de três anos, diferiu da testemunha sem adubação apenas quando o fósforo e o potássio foram fornecidos especificamente no milho safrinha, em doses de 50 ou 110 kg ha^{-1} de P_2O_5 e K_2O (Tabela 4). A produtividade da soja não diferiu quando a adubação foi feita apenas na soja ou no milho safrinha, e o efeito residual dos fertilizantes exclusivamente na soja não foi suficiente para substituir a adubação no milho safrinha.

Tabela 4. Produtividade média do milho safrinha (BRS 1040 em 2011 e 2012 e DKB 390 em 2013) consorciado com *Brachiaria ruziziensis*, sob manejo da adubação na sucessão soja–milho safrinha, nos anos agrícolas 2010/2011 a 2012/2013, em Dourados, MS.

Tratamento	Ano			Acumulado
	2011	2012	2013	
	kg ha^{-1}			
1. Sem adubação	3.171 b	4.629 a	4.795 b	12.595 b
2. 60P+60K (sj) e 20N+50P+ 50K (ml)	3.427 ab	4.778 a	5.490 ab	13.696 ab
3. 20N+110P+110K (ml)	4.202 a	4.996 a	5.564 ab	14.761 a
4. 20N+110P+110K (sj)	3.278 ab	4.830 a	5.030 ab	13.138 ab
5. 20N+50P+50K (ml)	3.792 ab	5.240 a	5.641 a	14.673 a
6. 20N+110P (ml)	4.073 ab	4.849 a	5.092 ab	14.014 ab
7. 20N+110K (ml)	3.682 ab	5.159 a	5.236 ab	14.077 ab
Média	3.661	4.926	5.264	13.851
Coeficiente de variação (%)	24,2	13,2	13,7	11,3

Nota: adubação de N, P_2O_5 e K_2O (kg ha^{-1}) na cultura de soja (sj) e/ou milho (ml). Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).
Fonte: adaptado de Kurihara et al. (2009).

Considerações Finais

Conclui-se que, por ser muito responsivo ao fósforo, é fundamental aplicar fertilizante fosfatado no milho safrinha, mesmo em doses relativamente baixas. A adubação potássica, por sua vez, é importante principalmente em lavouras consorciadas com braquiária; isso acontece porque o potássio é reciclado pela forrageira e disponibilizado para a soja, além de possibilitar, em solos de baixa e média fertilidade, o aumento da produção de massa seca para cobertura do solo. Considerando que a abordagem da adubação em sistemas produtivos é relativamente nova, sugere-se continuar as pesquisas sobre o tema para aprimorar o manejo da adubação das culturas da soja e do milho safrinha consorciado com braquiária, procurando melhorar a eficiência de uso dos nutrientes e não somente o rendimento das operações agrícolas.

Referências

BATISTA, K.; DUARTE, A. P.; CECCON, G.; DE MARIA, I. C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.46, n.10, p.1154-1160, out. 2011.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.42, n. 9, p.1269-1276, set. 2007.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p.163-171, fev. 2007.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Adubação do milho "safrinha". In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", 3., 1995, Assis. **Resumos**... Campinas: Instituto Agronômico, Centro de Desenvolvimento do Vale do Paranapanema, 1995. p. 21-27.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Ed.). **Tecnologias de produção de milho**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. p. 139-182.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Tabela de recomendação de adubação NPK para milho “safrinha” no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 4., 1997, Assis. **Anais**... Campinas: Instituto Agronômico, Centro de Desenvolvimento do Vale do Paranapanema, 1997. p. 65-70.

CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 1, p. 33-40, jan. 2002.

CECCON, G. **Milho safrinha com** b**raquiária em consórcio**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 140).

CECCON, G.; KURIHARA, C. H. Teor de nitrogênio e clorofila em milho safrinha solteiro e consorciado com espécies forrageiras. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais**... Rio Verde: FESURV, 2009. p. 595-600.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, ago. 2012.

DUARTE, A. P. Milho safrinha: características e sistemas de produção. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Ed.). **Tecnologias de produção de milho**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. p. 109-138.

DUARTE, A. P. Relatório final FAPESP: Processo 2008/09495-4: acúmulo de massa seca nas plantas forrageiras em consórcio com milho safrinha. In: DUARTE, A. P.; BATISTA, K.; SILVA, A. C.; CECCON, G.; CANTARELLA, H.; DEMARIA, I. C.; SILVA, M. M.; RECO, P. C.; MATEUS, G. P. **Consórcio de milho safrinha e plantas forrageiras no sistema de plantio direto na região do Médio Paranapanema**: relatório técnico final. Campinas: IAC, 2011. p. 17-27.

DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H. Adubação em sistemas de produção de soja e milho safrinha. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA: RUMO À ESTABILIDADE, 9., 2007, Dourados. **Anais**... Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 44-61. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 89).

DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H. Adubação nitrogenada de cobertura em milho safrinha no Médio Paranapanema em 2004 e 2005. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 8., 2005, Assis. **Anais**... Campinas: Instituto Agronômico, 2005. p. 353-360.

DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H.; BATISTA, K. Manejo do nitrogênio e ciclagem de nutrientes na cultura do milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais**... Rio Verde: FESURV, 2009. p. 89-105.

DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Milho "safrinha". In: 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 Agronômico: Fundação IAC, 1996. p. 243. (IAC. Boletim técnico, 100).

DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G.; COSTA, A.; FRANCISCO, E.; PIEDADE, R. C.; ARF, M. V. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho safrinha após soja no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 11., 2011, Lucas do Rio Verde. **De safrinha à grande safra**: anais. Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde; Sete Lagoas: ABMS, 2011. p. 367-374.

DUARTE, A. P.; KAPPES, C. **Adubação de sistemas produtivos de milho safrinha e soja**. Campinas: IAC, 2013. 10 p. Relatório de projeto.

DUARTE, A. P.; KIEHL, J. C.; CAMARGO, M. A. F.; RECO, P. C. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 1-19, set./dez. 2003.

FREITAS, R. J. de; NASCENTE, A. S.; SANTOS, F. L. de S. População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 79-87, jan./mar. 2013.

KURIHARA, C. H. Adubação nitrogenada e fosfatada em milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis*, em Mato Grosso do Sul. In: MACHADO, L. A. Z.; RICHETTI, A.; GOULART, A. C. P.; MELO, C. L. P. de; FIETZ, C. R.; BROCH, D.; VOLPE, E.; CECCON, G.; ASMUS, G. L.; OLIVEIRA, H. N. de; SALTON, J. C.; SANTOS, J. C. F.; STAUT, L. A.; LIMA FILHO, O. F.; PALMEIRA, V. C. **Avaliação de espécies forrageiras perenes e culturas anuais em consórcio, no sistema integração lavoura-pecuária para condições de Cerrado**: relatório técnico final. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. p. 80-96. Projeto concluído.

KURIHARA, C. H.; CECCON, G.; TROPALDI, L. Resposta de milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado com *Brachiaria ruziziensis* à adubação nitrogenada e potássica, em Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais**... Rio Verde: FESURV, 2009. p. 563-570.

KURIHARA, C. H.; SILVA, J. V. de S.; TSUJIGUSHI, B. P. Resposta de milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis* à adubação, em Dourados, Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. **Estabilidade e produtividade**: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2013a. 1 CD-ROM.

KURIHARA, C. H.; TSUJIGUSHI, B. P. Efeito de adubação nitrogenada em milho safrinha cultivado em espaçamento reduzido, em Dourados, MS. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. **Estabilidade e produtividade**: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

KURIHARA, C. H.; TSUJIGUSHI, B. P.; SILVA, J. V. de S.; SOARES, R. B. Resposta de milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis* à calagem, gessagem e ao manejo da adubação. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. **Estabilidade e produtividade**: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2013b. 1 CD-ROM.

MAR, G. D.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 267-274, maio/ago. 2003.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M. de; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 41, n. 5, p. 875-882, maio 2011.

SENA JÚNIOR, D. G.; RAGAGNIN, V. A.; COSTA, M. M.; LIMA, R. S.; KLEIN, V. Adubação fosfatada para milho safrinha antecipada na cultura da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais**... Rio Verde: FESURV, 2009. p. 181-187.

TSUJIGUSHI, B. P.; KURIHARA, C. H.; CARVALHO, L. A. de. Calagem, gessagem e manejo da adubação em milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. **Estabilidade e produtividade**: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

Capítulo 7

Nematoides em Cultivos Integrados

Guilherme Lafourcade Asmus
Mário Massayuki Inomoto

Nematoides em Cultivos Integrados

Guilherme Lafourcade Asmus
Mário Massayuki Inomoto

Introdução

Nematoides são organismos invertebrados que compreendem um dos maiores grupos de animais da face da terra. Embora sejam prioritariamente reconhecidos como parasitos de plantas, os nematoides apresentam grande diversidade de hábitos alimentares, contribuindo para vários processos biológicos. São ainda importantes componentes de ecossistemas, ao reciclarem nutrientes. Vários nematoides ditos de "vida livre", ou seja, que não parasitam plantas, animais ou insetos, podem exercer relevantes funções na degradação da matéria orgânica, alimentando-se de bactérias, fungos ou outros pequenos invertebrados (FERRIS; FERRIS, 1998).

Comunidades de nematoides respondem de forma muito rápida a estímulos externos, sejam fatores físicos e ambientais (temperatura, umidade, textura do solo) ou práticas agrícolas (rotação e sucessão de culturas, destruição de restos culturais, plantio direto). Muitos desses estímulos resultam no aumento da população de nematoides fitoparasitos (NILES; FRECKMAN, 1998), sendo a suscetibilidade (ou hospitalidade) das culturas a de maior impacto sobre a dinâmica da população desse grupo de nematoides (SEINHORST, 1970). Isso reflete sobre o grande potencial da resistência de cultivares (aqui entendida como a limitação à reprodução de determinada espécie de nematoide) e da rotação de culturas como práticas de manejo de áreas infestadas. A presença e sequência de culturas suscetíveis atuam de forma definitiva para o aumento da densidade populacional de

nematoides fitoparasitos, conforme demonstrado por Noel e Edwards (1996) para a associação soja x *H. glycines* e Asmus e Ishimi (2009) para a associação algodoeiro x *R. reniformis*. O cultivo sucessivo de uma única cultura considerada boa hospedeira a determinada espécie de nematoide favorece consideravelmente o aumento populacional desta espécie, de modo que, com o passar do tempo e em condições ambientais favoráveis, a mesma passe a predominar sobre a comunidade de nematoides e causar danos à cultura (SEREIA et al., 2007).

Nematoides Fitoparasitos de Culturas Anuais no Brasil

Se consideradas as culturas anuais agrícolas de maior expressão no que diz respeito à área cultivada e produção no Brasil, as cinco espécies de nematoides mais frequentemente envolvidas com perdas na produção são: os nematoides das galhas *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 e *M. javanica* (Treub) Chitwood; o nematoide de cisto da soja *Heterodera glycines* Ichinoe; o nematoide reniforme *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, 1940; e o nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev e Sch. Stekhoven, 1941 (DIAS et al., 2010; GALBIERI et al., 2012). Dados de levantamentos realizados no Cerrado do País indicam que essas espécies estão presentes nas principais áreas de produção de Mato Grosso, Bahia, Goiás e Mato Grosso do Sul (GALBIERI et al., 2012; SILVA et al., 2003).

M. javanica é um dos principais nematoides que ocorrem em soja, causando galhas radiculares, e apresenta a peculiar característica de não incitar galhas em raízes de milho, mesmo em cultivares nas quais se multiplica abundantemente (WINDHAM, 1998). É a mais frequente das espécies de *Meloidogyne* na cultura da soja no Brasil Central. Há grande variabilidade em genótipos de soja

(TECNOLOGIAS..., 2011) e milho (MANZOTTE et al., 2002; WINDHAM; WILLIAMS, 1988) quanto à suscetibilidade a *M. javanica*, que deve ser levada em consideração no manejo de áreas infestadas, preferindo-se aquelas resistentes, ou seja, que não multipliquem o nematoide. Vale destacar que *M. javanica* não parasita o algodoeiro e tampouco algumas gramíneas forrageiras e leguminosas utilizadas como culturas de cobertura ou adubos verdes (CARNEIRO et al., 2007; DIAS-ARIEIRA et al., 2003; INOMOTO et al., 2005; WANG et al., 2002).

M. incognita é um nematoide polífago que ocorre em soja, algodoeiro e milho, além de uma série de outras culturas anuais e perenes e plantas daninhas (TAYLOR; SASSER, 1978). É uma das principais espécies parasitas do algodoeiro, principalmente em áreas de exploração mais recente (GALBIERI et al., 2012). A disponibilidade de resistência em cultivares de soja, algodão e milho é limitada, o que dificulta o manejo por uso de variedades resistentes ou rotação de culturas (GALBIERI et al., 2012; SILVA, 2001). De forma semelhante a *M. javanica*, há forrageiras e leguminosas resistentes a *M*. *incognita* (DIAS-ARIEIRA et al., 2003; WANG et al., 2002).

O nematoide de cisto da soja, *H. glycines*, é um dos principais problemas fitossanitários que ocorrem na cultura da soja (SILVA, 1999). Se por um lado é motivo de preocupação pelos expressivos danos que causa à cultura, por outro apresenta a importante característica de ter um limitado ciclo de hospedeiros, o que torna a prática de rotação de culturas uma importante alternativa para o manejo de áreas infestadas (GARCIA et al., 1999). No entanto, deve-se considerar o fato de que, em função de sua capacidade de sobrevivência por vários anos na ausência de hospedeiros, o período de rotação com culturas não hospedeiras requerido para a diminuição da densidade populacional no solo deve ser usualmente muito longo. A espécie não é parasita de algodão, milho e tampouco de outras várias culturas anuais de importância agrícola.

O nematoide reniforme, *R. reniformis*, é um dos mais importantes nematoides do algodoeiro, principalmente em áreas de exploração mais antiga. É um nematoide que, diferentemente dos demais mencionados, ocorre em solos de diferentes classes texturais, inclusive os argilosos, onde é particularmente predominante (GALBIERI et al., 2012). Além do algodoeiro, o nematoide reniforme parasita a soja e outras várias culturas (ROBINSON et al., 1997). No entanto, a grande maioria das gramíneas que compõem os diferentes sistemas de produção no País é resistente, incluindo milho (WINDHAM; LAWRENCE, 1992) e forrageiras. Em condições de estresse (ausência de hospedeiro suscetível e baixas umidade ou temperatura do solo), o nematoide entra em estado de anidrobiose (capacidade de manter-se em ambiente com restrição quase que total de água, por períodos mais ou menos prolongados), aumentando sua capacidade de sobrevivência, o que pode interferir na eficiência da prática da rotação de culturas, exigindo períodos mais longos com ausência de hospedeiros favoráveis (TORRES et al., 2006).

O nematoide das lesões radiculares, *P. brachyurus*, tem sido encontrado com alta frequência em solos e em altas densidades populacionais, em raízes de soja e algodoeiro no Cerrado, associado a danos a essas culturas (MIRANDA et al., 2011). Há várias hipóteses para a ocorrência do nematoide das lesões radiculares no Cerrado, que poderiam estar ocorrendo de forma isolada ou, o que é mais provável, simultaneamente: i) o uso de gramíneas forrageiras suscetíveis como culturas de cobertura para o Sistema Plantio Direto (SPD), ou o cultivo de milho ou sorgo após a soja, permitindo a manutenção da população do nematoide, que é um eficiente parasito de gramíneas, durante a entressafra; ii) a falta de preparo do solo no SPD, aumentando o período de degradação (mineralização) das raízes das plantas de soja ou algodoeiro, o que permitiria a manutenção do nematoide nas raízes remanescentes, visto o nematoide das lesões ser um típico endoparasito de raízes; iii) o uso de áreas marginais, de textura arenosa ou média, para o cultivo de soja ou algodoeiro, favorecendo a ocorrência e danos causados pelo nematoide das

lesões; e iv) temperaturas elevadas que ocorrem no Brasil Central estariam promovendo o aumento populacional do nematoide que, sabidamente, é mais prolífico em temperaturas por volta de 30 ºC (OLOWE; CORBETT, 1976). São poucas as opções conhecidas de culturas para rotação visando ao manejo de áreas infestadas, dentre as quais têm-se destacado algumas espécies de *Crotalaria* (INOMOTO; SILVA, 2011; INOMOTO et al., 2007; MACHADO et al., 2007; SILVA et al., 1989a).

Na Tabela 1 são apresentadas informações sobre importantes características relativas às cinco espécies de nematoides citados e suas consequências para as culturas de soja, algodoeiro e milho.

Tabela 1. Patogenicidade e virulência ou agressividade de *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*, *Heterodera glycines*, *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus brachyurus* às culturas de soja, algodoeiro e milho, e disponibilidade de variedades resistentes.

Nematoide	Patogenicidade [1]			Virulência/agressividade [2]			Disponibilidade de variedades resistentes [3]		
	soja	algodoeiro	milho	soja	algodoeiro	milho	soja	algodoeiro	milho
M. javanica	S	N	S	+++	-	+	++	-	++
M. incognita	S	S	S	+++	+++	++	++	++	+
H. glycines	S	N	N	+++	-	-	++ [4]	-	-
R. reniformis	S	S	N	++	+++	-	+	+	-
P. brachyurus	S	S	S	+++	+	+	+	+	+

[1]S : patogênico; N : não patogênico.
[2]- : não patogênico; + : pouco virulento/agressivo; ++ : virulento/agressivo; +++ : muito virulento/agressivo.
[3]-: não patogênico; + : pouca ou nenhuma patogenicidade; ++ : média patogenicidade; +++ : alta patogenicidade.
[4]Principalmente para as raças 3 e 1 de *H. Glycines*.

Modelos de Produção de Culturas Anuais

As culturas de soja, milho e algodão são cultivadas em, aproximadamente, 27, 15 e 1 milhões de hectares, respectivamente, no Brasil (IBGE, 2013), sendo o Cerrado a principal região de produção. Soja, algodão e, em menor proporção, milho, são cultivados no verão. Embora outros cultivos de verão possam tecnicamente fazer parte dos modelos de produção, questões relativas à estrutura das propriedades, armazenamento e escoamento da produção, organização das cadeias produtivas e, o mais importante, retorno financeiro auferido, no Brasil Central prevalecem os cultivos de soja, algodoeiro e milho. Em regiões onde o regime de chuvas e o ciclo das cultivares permitem, o milho é cultivado em sequência à soja (milho safrinha), sendo esse sistema (soja–milho safrinha) o predominante. Outros modelos, a exemplo da sequência soja–milheto ou soja–trigo/aveia também são praticados, mas todos recaem no monocultivo de soja no verão e de gramíneas no inverno. No caso do algodoeiro, além do cultivo de verão, ocorre avanço do modelo chamado de “algodão safrinha”, com cultivo do algodoeiro imediatamente após a colheita de soja de ciclo precoce, na mesma estação de cultivo, normalmente no sistema adensado com espaçamento de 0,45 cm entre linhas de plantio, ou seja, o modelo soja–algodoeiro.

Um dos maiores entraves para o avanço e consolidação do SPD no Cerrado recai na dificuldade de se estabelecer e manter cobertura vegetal morta (palhada) sobre o solo, por causa das altas taxas de decomposição dos resíduos vegetais. Esse entrave tem sido suplantado com a semeadura de milheto ou capim-braquiária após a cultura de verão, visando à produção de cobertura para a semeadura direta de cultivos de verão no ano subsequente. Uma alternativa para a implantação do capim-braquiária no modelo soja–milho safrinha tem sido a semeadura conjunta de milho safrinha e capim-braquiária, no dito “consórcio milho-braquiária”. Este modelo permite a produção de duas culturas em sucessão no

mesmo ano agrícola e a implantação de cultura de cobertura para o SPD ou o estabelecimento de pastagem para produção animal em sistemas integrados lavoura-pecuária (CECCON, 2007).

Em algumas situações de alta incidência do nematoide das lesões radiculares, espécies de *Crotalaria*, principalmente *C. spectabilis* e *C. ochroleuca*, passaram a ser utilizadas em substituição ao milho safrinha, sendo semeadas imediatamente após a colheita da soja. Este é um modelo que ainda necessita ser mais bem estudado, mas que parece ser promissor.

Manejo de Nematoides em Sistemas de Cultivos Integrados

A primeira e mais importante consideração sobre o manejo de áreas infestadas, em sistemas de cultivos integrados, é ter em mente e de forma clara que nematoides são parasitos obrigatórios. Portanto, o nematoide depende da presença de plantas hospedeiras para sua reprodução, ou seja, a interrupção do cultivo sucessivo ou simultâneo de espécies vegetais boas hospedeiras causará a redução de sua população. Caso contrário ocorrerá, no tempo, o aumento da densidade populacional do nematoide no solo. Assim, muito cuidado deve ser dedicado à escolha do modelo de produção de culturas anuais em áreas infestadas.

Em condições de cultivos anuais de verão, as densidades populacionais dos nematoides crescem durante a presença da cultura hospedeira, favorecidas pelas condições de temperatura e umidade do solo, e decrescem após a colheita (ASMUS; ISHIMI, 2009; MCSORLEY, 1998). A população residual que conseguir sobreviver ao período de entressafra será aquela potencialmente disponível para parasitar as plantas hospedeiras no próximo ano agrícola. O cultivo sucessivo de soja e algodão-safrinha, por exemplo, poderá ser desastroso. Considerando que as culturas de

soja e algodoeiro são suscetíveis aos nematoides reniforme, das galhas e das lesões radiculares, a lógica da flutuação sazonal das populações dos nematoides ao longo do ano poderá ser alterada. A densidade populacional dos nematoides, que deveria diminuir após a colheita da soja, poderá estar alta o suficiente para causar danos ao algodoeiro semeado na sequência e, mais do que isto, devido ao longo período do ano em que os nematoides terão raízes de plantas boas hospedeiras para serem parasitadas, as densidades populacionais tenderão a aumentar, pelo menos enquanto houver condições adequadas de temperatura e umidade do solo. Como resultado, a densidade populacional residual para o próximo ano agrícola poderá trazer consequências indesejáveis para a manutenção de níveis aceitáveis de produtividade ao longo dos anos. De certa forma, este problema pode ser amenizado com o uso de cultivares de soja com resistência aos nematoides das galhas e reniforme. No entanto, para o nematoide das lesões radiculares, para o qual ainda não há cultivares comerciais de soja com graus aceitáveis de resistência (RIBEIRO et al., 2007), que poderia migrar das raízes de soja para as de algodoeiro, tão logo as primeiras iniciassem o processo de decomposição, os prejuízos poderiam ser muito sérios. Situação semelhante pode ser esperada na sucessão soja-milho safrinha, devido à alta suscetibilidade de ambas a *P. brachyurus*.

O uso de culturas de cobertura para a semeadura direta na palha tem, destacadamente, impacto sobre os nematoides fitoparasitos (INOMOTO et al., 2007; MACHADO et al., 2007). Nas condições do Brasil Central, as principais espécies para a produção de palha tem sido o milheto e, de forma crescente, a braquiária. Geralmente, estas culturas são estabelecidas imediatamente após a colheita de soja ou algodoeiro, consorciadas com milho safrinha (no caso do capim-braquiária), ou ainda, logo nas primeiras chuvas da primavera, antecedendo a cultura de verão subsequente. De maneira geral, as braquiárias e os milhetos em uso no País têm comprovado boa resistência ao nematoide reniforme, aos nematoides das galhas, com algumas variações entre diferentes espécies e cultivares (BRITO; FERRAZ, 1987; DIAS-ARIEIRA et

al., 2003), e ao nematoide de cisto da soja. No entanto, quando considerado o nematoide das lesões radiculares, *P. brachyurus*, há o risco de aumento da população em consequência da alta prolificidade do nematoide em gramíneas. Algumas cultivares de milheto e espécies de braquiária apresentam menor hospitalidade a este nematoide (INOMOTO et al., 2007), mas seu uso por períodos prolongados poderá contribuir para o aumento da densidade populacional no solo. Além das gramíneas citadas, uma importante opção para o manejo de áreas infestadas com quaisquer dos nematoides e, em especial, o nematoide das lesões radiculares, é a *Crotalaria spectabilis* (ANDRADE; PONTE, 1999; MACHADO et al., 2007; SILVA et al., 1989a, b).

Uma informação importante para que se faça o manejo adequado é conhecer qual ou quais as espécies de nematoides que ocorrem em determinada região, propriedade ou talhão. Se consideradas as informações contidas na Tabela 1 e os principais modelos de produção de culturas anuais, com limitadas opções de cultivos para rotação e/ou sucessão, percebe-se a dificuldade de se estabelecer estratégias de manejo de nematoides em áreas infestadas. Na Tabela 2, são sumarizados os principais modelos de produção de culturas anuais e o impacto de cada um sobre as espécies de nematoides fitoparasitos prevalentes no Brasil. Os efeitos esperados sobre as densidades populacionais dos nematoides considerados poderão variar em função das cultivares, sejam de soja, algodoeiro, milho ou milheto, e das espécies de capim-braquiária. É importante ressaltar que o cultivo de milho no verão configura-se como importante alternativa para o manejo de nematoides, à exceção do nematoide das lesões radiculares. Resultados interessantes também seriam obtidos com a integração lavoura-pecuária, prática que mantém a área cultivada com forrageiras perenes (capim-braquiára ou capim-colonião) sob pastejo por pelo menos 2 anos, diminuindo a pressão de seleção exercida pelas culturas anuais sobre as comunidades de nematoides.

Tabela 2. Efeito esperado de diferentes sucessões anuais de cultivos sobre o aumento da densidade populacional de cinco espécies de nematoides fitoparasitos em áreas infestadas.

Nematoide	Sucessões de cultivos anuais[1]						
	S(v) – M(o)	S(v) – Mb(o)	S(v) – A(o)	S(v) – A(o) – Mi(p)	S(v) – b(o)	A(v) – Mi(o)	M(v) – Na(o)
Meloidogyne javanica	++	++	++	+++	++	+	+
Meloidogyne incognita	+++	++	++++	++++	++	+++	++
Heterodera glycines	+++	++	+++	+++	+++	+	+
Rotylenchulus reniformis	+++	++	++++	++++	+++	+++	+
Pratylenchus brachyurus	++++	++++	+++	++	+++	++	+++

[1]S : soja; M : milho; Mb : consórcio milho- braquiária; A : algodoeiro; Mi : milheto; b : braquiária; Na : nabo forrageiro; (v) : verão; (o) : outono; (p) : primavera.

+ : nulo; ++ : médio; +++ : alto; ++++ : muito alto.

O caminho à Frente

Ao se considerar áreas já infestadas, o manejo de nematoides fitoparasitos em culturas anuais baseia-se em poucas alternativas. Embora haja algumas iniciativas interessantes com o uso de agentes biológicos de controle e o empenho da indústria em desenvolver nematicidas que atendam aos quesitos técnicos, ambientais e de saúde pública, os melhores resultados ainda são obtidos com o uso de cultivares resistentes e/ou tolerantes e a rotação de culturas.

O uso de resistência genética tem como grande limitação a pouca disponibilidade de cultivares que aliem resistência a uma ou mais espécies de nematoides com características agronômicas exigidas pelo setor. Tomando como exemplo a cultura da soja – uma das que apresenta maior número de cultivares resistentes a nematoides, das 258 cultivares comerciais registradas no Registro Nacional de Cultivares, apenas 7,7% são resistentes a *M. javanica*; 15% a *M. incognita*; 14,3% a *H. glycines*; 1% a *R. reniforme*; e nenhuma resistente a *P. brachyurus* (TECNOLOGIAS..., 2011). A situação não é muito diferente nas culturas do algodoeiro e milho.

Conforme discutido em itens anteriores, são poucas as culturas anuais cultivadas no verão e, por consequência, poucas as possibilidades de uso da prática da rotação. O uso de milho em cultivo de verão – alternativa muito interessante no aspecto do manejo da maioria dos fitonematoides – não encontra espaço na maioria das propriedades infestadas por nematoides, por motivos relativos aos menores resultados econômicos imediatos, comparados com os obtidos com as culturas de soja e algodoeiro. Assim, uma importante alternativa seria a inserção de “espécies úteis” para o manejo de nematoides, tais como crotalária, nabo-forrageiro ou estilosantes, por exemplo, em períodos de entressafra das culturas de verão. Para isso, há necessidade de estabelecer novos modelos de produção prioritariamente baseados em consórcios dessas “espécies úteis” com gramíneas forrageiras, de forma a conciliar os benefícios destas como

produtoras de matéria seca (cobertura do solo) para o SPD, e daquelas como opções para o manejo de nematoides. Modelos de produção baseados em maior número de espécies no tempo e no espaço, ou seja, mais diversificados, exercem menor pressão de seleção sobre as comunidades de nematoides e, por consequência, mantêm o equilíbrio entre os diferentes grupos, incluindo os fitoparasitos, de forma a que não atinjam níveis populacionais de danos.

Referências

ANDRADE, N. C. de; PONTE, J. J. da. Efeito do sistema de plantio em camalhão e do consórcio com *Crotalaria spectabilis* no controle de *Meloidogyne incognita* em quiabeiro. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 11-16, jun. 1999.

ASMUS, G. L.; ISHIMI, C. M. Flutuação populacional de *Rotylenchulus reniformis* em solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 1, p. 51-57, jan. 2009.

BRITO, J. A. de; FERRAZ, S. Antagonismo de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. Guiné a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 11, p. 270-285, 1987.

CARNEIRO, R. G.; MORITZ, M. P.; MÔNACO, A. P. A.; NAKAMURA, K. C.; SCHERER, A. Reação de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 2, p. 67-71, ago. 2007.

CECCON, G. Cerrado: estado da arte na produção de palha com milho safrinha em consórcio com *Brachiaria*. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 17, n. 102, p. 3-7, nov./dez. 2007.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; MIZOBUTSI, E. H. Avaliação de gramíneas forrageiras para controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum**: agronomy, Maringá, v. 25, n. 2, p. 473-477, July/Dec. 2003.

DIAS, W. P.; ASMUS, G. L.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. Nematoides. In: ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. (Ed.). **Soja**: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura. Londrina: Embrapa Soja, 2010. Cap. 7, p. 173-206.

FERRIS, J. M.; FERRIS, V. R. Biology of plant-parasitic nematodes. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p. 21-35.

GALBIERI, R.; INOMOTO, M. M.; SILVA, R. A. da; ASMUS, G. L. Os nematoides na cultura do algodoeiro em Mato Grosso. In: BELOT, J.-L. (Org.). **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**. Cuiabá: IMAmt: AMPA, 2012. p. 150-161.

GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; PEREIRA, J. E.; DIAS, W. P. Rotação de culturas e manejo do solo para controle do nematoide de cisto da soja. In: SILVA, J. F. V. (Org.). **O nematoide de cisto da soja**: a experiência brasileira. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1999. p. 55-70.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. **Levantamento sistemático de produção agrícola – abril 2013**. [Rio de Janeiro, 2013?]. Disponível em: <http://tinyurl.com/l7v58ny>. Acesso em: 10 mar. 2013.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L.; FERRAZ, M. A.; SAZAKI, C. S. S.; SCHIRMANN, M. R. Reação de dez coberturas vegetais utilizadas no sistema plantio direto a *Meloidogyne javanica*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n. 4, p. 367-370, jul./ago. 2005.

INOMOTO, M. M.; MACHADO, A. C. Z.; ANTEDOMÊNICO, S. R. Reação de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 4, p. 341-344, jul./ago. 2007.

INOMOTO, M. M.; SILVA, R. A. Importância dos nematoides da soja e influência da sucessão de cultura. In: SIQUERI, F.; CAJU, J.; MOREIRA, M. (Ed.). **Boletim de pesquisa de soja 2011**. Rondonópolis: Fundação MT, 2011. p. 392-399.

MACHADO, A. C. Z.; MOTTA, L. C. C.; SIQUEIRA, K. M. S.; FERRAZ, L. C. C. B.; INOMOTO, M. M. Host status of green manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil. **Nematology**, Leiden, v. 9, n. 6, p. 799-805, 2007.

MANZOTTE, U.; DIAS, W. P.; MENDES, M. L.; SILVA, J. F. V.; GOMES, J. Reação de híbridos de milho a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 105-108, jun. 2002.

McSORLEY, R. Population dynamics. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p. 109-133.

MIRANDA, D. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. Nematoides: um desafio constante. In: SIQUERI, F.; CAJU, J.; MOREIRA, M. (Ed.). **Boletim de pesquisa de soja 2011**. Rondonópolis: Fundação MT, 2011. p. 400-414.

NILES, R. K.; FRECKMAN, D. W. From the ground up: nematode ecology in bioassessment and ecosystem health. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p. 65-85.

NOEL, G. R.; EDWARDS, D. I. Population development of *Heterodera glycines* and soybean yield in soybean-maize rotations following introduction into a non-infested field. **Journal of Nematology**, Lakeland, v. 28, n. 3, p. 335-342, Sept. 1996.

OLOWE, T.; CORBETT, D. C. M. Aspects of the biology of *Pratylenchus brachyurus* and *P. zeae*. **Nematologica**, Leiden, v. 22, n. 2, p. 202-211, 1976.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; HOMECHIN, M.; SILVA, J. F. V.; FRANCISCO, A. Reação de genótipos de soja a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 2, p. 157-158, ago. 2007. Edição dos Resumos do XXVII Congresso Brasileiro de Nematologia, Goiânia, maio 2007.

ROBINSON, A. F.; INSERRA, R. N.; CASWELL-CHEN, E. P.; VOVLAS, N.; TROCCOLI, A. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. **Nematropica**, Auburn, v. 27, n. 2, p. 127-180, 1997.

SEINHORST, J. W. Dynamics of populations of plant parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 8, p. 131-156, 1970.

SEREIA, A. R.; ASMUS, G. L.; FABRICIO, A. C. Influência de diferentes sistemas de produção sobre a população de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940) no solo. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 42-45, abr. 2007.

SILVA, G. S. da; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. dos. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zeae*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, p. 81-86, 1989a.

SILVA, G. S. da; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. dos. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Rotylenchulus reniformis*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, p. 87-92, 1989b.

SILVA, J. F. V. Resistência genética de soja a nematoides do gênero *Meloidogyne*. In: SILVA, J. F. V. (Org.). **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 95-127.

SILVA, J. F. V. Um histórico. In: SILVA, J. F. V. (Org.). **O nematoide de cisto da soja**: a experiência brasileira. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1999. p. 15-23.

SILVA, R. A.; SERRANO, M. A. S.; GOMES, A. C.; BORGES, D. C.; SOUZA, A. A.; ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M. Nematóides associados ao algodoeiro no Estado do Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 24., 2003, Petrolina. **Anais**... Petrolina: Sociedade Brasileira de Nematologia: Embrapa Semi-Árido, 2003. p. 150.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes**. Raleigh: North Carolina State University: USAID, 1978. 111 p.

TECNOLOGIAS de produção de soja – região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p.

TORRES, G. R. C.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M. Sobrevivência de *Rotylenchulus reniformis* em solo naturalmente infestado submetido a diferentes períodos de armazenamento. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 2, p. 203-206, mar./abr. 2006.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, Auburn, v. 32, n. 1, p. 35-57, 2002.

WINDHAM, G. L. Corn. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p. 335-357.

WINDHAM, G. L.; LAWRENCE, G. W. Host status of commercial maize hybrids to *Rotylenchulus reniformis*. **Journal of Nematology**, Knoxville, v. 24, n. 4S, p. 745-748, Dec. 1992.

WINDHAM, G. L.; WILLIAMS, W. P. Reproduction of *Meloidogyne javanica* on corn hybrids and inbreads. **Annals of Applied Nematology**, Lawrence, v. 2, p. 25-28, 1988.

Capítulo 8

Viabilidade Econômica da Sucessão Consórcio Milho-Braquiária/Soja/ Milho Safrinha

Alceu Richetti

Viabilidade Econômica da Sucessão Consórcio Milho-Braquiária/Soja/ Milho Safrinha

Alceu Richetti

Introdução

O milho safrinha é cultivado em pequenas, médias e grandes propriedades, onde o nível de investimento (adubação, tratamento de sementes, controle de plantas daninhas e de pragas) varia conforme o nível tecnológico do processo produtivo, com a época de semeadura e de acordo com a tendência dos preços de mercado do produto. Salienta-se que o plantio do milho safrinha é uma atividade de risco, seja pela incidência de pragas ou doenças, seja pela ocorrência de deficiência hídrica durante o outono, ou, ainda, pela possibilidade de geadas durante o ciclo da cultura, principalmente nos cultivos tardios.

A recomendação de um sistema de produção não pode prescindir das análises econômicas dos resultados alcançados, pois não basta a uma tecnologia em particular ou a um determinado sistema de produção ser eficiente somente do ponto de vista técnico. Para compor uma recomendação com amplas possibilidades de adoção pelos agricultores, deve-se ter a análise econômica da tecnologia.

O estudo de sistemas de produção alternativos e diversificados é de fundamental importância para o desenvolvimento de uma agricultura competitiva e autossustentável, com preservação ambiental e redução de custos, principalmente quando se requer mais eficiência na produção de alimentos para garantir o abastecimento interno e mais competitividade da agricultura brasileira no cenário internacional.

Pode-se conceituar sistema produtivo como sendo um conjunto de conhecimentos e tecnologias aplicados a uma população de vegetais ou animais em determinado ambiente, de utilidade para o mercado consumidor, para garantir a competitividade dos produtos.

Nas avaliações dos sistemas de produção consorciados são necessárias, além das análises técnicas, avaliações econômicas para que se possa medir a lucratividade e a rentabilidade de cada sistema. Nesse sentido, os sistemas consorciados de produção agrícola, que proporcionem maior produtividade, com conservação dos recursos naturais, requerem abordagem específica em relação à sua descrição, por causa da abrangência do processo de planejamento e das atividades de execução no âmbito da unidade de produção (RICHETTI; CECCON, 2009).

A configuração de um sistema de produção determina o resultado técnico e econômico a ser obtido. Portanto, na avaliação de qual o melhor sistema a ser adotado é preciso ter definida qual a tecnologia a ser utilizada e conhecer o custo de produção de uma unidade de produto de diferentes sistemas. A partir da comparação entre dois ou mais sistemas é possível deduzir a rentabilidade da atividade e, consequentemente, a viabilidade econômica.

Este capítulo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica de dois diferentes sistemas de produção soja-milho safrinha, em Mato Grosso do Sul.

Metodologia da Formação dos Custos e da Análise Econômica

O presente capítulo tem como base procedimentos metodológicos baseados na abordagem sistêmica. Partindo deste pressuposto, considerou-se que o modo de produção na propriedade agrícola caracteriza-se como um processo de produção.

Considera-se processo de produção todas as atividades envolvidas na produção de determinado bem, dentro de certo prazo suficiente para que se obtenham os resultados em forma do produto final.

O processo produtivo de atividades agrícolas, na propriedade, é caracterizado por cinco etapas básicas: planejamento, manejo da área, semeadura e adubação, tratos culturais e colheita (Figura 1).

Todo processo produtivo faz parte do custo de produção. E este é entendido como sendo a soma dos valores gastos em recursos (insumos) e operações agrícolas (serviços) utilizados na realização de determinada atividade.

Analisar-se-á a viabilidade econômica de dois diferentes sistemas de produção soja–milho safrinha, em Mato Grosso do Sul, sendo: milho safrinha–soja–milho safrinha, com o milho em cultivo solteiro, tradicionalmente praticado pelos produtores, doravante denominado "solteiro", e milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis*–soja–milho safinha solteiro, doravante denominado "consorciado".

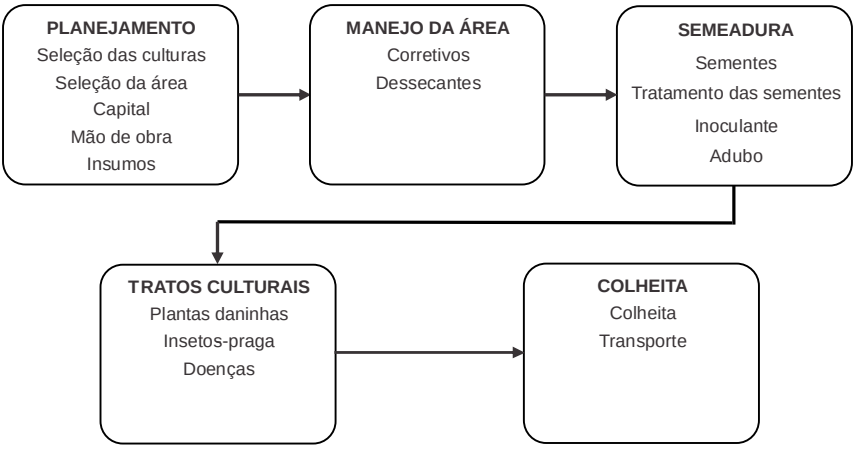

Figura 1. Fluxograma básico do processo produtivo na agricultura.
Fonte: adaptado de Silva et al. (2010).

O sistema solteiro é o mais utilizado pelos produtores no período de outono/inverno, enquanto o sistema consorciado, em franca expansão, atinge cerca de 30% da área cultivada com milho safrinha em Mato Grosso do Sul; isto porque o milho consorciado com *B. ruziziensis* pode proporcionar sustentabilidade ao sistema produtivo.

Da mesma forma, Richetti e Guiducci (2012) afirmam que o cultivo de milho consorciado com *B. ruziziensis*/soja proporciona melhorias no sistema de produção das propriedades, principalmente em relação à sustentabilidade ambiental e econômica das culturas. Assim, haverá redução dos riscos de perdas de lavoura por causa dos veranicos e obtenção de incrementos significativos de produtividade com as culturas cultivadas em sucessão, em especial a soja.

De acordo com Bortolini (2011), o uso de *B. ruziziensis* na lavoura do milho reduz sua produtividade na ordem de três a seis sacas por hectare, podendo chegar a dez sacas se realizado em semeaduras tardias e sem o manejo da *B. ruziziensis*. No entanto, o rendimento de grãos de soja cultivada após o consórcio milho safrinha com *B. ruziziensis* é superior em até 11,8% à soja cultivada após milho solteiro (CECCON, 2007). No milho solteiro, em área cultivada anteriormente com *B. ruziziensis*, o rendimento pode atingir valores superiores, chegando a 15% a mais do que no sistema com milho solteiro. Neste trabalho consideraram-se, no sistema consorciado, as produtividades de 64 sc ha^{-1} para o milho safrinha anterior à soja, 57 sc ha^{-1} para a soja e 80 sc ha^{-1} para o milho após a soja. No sistema solteiro, utilizaram-se as produtividades de 70 sc ha^{-1}, tanto para o milho anterior quanto ao posterior à soja, e 50 sc ha^{-1} para a soja.

Na análise de viabilidade econômica dos sistemas estudados foram considerados os preços de fatores e dos produtos vigentes no mês de outubro de 2012. Também foram considerados os custos operacionais com insumos, operações com máquinas e implementos e mão de obra, por hectare, conforme preços

praticados em Dourados, MS. Nos custos de oportunidade incluíram-se a remuneração do fator terra, representado pelo valor do arrendamento por hectare, e a remuneração do capital de custeio e de investimento (juros de 6% ao ano, num período de 12 meses).

Além do custeio da atividade, são necessários investimentos em instalações, máquinas e equipamentos, cujo retorno acontece no longo prazo; para conhecer este retorno é preciso utilizar métodos de análise de investimentos. Dessa forma, serão avaliados os indicadores econômico-financeiros que permitem comparações de resultados, tais como: a) taxa interna de retorno (TIR); b) taxa interna de retorno modificada (TIRM); c) prazo de retorno do investimento; d) índice de lucratividade; e e) taxa de rentabilidade.

Análise dos Custos

O custo de produção do sistema consorciado atingiu R$ 5.085,92, enquanto o sistema solteiro ficou em R$ 4.998,59, por hectare. As diferenças do custo recaem, principalmente, sobre o uso da *B. ruziziensis* no cultivo consorciado e nas produtividades alcançadas pela soja cultivada sobre a *B. ruziziensis* e do milho solteiro cultivado após a soja (Tabela 1).

Na composição dos custos de produção por etapa do processo produtivo destaca-se o plantio, que representa 47,50% no sistema consorciado e 46,90% no sistema solteiro. Esta etapa engloba as sementes, o tratamento das sementes com inseticidas e fungicidas, a inoculação, os adubos, os micronutrientes e a operação agrícola (Tabela 1).

Outra etapa importante do processo produtivo é a dos tratos culturais, que envolve as operações de aplicação dos defensivos e os insumos utilizados para controle de plantas daninhas, doenças da parte aérea e das pragas, atingindo 9,10% no sistema consorciado e 9,20% no sistema solteiro.

Tabela 1. Fator agregado da produção dos sistemas de cultivo de milho safrinha consorciado e solteiro, em Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Fator agregado da produção	Sistema de produção			
	Consorciado		Solteiro	
	Custo atual (R$ ha^{-1})	Participação (%)	Custo atual (R$ ha^{-1})	Participação (%)
Manejo da área	169,53	3,30	169,52	3,40
Plantio	2.418,00	47,50	2.346,39	46,90
Tratos culturais	460,00	9,10	459,91	9,20
Colheita	466,29	9,20	455,66	9,10
Depreciação	403,78	7,90	403,78	8,10
Custo de oportunidade	1.168,26	23,00	1.163,32	23,30
Custo total	5.085,92	100,00	4.998,59	100,00

A colheita que corresponde à operação de colheita e ao transporte externo, tem impacto de 9,20% e 9,10%, nos sistemas consorciado e solteiro, respectivamente.

A etapa do processo produtivo com menor impacto, mas de suma importância para a formação da lavoura, é a do manejo da área, que engloba as aplicações de calcário, de gesso e de herbicidas dessecantes, atingindo 3,30% no sistema consorciado e 3,40% no solteiro.

A depreciação – que, de acordo com Nogueira (2004), tem como função contabilizar as perdas reais de valores dos bens disponíveis para a produção, sem esquecer sua finalidade, que é a reserva de capital para a renovação – tem impacto de 7,90% no sistema consorciado e de 8,10% no sistema solteiro.

O custo de oportunidade, que se caracteriza por não ser desembolsável e corresponde ao momento em que o produtor, ao planejar sua atividade, pode decidir por arrendar sua área de lavoura ou optar por uma alternativa mais atraente, atingiu 23% no sistema consorciado e 23,30% no sistema solteiro. Valores bastante superiores à taxa de atratividade estimada de 6%.

Análise dos Indicadores de Eficiência Econômica

De acordo com dados da Tabela 2, a receita bruta obtida, por hectare, com o sistema consorciado, é superior em 7,27% à do sistema solteiro. A renda líquida obtida após a remuneração de todos os fatores, no sistema consorciado, é superior em 47,79% à do sistema solteiro.

A renda familiar, obtida pela soma da renda líquida mais o custo de oportunidade (remuneração da terra + remuneração do capital + remuneração do custeio), com o sistema consorciado é superior em 17,92% à do solteiro. As diferenças observadas são consequência da superioridade da produtividade alcançada pela soja no sistema consorciado.

A taxa de retorno para o empreendedor, que consiste na relação renda líquida e custo total, também foi superior com o sistema consorciado, atingindo 19,80% ante 13,63% obtida no solteiro. Isso significa que para cada R$ 1,00 gasto no sistema milho safrinha consorciado/soja/milho safrinha solteiro gerou-se o equivalente a R$ 0,19 de renda líquida, enquanto no sistema milho safrinha solteiro/soja/milho safrinha solteiro gerou-se R$ 0,13.

Tabela 2. Indicadores de eficiência econômica dos sistemas de produção de milho safrinha, em Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Resultado econômico	Unidade	Consorciado	Solteiro
Produtividade do milho (ano 1)	kg ha^{-1}	3.840	4.200
Produtividade do milho (ano 2)	kg ha^{-1}	4.800	4.200
Produtividade da soja	kg ha^{-1}	3.420	3.000
Receita bruta com milho	R$ ha^{-1}	3.528,00	3.430,00
Receita bruta com soja	R$ ha^{-1}	2.565,00	2.250,00
Receita total	R$ ha^{-1}	5.995,00	5.680,00
Renda líquida	R$ ha^{-1}	1.007,08	681,41
Renda da família	R$ ha^{-1}	2.175,34	1.844,73
Taxa de Retorno- TR	%	19,80	13,63
Eficiência		1,20	1,14

A eficiência, medida pela divisão das receitas e o valor dos custos (GUIDUCCI et al., 2012), obteve índices de 1,20 no sistema consorciado e 1,14 no sistema solteiro, indicando que a produção de milho safrinha consorciado com *B. ruziziensis*/soja/milho safrinha solteiro é mais eficiente que a sucessão milho safrinha solteiro/soja/milho safrinha solteiro. Salienta-se que essa relação é alterada de acordo com as flutuações dos preços de mercado dos produtos.

Análise dos Investimentos dos Sistemas de Produção

A análise dos investimentos realizados nos sistemas de produção estudados considerou um horizonte de 10 anos. Assim, comparando-se os sistemas, verificou-se que a tecnologia do consórcio milho safrinha com *B. ruziziensis*/soja/milho safrinha solteiro é mais vantajosa em todos os indicadores avaliados (Tabela 3).

O retorno do investimento medido pela taxa interna de retorno (TIR), que representa a taxa de desconto que iguala a soma dos fluxos de caixa ao valor do investimento, foi mais elevado no sistema consorciado (15,81%), do que no sistema solteiro (14,09%). Esses indicadores sinalizam que ambos os investimentos são viáveis economicamente, pois superam a taxa mínima de atratividade de 6,0%. A taxa interna de retorno modificada (TIRM), que considera o valor presente dos fluxos de caixa negativos, foi mais favorável no sistema consorciado, obtendo valor igual a 11,58%, enquanto no solteiro foi de 10,76%. Em termos de ganho real, dado pelo excedente da TIRM em relação à TMA, obteve-se 5,58% com o consorciado e 4,76% com o solteiro.

Tabela 3. Análise de viabilidade dos sistemas de produção de milho solteiro e consorciado, em Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Indicador de viabilidade	Unidade	Consorciado	Solteiro
Taxa interna de retorno	%	15,81	14,09
Taxa interna de retorno modificada	%	11,58	10,76
Prazo de retorno do investimento	anos	8,49	9,51
Índice de lucratividade		1,67	1,55
Taxa de rentabilidade	%	67,06	55,16

O sistema consorciado obteve índice de lucratividade de 1,67, que somado a uma taxa de rentabilidade de 67,06% indica que o investimento é atraente. Entretanto, para se recuperar o investimento realizado com a atividade são necessárias 8,49 safras. No sistema solteiro, o índice de lucratividade (1,55) e a taxa de rentabilidade de 55,16% permitem que o retorno do investimento seja feito em 9,51 safras.

Considerações Finais

Com a implantação do sistema consorciado há melhorias no sistema de produção das propriedades, principalmente em relação à sustentabilidade ambiental e econômica das culturas. Dessa forma, haverá redução dos riscos de perdas de lavoura em consequência de veranicos e obtenção de incrementos significativos de produtividade com as culturas cultivadas em sucessão.

O custo de produção do sistema consorciado é maior que o do solteiro por causa do uso da semente de *B. ruziziensis*. Apesar de o custo ser maior, o consorciado tem maior produtividade e, consequentemente, maiores receita e renda líquida.

Em termos de eficiência, o cultivo consorciado é superior ao cultivo solteiro em todas as variações de preços e de quantidades produzidas. Essa superioridade reflete a maior produtividade observada no cultivo consorciado.

Somando-se o índice de lucratividade e a taxa de rentabilidade, percebe-se que o investimento feito no sistema consorciado é mais atraente que aquele realizado com o sistema solteiro. Da mesma forma, o prazo necessário para se recuperar o investimento com as atividades é maior no sistema solteiro.

O pleno conhecimento da viabilidade econômica dos sistemas de produção contribui para melhorar a tomada de decisão, bem como para verificar a rentabilidade do negócio.

Referências

BORTOLINI, C. G. Sistema de produção de milho safrinha no Estado do Mato Grosso: evolução e sustentabilidade. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 11., 2011, Lucas do Rio Verde. **De safrinha a grande safra:** anais. Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde: ABMS, 2011. 1 CD-ROM.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 17, n. 97, p. 17-20; jan./fev. 2007.

GUIDUCCI, R. do C. N.; ALVES, E. R. de A.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. In: GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários**: metodologia e estudos de caso. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-78.

NOGUEIRA, M. P. **Gestão de custos e avaliação de resultados**: agricultura e pecuária. Bebedouro: Scot Consultoria, 2004. 219 p.

RICHETTI, A.; CECCON, G. Análise econômica de sistemas de produção de milho safrinha em cultivo consorciado. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: ABMS: FESURV, 2009. p. 207-213.

RICHETTI, A.; GUIDUCCI, R. do C. N. Viabilidade econômica do sistema de produção soja-milho safrinha consorciado com braquiária. In: GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários**: metodologia e estudos de caso. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 477-508.

SILVA, J. F. V.; RICHETTI, A.; HIRAKURI, M. H.; CASTRO, A. M. G. de. Sistema produtivo de soja para a produção de biodiesel. In: CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; SILVA, J. F. V. (Ed.). **Complexo agroindustrial de biodiesel no Brasil:** competitividade das cadeias produtivas de matérias-primas. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2010. p. 501-542.

Embrapa

Agropecuária Oeste

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL

BRASIL

PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CGPE 10953