

Arroz Irrigado por Aspersão no Rio Grande do Sul



ISSN 1676-7683
Setembro, 2017

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

Sistemas de Produção 24

Arroz Irrigado por Aspersão no Rio Grande do Sul

Walkyria Bueno Scivittaro
José Maria Barbat Parfitt

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa Postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson,*

Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon

Revisão de texto: *Bárbara C. Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Fernando Jackson*

Foto de capa: *José Maria Parfitt*

1ª edição

Obra digitalizada (2017)

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 Clima Temperado

S419 Scivittaro, Walkyria Bueno
Arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul /
Walkyria Bueno Scivittaro e José Maria Barbat Parfitt. –
Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017.
140 p. (Sistemas de Produção / Embrapa Clima
Temperado, ISSN 1676-7683; 24).

1. Arroz. 2. Arroz irrigado. I. Parfitt, José Maria
Barbat. II. Título. III. Série.

633.18 CDD

©Embrapa 2017

Autores

Alexandre Dias Dutra

Engenheiro agrícola, mestre em Ciências Agrárias, doutorando da UFPel, Pelotas, RS.

André Andres

Engenheiro-agrônomo, doutor em Herbologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Ariano Martins de Magalhães Júnior

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento Vegetal, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Cley Donizeti Martins Nunes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Germani Concenço

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Giovani Theisen

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Gustavo Mack Teló

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador visitante da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Isabel Helena Verneti Azambuja

Economista, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Jaqueline Trombetta da Silva

Engenheira-agrônoma, mestre em Manejo e Conservação do Solo e da Água, doutoranda da UFPel, Pelotas, RS.

João Batista Beltrão Marques

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS.

José Francisco da Silva Martins

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

José Maria Barbat Parfitt

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Lessandro Coll Faria

Engenheiro agrícola, doutor em Engenharia Agrícola, professor do Centro de Desenvolvimento Tecnológico/Engenharia Hídrica da UFPel, Pelotas, RS.

Luís Carlos Timm

Engenheiro agrícola, doutor em Agronomia, professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, Pelotas, RS.

Marília Alves Brito Pinto

Engenheira-agrônoma, doutora. Pelotas, RS.

Matheus Bastos Martins

Acadêmico de Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Ufpel, Pelotas, RS.

Naylor Bastiani Perez

Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS.

Paulo Ricardo Reis Fagundes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitomelhoramento, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Silvio Steinmetz

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência da Água e Manejo, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Walkyria Bueno Scivittaro

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Apresentação

Na atualidade, o cultivo de arroz irrigado por aspersão ocupa apenas uma pequena área no Rio Grande do Sul, concentrada na região Fronteira Oeste. Há, entretanto, perspectiva real de expansão e consolidação desse sistema de produção no estado, em futuro bastante próximo.

O cultivo do arroz irrigado por aspersão destina-se, fundamentalmente, às áreas de produção de arroz mais onduladas (maior declividade) e com menor disponibilidade de água para o cultivo no sistema inundado, visto que não requer o uso de taipas e proporciona economia considerável de água, em relação ao método de irrigação por inundação.

O fato de dispensar o uso de taipas para o controle da água de irrigação constitui-se em diferencial importante do cultivo de arroz irrigado por aspersão, facilitando as operações mecanizadas, particularmente a semeadura e colheita. O sistema permite, também, que as aplicações de fertilizantes em cobertura e de defensivos químicos sejam feitas por via terrestre, com redução significativa nos custos de produção. Mais notável, ainda é o fato de que a produção de arroz irrigado por aspersão no ambiente de terras baixas permite a implementação do sistema plantio direto, incluindo rotações e

sucessões de culturas. Dessa forma, o arroz irrigado por aspersão integra-se melhor com as demais culturas e inclusive permite a implementação de sistemas de integração lavoura-pecuária.

Esta publicação reúne os principais resultados de pesquisa recentes e a experiência de pesquisadores e colaboradores da Embrapa Clima Temperado, Embrapa Pecuária Sul e da Universidade Federal de Pelotas, que nos últimos anos têm se dedicado ao estudo de sistemas de produção envolvendo a cultura de arroz irrigado por aspersão no ambiente de terras baixas no Rio Grande do Sul. Trata-se de uma obra útil para produtores e técnicos interessados em adotar esse novo sistema de produção envolvendo a cultura de arroz irrigado.

Clenio Nailto Pillon
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Importância econômica da cultura	11
Relevância do cultivo de arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul	11
Racionalização dos recursos hídricos	12
Sistema de cultivo	14
Benefícios socioambientais	15
Benefícios econômicos	16
Exigências climáticas	18
Introdução	18
Elementos climáticos que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade	19
Fotoperíodo	19
Temperatura	19
Temperatura na implantação da lavoura	20
Temperatura na fase vegetativa	21
Temperatura na fase reprodutiva	23
Radiação solar	24
Precipitação pluvial e suprimento de água para a irrigação	24
Influência de outros elementos climáticos	26
Influência dos fenômenos “El Niño” e “La Niña”	26
Considerações Finais	29
Solos para o Cultivo de Arroz no Rio Grande do Sul	30
Introdução	30
Caracterização dos principais solos de várzea e sua aptidão agrícola	31
Adubação e Calagem	38
Introdução	38
Manejo da adubação e calagem	39
Calagem	40
Adubação	42
Interpretação da análise do solo para adubação	43
Indicações de adubação fosfatada e potássica	44
Indicações de adubação nitrogenada	46
Considerações Finais	47
Desempenho de Cultivares	49
Introdução	49
Avaliação de cultivares de arroz em cultivo irrigado por aspersão	51
Resultados e recomendações de cultivares de arroz para o sistema irrigado por aspersão	52

Manejo da Irrigação	58
Introdução	58
Sensibilidade da cultura do arroz ao déficit hídrico e consumo de água	59
Época de irrigação	63
Manejo da Cultura	66
Introdução	66
Sistema de cultivo	67
Época de semeadura e distribuição espacial de plantas	68
Tolerância a herbicidas	69
Proposta de manejo da cultura	69
Manejo integrado de pragas	72
Considerações Finais	74
Manejo de Plantas Daninhas	76
Plantas daninhas no sistema de produção de arroz irrigado por aspersão	76
Manejo de plantas daninhas no cultivo de arroz irrigado por inundação	81
Manejo de plantas daninhas no cultivo de arroz irrigado por aspersão	81
Considerações Finais	91
Manejo de Doenças	93
Introdução	93
Principais doenças	94
Manejo de Insetos e Outros Fitófagos	106
Introdução	106
Efeitos da irrigação por aspersão sobre insetos-praga do arroz	108
Fase de pré-perfilhamento	108
Fase de perfilhamento	109
Fase reprodutiva	113
Efeitos da irrigação por aspersão sobre outros fitófagos do arroz	113
Considerações Finais	115
Custos de Produção	116
Introdução	116
Coleta das informações	117
Resultados	118
Considerações Finais	126
Referências	129
Literatura Recomendada	140

Importância Econômica da Cultura

José Maria Barbat Parfitt
Walkyria Bueno Scivittaro
Germani Concenço

Relevância do cultivo de arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul

O arroz está entre os cereais mais consumidos no mundo e no Brasil, constituindo-se em alimento básico da população. O consumo per capita é de 25 kg/ano. O país é o nono maior produtor mundial, tendo a produção concentrada na região Sul, particularmente no Estado do Rio Grande do Sul, que responde por cerca de 60% da produção nacional. As projeções de produção e de consumo de arroz mostram que o Brasil vai colher 14,12 milhões de toneladas de arroz na safra 2019/2020, o que equivale a um aumento anual da produção de 1,15% (BRASIL, 2013).

No Rio Grande do Sul, o arroz é cultivado em terras baixas, utilizando-se, em quase a totalidade da área, sistema de irrigação por inundação contínua. Os sistemas de implantação da cultura incluem: sistema convencional na primavera; cultivo mínimo, com preparo antecipado no outono/inverno e posterior semeadura direta na primavera; e pré-germinado, restrito às áreas planas sistematizadas.

As áreas de terras baixas do Rio Grande do Sul apresentam relevo diversificado, variando desde zonas muito planas (declividade menor de 0,2%) a zonas suavemente onduladas (declividades maiores de 2%). Estas últimas ocorrem com maior frequência na região denominada de Fronteira Oeste, embora possam ocorrer em todas as regiões orizícolas do estado. Nas áreas mais onduladas, o método de irrigação por inundação contínua dificulta o manejo da lavoura, particularmente as operações de semeadura, colheita e irrigação, em razão da grande quantidade de taipas necessárias ao controle adequado da água. Isso tem levado alguns produtores da Fronteira Oeste a procurarem métodos alternativos de irrigação para o arroz, dentro dos quais se destaca o de aspersão no sistema pivô central.

A produtividade de grãos obtida no sistema irrigado por aspersão, com a utilização de cultivares de arroz desenvolvidas para o sistema irrigado por inundação, em alguns casos, tem se mostrado comparável às de lavouras irrigadas por inundação, sendo que, em outros casos, a produtividade varia entre 80% a 90% da obtida sob inundação contínua. Dados de pesquisas mostram que, mesmo que o manejo da água e demais tratamentos culturais sejam adequados, o tipo de solo pode promover queda de produtividade do arroz produzido em sistema irrigado por aspersão, o que está relacionado de forma direta à fração dos microporos do solo (PINTO, 2015).

Racionalização dos recursos hídricos

Estima-se que, para cada quilograma de arroz produzido sob irrigação por inundação contínua, sejam necessários 1.300 L de água, o que não é muito, quando comparado a culturas como a soja, por exemplo, que demanda aproximadamente 2.300 L para produzir 1 quilograma de grãos. Entretanto, a grande diferença em consumo de água entre essas culturas reside no fato de que, no caso do arroz, praticamente 100% dessa água provém da irrigação e, na lavoura de soja, a demanda hídrica é suprida fundamentalmente pela chuva.

Segundo estudos realizado por Mota et al. (1990), a evapotranspiração da cultura do arroz situa-se em torno de 650 mm. Entretanto, quando se utiliza sistema de irrigação por inundação, a quantidade total de água necessária para atender a lavoura de arroz inclui outros componentes, quais sejam: a água necessária para a saturação do solo, formação da lâmina de irrigação, perdas laterais e perdas por percolação profunda (FIETZ et al., 1986). Nesse sistema, há, também, maior perda evaporativa a partir da superfície livre de água na lavoura na fase inicial de cultivo.

De acordo com registros obtidos junto ao Distrito de Irrigação do Arroio Duro, no município de Camaquã, RS, onde são cultivados aproximadamente 40 mil hectares irrigados por inundação, o uso da água por ciclo de cultivo é de aproximadamente $10.500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (AUD, 2015), representando 9,6% do custo total da lavoura (IRGA, 2009). Por sua vez, o uso de água de irrigação observado em experimentos conduzidos na Embrapa Clima Temperado sob sistema de irrigação por aspersão, variou entre 300 mm e 540 mm por ciclo de cultivo. A diferença observada é influenciada pelo manejo da irrigação adotado, uma vez que se pode irrigar a partir de diferentes tensões de água no solo ao longo do ciclo da cultura, ou mesmo variar a tensão limite para iniciar a irrigação nas distintas fases da cultura. Também o volume de chuvas durante o ciclo do cultivo é outro fator determinante da necessidade de irrigação por aspersão (pivô central).

Assim, os produtores que cultivam arroz sob pivô central na região Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul relatam uso de água em torno de 550 mm por ciclo, enquanto nessa região o sistema de inundação utiliza mais do que o dobro dessa quantidade (SCIVITTARO et al., 2009). Nesse ambiente, a redução da demanda e o consequente aumento da eficiência de uso da água, por si só, representa uma grande vantagem do sistema, permitindo, por exemplo, quase que triplicar a área irrigada da propriedade, quando da utilização de sistema de produção envolvendo a rotação arroz/soja irrigada por

aspersão, com o mesmo volume de água utilizado na produção de arroz irrigado por inundação contínua. Com base nessa lógica de raciocínio, análises econômicas preliminares mostram viabilidade do sistema de irrigação por aspersão para a Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, região que, coincidentemente, apresenta menor disponibilidade de recursos hídricos, ou seja, a área de cultivo de arroz é limitada pela disponibilidade de água.

Sistema de cultivo

O plantio direto pleno em áreas de cultivo de arroz irrigado por inundação também não é de fácil adoção, em razão, principalmente, dos danos físicos ao solo inundado, que tem sustentação deficiente, proporcionados pelos pneus do maquinário utilizado na realização do manejo e colheita do arroz. Tais danos praticamente obrigam o revolvimento do solo, pelo menos para seu nivelamento, antecedendo o próximo plantio.

Dessa forma, por não se adotar tanto a rotação de culturas quanto o plantio direto em áreas de produção de arroz irrigado por inundação, os benefícios advindos dessas duas tecnologias não são devidamente explorados pela lavoura de arroz, requerendo maior quantidade de pesticidas para compensar a falta de equilíbrio do ecossistema resultante (BARRIGOSI et al., 2004). Além disso, a desestruturação do solo ocasiona escoamento superficial da água da chuva, devido à baixa capacidade de infiltração e armazenamento, bem como erosão, com conseqüente perda de nutrientes (TOKESHI, 2008), e prejuízo ao desenvolvimento do sistema radicular de quaisquer espécies cultivadas em sucessão e/ou rotação ao arroz irrigado.

O sistema de cultivo de arroz irrigado por aspersão, utilizando pivôs centrais e sistemas lineares, possibilita a adoção plena de rotação de culturas e de sistema de plantio direto (TOESCHER et al., 2005; CONCENÇO et al., 2009b). Resumidamente, os principais benefícios

da rotação de culturas em áreas de arroz são: a melhoria de atributos físicos, químicos e biológicas do solo; estabilidade de produção; redução na incidência de pragas, doenças e plantas daninhas e, conseqüentemente, no uso de agrotóxicos; e a diversificação da produção, de acordo com a demanda ou os preços alcançados no mercado (GUIMARÃES et al., 2006).

O cultivo de arroz em sistema plantio direto, com rotação de culturas, minimiza o risco de degradação do solo, promove o aumento no teor de matéria orgânica, maior retenção de umidade no solo, reduz o consumo de combustível em maquinário, além de possibilitar menor emergência de plantas daninhas proibidas em áreas de produção de sementes (BORTOLOTTO et al., 2008; CONCENÇO et al., 2009a). Adicionalmente, a reestruturação e aeração do solo permitem cultivar, na mesma área, diferentes espécies vegetais, e não apenas aquelas com adaptação ao ambiente inundado.

Benefícios socioambientais

As perspectivas para o cultivo de arroz irrigado por aspersão podem ser classificadas em dois grupos: **a)** necessidades: impostas por condições climáticas, pelo aumento da demanda por alimentos e por exigências de órgãos ambientais; e **b)** pretensões: busca de resultados cada vez mais positivos pela adoção da tecnologia. As perspectivas incluídas no primeiro grupo consideram limitação crescente na disponibilidade de água em nível mundial (ENGELMAN et al., 2000) e, por essa razão, é necessário adotar tecnologias que proporcionem o uso mais racional desse recurso natural. Ademais, o aumento requerido na produção de alimentos devido ao crescimento exponencial da população mundial será resultado tanto de maiores produtividades como da expansão da área de produção (CHRISTOFOLETTI, 2007). O cultivo de arroz irrigado por aspersão (pivô central e sistemas lineares) contribuirá nesses dois aspectos, desde que se adote a tecnologia com adequada fundamentação

técnico-científica. O uso múltiplo da água requer que todos os setores usuários contribuam, buscando o uso mais eficiente em suas atividades (PIOLLI, 2009), sendo essa a única forma de acomodar as diversas necessidades de uso desse bem renovável, porém finito.

Com relação às perspectivas em nível de pretensão, essas compreendem genericamente a equalização de produtividade sob irrigação por aspersão, em relação ao sistema inundado, com o desenvolvimento de pesquisas dirigidas que proporcionem superação da produtividade obtida sob aspersão. Tal superioridade será alcançada por meio da adaptação de cultivares ao novo regime hídrico e do aprimoramento das demais técnicas de cultivo, resultando em menor impacto ambiental da produção de arroz, com benefícios sociais que incluam melhor qualidade do produto final, pela racionalização no uso de agrotóxicos e redução em seu custo. Soma-se, ainda, aos benefícios, a melhoria nas condições de trabalho dos operários rurais, que não mais trabalhariam em ambiente inundado, instável e irregular, passando a atuar em solo firme e homogêneo.

Benefícios econômicos

Em lavouras de arroz estabelecidas em áreas com declividade superior a 2%, não apenas água é economizada com o cultivo de arroz irrigado pelo método de aspersão. Pesquisas indicam que o custo do cultivo do arroz sob pivô central é menor que o conduzido sob inundação, com maior margem de lucro líquido (observar dados apresentados no Capítulo Custos de Produção). Além disso, o manejo da lavoura inundada exige maior número de máquinas por área, devido à menor velocidade nas operações agrícolas, pela presença de taipas e 'patinamento' das rodas-motrizes; ao mesmo tempo, há necessidade de máquinas mais potentes e, muitas vezes, são necessárias adaptações nos equipamentos para condições específicas de operação em áreas entaipadas. Isso ocasiona aumento nos custos com manutenção do maquinário e combustível. O custo de lavoura

de arroz na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul em ambiente com tais características, sob pivô central, foi ao redor de 20-25% menor, quando comparado ao custo médio de lavouras inundadas. Os principais pontos de economia sob pivô central são: combustível para maquinário com a própria irrigação (incluindo energia elétrica), reparo e manutenção de máquinas e mão de obra.

A evolução do sistema de produção requer que, em determinado momento, passe-se a adotar novas tecnologias para garantir a obtenção de novos incrementos na eficiência de uso dos recursos naturais, assim como na produção de forma geral. Na cultura do arroz, o sistema de irrigação por aspersão (pivô central e sistema linear) desponta dentre as alternativas pesquisadas para economizar água no arroz, devido à flexibilidade do sistema, potencial de produtividade elevado e facilidade de adoção. Logicamente, somente a pesquisa e o aprimoramento contínuo manterão essa tecnologia a frente de outras disponíveis. Entretanto, no momento, é preponderante o fato de que as oportunidades associadas à aspersão são várias e diversificadas; além disso, ainda há muitos aspectos a serem aprimorados, havendo, pois, muito a progredir em um futuro próximo.

Exigências Climáticas

Silvio Steinmetz

Introdução

Em geral, pode-se dizer que as condições climáticas do Rio Grande do Sul atendem às exigências da cultura do arroz irrigado por inundação (AI), uma vez que os níveis de produtividade do estado estão entre os mais elevados do Brasil. Nos últimos anos, por uma série de razões, discutidas em outros capítulos, tem aumentado o interesse no cultivo do arroz irrigado por aspersão (AA). Acredita-se que, de modo geral, as exigências climáticas da cultura também sejam atendidas nesse sistema de cultivo. Entretanto, pelo fato de o arroz irrigado por aspersão não manter uma lâmina de água durante o seu ciclo, é provável que, em algumas situações, possa haver maior ou menor influência das condições meteorológicas ocorridas durante a safra.

A influência dos principais elementos climáticos que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do arroz irrigado por inundação, tais como fotoperíodo, temperatura, radiação solar e outros elementos climáticos, bem como dos fenômenos “El Niño” e “La Niña”, estão descritos em REUNIÃO... (2014), em Steinmetz et al. (2006a), e em Steinmetz (2004).

Neste capítulo, abordam-se os principais aspectos relacionados aos elementos climáticos previamente citados, com ênfase para as situações em que o sistema de arroz irrigado por aspersão diferencia-se do sistema de irrigação por inundação, nas terras baixas do Rio Grande do Sul. O texto apresentado foi adaptado das Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil REUNIÃO... (2014), de Steinmetz et al. (2006a) e de Steinmetz (2004).

Elementos climáticos que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade

Fotoperíodo

A duração do dia, definido como o intervalo de tempo entre o nascer e o pôr do sol, é conhecida como fotoperíodo. A resposta da planta ao fotoperíodo é denominada fotoperiodismo.

De um modo geral, pode-se dizer que o fotoperíodo não chega a ser um fator limitante ao cultivo do arroz irrigado por inundação, desde que sejam utilizadas as cultivares recomendadas pela pesquisa e que sejam observadas as épocas recomendadas de semeadura. Isso porque, no processo de adaptação e/ou criação de novas cultivares são selecionadas aquelas que apresentam duração de ciclo compatíveis com as características fotoperiódicas da região. Da mesma forma, acredita-se que no sistema irrigado por aspersão também não ocorra influência do fotoperíodo pelo fato de as cultivares utilizadas serem as mesmas do sistema irrigado por inundação.

Temperatura

A temperatura é um dos elementos climáticos de maior importância para o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do arroz.

Cada fase fenológica da planta tem as suas temperaturas críticas ótima, mínima e máxima (Tabela 1). O arroz não tolera temperaturas muito baixas nem muito altas. Entretanto, a sensibilidade da planta varia em função da fase fenológica.

A seguir, serão discutidos alguns aspectos em que a temperatura pode apresentar características distintas em lavouras nos sistemas de irrigação por inundação e por aspersão.

Tabela 1. Temperaturas críticas mínima, máxima e ótima para o crescimento e o desenvolvimento do arroz.

Fase de desenvolvimento	Temperatura crítica (°C) ¹		
	Mínima	Máxima	Ótima
Germinação	10	45	20-35
Emergência e estabelecimento da plântula	12-13	35	25-30
Desenvolvimento da raiz	16	35	25-28
Alongamento da folha	7-12	45	31
Perfilhamento	9-16	33	25-31
Iniciação do primórdio floral	15	35	25-30
Emergência da panícula	15-20	38	25-28
Antese	22	35	30-33
Maturação	12-18	30	20-25

¹Refere-se à temperatura média diária do ar, com exceção da fase de germinação. Fonte: Yoshida (1981).

Temperatura na implantação da lavoura

Um dos aspectos críticos da lavoura de arroz é a temperatura do solo na fase de implantação da lavoura, pelo fato de interferir na velocidade de emergência das plântulas, bem como na população inicial de plantas, podendo diminuí-la substancialmente sob condições em que a temperatura situa-se abaixo das exigências da cultura. O zoneamento agrícola do arroz irrigado por inundação indica que o início da semeadura deve ocorrer no decêndio em que a temperatura média do solo for maior ou igual a 17 °C.

Como indicado no Capítulo Manejo da Cultura, uma das vantagens do sistema de arroz irrigado por aspersão, pelo fato de dispensar o uso de taipas, é a facilidade na produção da rotação arroz, milho e soja no verão, em sucessão de plantas forrageiras de inverno, associada ou não à pecuária bovina". Também é destacada a necessidade de "dessecação da área com antecedência para a semeadura do arroz", para evitar que o excesso de cobertura morta sobre o solo provoque dificuldade na emergência em função das baixas temperaturas do solo decorrentes da cobertura morta.

Com a intenção de conhecer-se melhor a influência da cobertura morta sobre a temperatura do solo (T_{solo}), foi conduzido um experimento na Embrapa Clima Temperado, em três épocas de semeadura (12 de outubro, 1º e 14 de novembro de 2005), verificando-se que a T_{solo} , medida a 2,5 cm de profundidade, é mais baixa no sistema de cultivo em plantio direto (PD) em relação ao convencional (PC) (STEINMETZ et al., 2006b). Na média das temperaturas, para as três épocas de semeadura, medidas da semeadura até o dia anterior à entrada definitiva da água na lavoura (plantas com quatro folhas), a temperatura média (T_m) no PD (18,5 °C) foi 1,5 °C inferior à do PC (20,0 °C). Essa diferença é ainda mais acentuada (4,7 °C), quando se compara a temperatura máxima média (T_x) registrada no PD (23,4 °C) e no PC (28,1 °C). Já para a temperatura mínima média (T_n), a diferença é menor (0,6 °C) e inverte-se a situação, ou seja, a T_n é ligeiramente maior (14,9 °C) no PD em relação ao PC (14,3 °C).

Temperatura na fase vegetativa

O Capítulo Manejo da Cultura indica que "a data final de semeadura do arroz irrigado por aspersão (AA) seja antecipada entre 5 e 10 dias, de acordo com o zoneamento agrícola, pelo fato de a fase vegetativa alongar-se entre 5 e 10 dias em relação ao sistema inundado". É provável que, ao menos em parte, esse atraso no desenvolvimento da planta esteja associado ao microclima desse sistema, pelo fato de não haver

lâmina de água, que tem efeito termorregulador da temperatura do solo e do ar no interior do dossel vegetativo.

Com o objetivo de conhecer-se melhor o papel da lâmina de água no microclima do dossel vegetativo foi conduzido um experimento na Embrapa Clima Temperado para determinar o efeito da altura da lâmina de irrigação na temperatura do solo (T_{solo}), do ar (T_{ar}) e da água ($T_{\text{água}}$), compreendendo três alturas de lâmina de água: 5 cm (L 5 cm), 10 cm (L 10 cm) e lâmina inferior a 1 cm ($L < 1$ cm) (STEINMETZ et al., 2011). Neste último tratamento, o solo foi mantido sob condições de umidade de saturação durante todo o período de irrigação dos demais tratamentos, devendo ser semelhante à condição de umidade do solo no sistema de irrigação por aspersão. No tratamento com lâmina < 1 cm, a temperatura do ar (T_{ar}) foi medida a 5 cm da superfície do solo. Os resultados obtidos, durante a fase vegetativa da cultivar BRS Querência, na safra 2009/2010, indicaram o seguinte: a temperatura do solo apresentou pequena diferença entre as três lâminas, tanto na temperatura média (T_m), máxima média (T_x), mínima média (T_n), bem como na amplitude térmica (T_a), que indica a diferença entre T_x e T_n . Por outro lado, a temperatura da água ($T_{\text{água}}$) mostrou diferenças mais acentuadas quando se compara, por exemplo, a lâmina de 1 cm (L 1 cm) com a lâmina de 10 cm (L 10 cm). Assim, a temperatura média foi 0,7 °C mais baixa na L 1 cm (24,8 °C) do que na L 10 cm (25,5 °C). Menores valores de T_m caracterizam um microclima mais frio, podendo ser uma das causas do alongamento da fase vegetativa, pelo fato de a planta necessitar de um número maior de dias para atingir a soma térmica para completar a fase vegetativa.

Diferenças mais acentuadas foram obtidas entre a L 1 cm e a L 10 cm, tanto na temperatura mínima média (20,0 °C na L 1 cm e 23,1 °C na L 10 cm), quanto na diferença entre elas, ou seja, a amplitude térmica (13,1 °C na L 1 cm e 5,4 °C na L 10 cm). A grande diferença na amplitude térmica entre essas duas lâminas é um indicio claro do efeito termorregulador da água.

Temperatura na fase reprodutiva

A planta de arroz é mais sensível a baixas temperaturas na fase de pré-floração ou, mais especificamente, na microsporogênese (estádio R2 da escala de Counce et al. (2000)). Para fins práticos, considera-se que o período de 14 a 7 dias antes da emissão das panículas, conhecido como emborrachamento, é o mais sensível a baixas temperaturas. A segunda fase mais sensível é a floração. A faixa crítica de temperatura para induzir esterilidade no arroz é de 15 °C a 17 °C, para os genótipos tolerantes ao frio, e de 17 °C a 19 °C, para os mais sensíveis. Os genótipos respondem diferentemente em relação à tolerância ao frio, sendo que, em geral, os da subespécie Japonica são mais tolerantes do que os da subespécie Indica.

A Figura 1 exemplifica a influência de baixas temperaturas na fase reprodutiva do arroz irrigado por inundação, indicando que, independentemente da disponibilidade de radiação solar, os decréscimos de produtividade são mais acentuados quanto mais baixas forem as temperaturas mínimas. É provável que, para o sistema irrigado por aspersão, a influência de baixas temperaturas durante a fase reprodutiva seja mais acentuada do que para o arroz irrigado por inundação, pelo fato deste não contar com o poder termorregulador da lâmina de água, como indicado anteriormente.

A ocorrência de altas temperaturas diurnas (superiores a 35 °C) também pode causar esterilidade de espiguetas. A fase mais sensível do arroz a altas temperaturas é a floração. A segunda fase de maior sensibilidade é a pré-floração ou, mais especificamente, cerca de nove dias antes da emissão das panículas. Da mesma forma que para temperaturas baixas, há grande diferença entre genótipos quanto à tolerância a temperaturas altas.

Radiação solar

A radiação solar de onda curta (0,3 a 3 micra) que atinge a superfície da terra, também conhecida como radiação global, é formada por dois componentes: a radiação direta e a radiação difusa. A proporção da radiação difusa em relação à global é máxima nos instantes próximos ao nascer e ao pôr do sol e nos dias completamente nublados, quando a radiação global é quase que totalmente composta pela fração difusa.

No processo de fotossíntese, as plantas utilizam apenas uma fração da radiação incidente, no comprimento de onda entre 0,4 e 0,7 micron, denominada de radiação fotossinteticamente ativa (RFA). A RFA pode ser considerada como sendo de aproximadamente 50% da radiação global incidente.

A exigência de radiação solar pela cultura do arroz varia de uma fase fenológica para outra, sendo a fase reprodutiva a mais exigente. Nessa fase, os subperíodos mais importantes são os compreendidos entre diferenciação da panícula e a floração, afetando o número de grãos por panícula, e entre a floração e a maturação, afetando o peso de grãos. Vários estudos mostram que, nesses dois subperíodos, há relação linear positiva entre a radiação solar incidente e a produtividade de grãos. A Figura 1 indica que quanto maior a disponibilidade de radiação solar, para qualquer valor de temperatura mínima do ar, maior é a produtividade de grãos.

Precipitação pluvial e suprimento de água para a irrigação

O regime de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul influencia a lavoura de arroz de diferentes maneiras. Um dos aspectos importantes é o suprimento de água para satisfazer às necessidades da cultura, tanto no sistema irrigado por inundação como por aspersão.

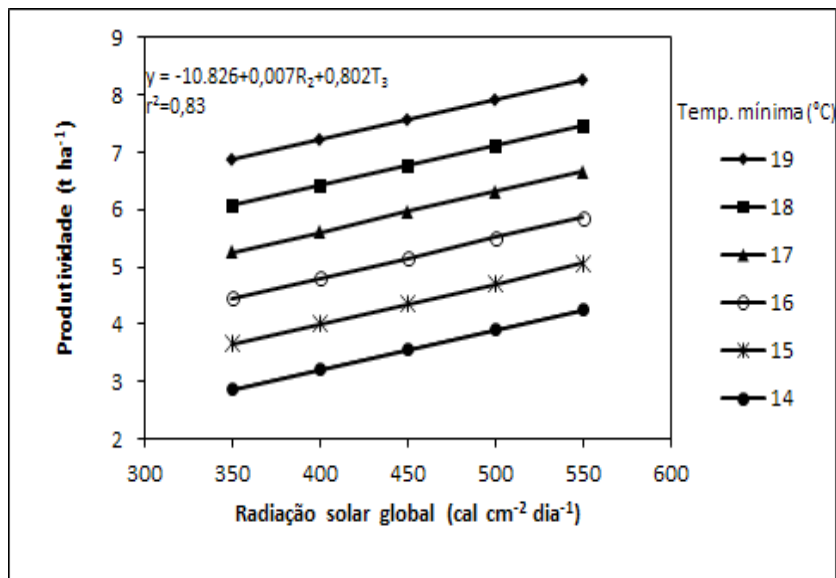


Figura 1: Representação gráfica da produtividade estimada de grãos de cultivares de ciclo médio de arroz irrigado em função da radiação solar global, no período da diferenciação da panícula ao início da floração, e da temperatura mínima do ar, no período do início da floração à maturação completa dos grãos. Capão do Leão, RS. Fonte: STEINMETZ et al. (2013)

No RS, os totais médios anuais de precipitação variam de 1.168 a 2.468 mm, sendo que, na maior parte das regiões produtoras de arroz irrigado, eles são inferiores a 1.400 mm. Em geral, os meses de maio, junho e setembro são os mais chuvosos, e os de novembro, dezembro e fevereiro os menos chuvosos.

Estudos mostram que em sete localidades representativas das principais regiões produtoras de arroz do RS, considerando-se três épocas de semeadura, a precipitação pluvial durante o período de irrigação corresponde, em média, a 46% do total da água consumida por evapotranspiração (MOTA et al., 1990). A quantidade de precipitação ocorrida durante o ano é, em geral, suficiente para repor o volume dos mananciais de água de irrigação (lagoas, açudes e rios). Entretanto, em alguns anos, a ocorrência de estiagens durante o

inverno e/ou primavera, provoca escassez de água para as lavouras de arroz irrigadas por inundação. Daí a importância do sistema irrigado por aspersão, que usa menos água, como indicado no Capítulo Manejo da Irriga o.

Outro aspecto importante do regime pluviométrico   a sua influência no preparo da área e na época de sementeira. Essas duas práticas, principalmente no sistema convencional de sementeira, podem ser afetadas tanto pelo excesso como pela falta de precipita o.

Durante o ciclo da cultura, o excesso de precipita o pluvial pode influenciar a ocorrência de doenças e a disponibilidade de radia o solar, sendo também prejudicial durante a colheita. Em geral, desde que se disponha de água para a irriga o, anos secos são favoráveis e anos com excesso de precipita o são prejudiciais para a cultura do arroz irrigado.

Influência de outros elementos climáticos

Os elementos climáticos previamente citados são os que mais afetam a produtividade do arroz irrigado. Entretanto, existem outros que também podem causar danos consideráveis, dependendo da sua intensidade, da época de ocorrência e da área de abrangência. Dentre esses, destacam-se o granizo, os vendavais, as precipita es excessivas (inunda es) e as estiagens prolongadas. Da mesma forma, existem alguns elementos tais como umidade relativa do ar, nebulosidade, orvalho, temperatura e o vento, que afetam indiretamente a cultura, devido a sua influência na ocorrência e na dissemina o de doenças e pragas.

Influência dos fen menos “El Niño” e “La Ni a”

O El Niño-Oscila o do Sul (ENOS)   um fen meno de grande escala, cuja região de origem   situada no Oceano Pacífico Tropical.

Ele é formado por dois componentes: um de natureza oceânica (El Niño), associado a mudanças na temperatura das águas, e outro de natureza atmosférica (Oscilação do Sul), relacionado à correlação inversa existente entre a pressão atmosférica nos extremos leste e oeste desse oceano. Destacam-se as anomalias climáticas extremas relacionadas com as fases quente (El Niño) e fria (La Niña). O ENOS é a principal fonte conhecida de variabilidade climática, trazendo consequências para diversas regiões do globo. A região Sul do Brasil é caracterizada, em geral, por excesso de precipitações pluviais em anos de El Niño e estiagem em anos de La Niña. Estiagens e excessos de precipitação pluvial, entretanto, também podem ocorrer em anos considerados neutros.

Em geral, o El Niño manifesta-se na forma de excesso de precipitação pluvial durante a primavera e início do verão, e o La Niña provoca estiagens nesse mesmo período. O segundo período de influência do ENOS (abril e maio) coincide com a colheita do arroz irrigado semeado em épocas tardias. Nesse período, precipitação pluvial acima da média climatológica é prejudicial, ao passo que precipitação abaixo da média é benéfica.

Estudos realizados para o sistema de arroz irrigado por inundação (AI), no Rio Grande do Sul, indicam que os eventos El Niño são desfavoráveis para a cultura em 53% dos casos (Tabela 2). Em geral, isso é causado pelo excesso de precipitação pluvial, principalmente nos meses de primavera, o que contribui para o atraso da semeadura e, em alguns casos, provoca perda de lavouras devido a enchentes. Nessas duas situações, acredita-se que, em anos de El Niño, o sistema irrigado por aspersão (AA) seja menos afetado que o irrigado por inundação pelas seguintes razões. Por um lado, pelo fato de que no sistema AA preconiza-se o uso do plantio direto, o qual permite a entrada de máquinas para fazer a semeadura bem antes do que no sistema convencional de semeadura, por exemplo. Por outro lado, por ser utilizado em áreas com relevo mais ondulado, o sistema AA é menos sujeito à influência de enchentes.

Os eventos La Niña são favoráveis à cultura do arroz irrigado por inundação em 60% dos casos (Tabela 2). Esses resultados são explicados, em parte, pela redução das precipitações pluviais, principalmente nos meses de primavera, que favorece a semeadura e o desenvolvimento da cultura, bem como a eficiência da adubação nitrogenada em cobertura, devido à maior disponibilidade de radiação solar. Por outro lado, em eventos La Niña a redução das precipitações pluviais pode implicar no aumento da frequência e/ou da lâmina de irrigação no sistema AA.

Os anos neutros, em 62% dos casos, são benéficos para o arroz irrigado por inundação (Tabela 2).

Tabela 2. Ocorrência positiva e negativa do desvio da média do rendimento de arroz irrigado, para os anos de El Niño, La Niña e neutros, período 1944-2000, para as regiões orizícolas do Estado do Rio Grande do Sul.

Região	El Niño		La Niña		Neutro	
	+	-	+	-	+	-
1. Fronteira Oeste	10(59%)	7(41%)	8(80%)	2(20%)	13(45%)	16(55%)
2. Campanha	6(35%)	11(65%)	7(70%)	3(30%)	18(64%)	10(36%)
3. Depressão Central	8(50%)	8(50%)	6(60%)	4(40%)	18(62%)	11(38%)
4. Plan. Cost. Int. Lagoa dos Patos	8(47%)	9(53%)	7(70%)	3(30%)	12(41%)	17(59%)
5. Plan. Cost. Ext. Lagoa dos Patos	6(35%)	11(65%)	4(40%)	6(60%)	20(69%)	9(21%)
6. Zona Sul	7(41%)	10(59%)	4(40%)	6(60%)	18(64%)	10(36%)
Rio Grande do Sul	8(47%)	9(53%)	6(60%)	4(40%)	18(62%)	11(38%)

Fonte: Carmona (2001).

Considerações Finais

O uso do sistema de cultivo do arroz irrigado por aspersão (AA) pode ser uma alternativa interessante em algumas regiões, como a Fronteira Oeste, por exemplo, onde ocorrem áreas com relevo suave ondulado e onde a disponibilidade de água para a irrigação pode ser limitante em alguns anos. Acredita-se que, de modo geral, a influência dos elementos climáticos no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade de grãos seja semelhante ao do sistema irrigado por inundação (AI). Entretanto, pelo fato de o sistema AA não manter uma lâmina de água durante o seu ciclo, é provável que, em algumas situações, possa haver maior ou menor influência desses elementos climáticos, conforme discutido neste capítulo. Há necessidade de estudos complementares para melhor entender a influência dos principais elementos climáticos sobre o sistema AA de modo a minimizar os impactos negativos e/ou maximizar os impactos positivos.

Solos para o Cultivo de Arroz no Rio Grande do Sul

Luiz Fernando Spinelli Pinto

Pablo Miguel

Eloy Antonio Pauletto

Introdução

O cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul é desenvolvido no ambiente de terras baixas, que compreende os solos de várzea, bem como solos situados em patamares mais elevados.

Os solos de várzea, encontrados nas planícies de rios, lagoas e lagunas, apresentam como característica comum a formação em condições variadas de deficiência de drenagem (hidromorfismo). No Rio Grande do Sul, ocupam extensas áreas com relevo variando de plano a suavemente ondulado, sendo encontrados nas regiões do Litoral Sul, Planície Costeira Interna e Externa, Depressão Central, Campanha e Fronteira Oeste (Figura 1). Ocorrem, em geral, em baixas altitudes (0-200 m) e abrangem uma área próxima a 4.395.000 ha.

Esses solos desenvolveram-se a partir de sedimentos fluviolacustres, lagunares e marinhos das planícies costeiras e de sedimentos aluvionares oriundos de rochas sedimentares, ígneas e metamórficas das depressões, planaltos e serras do Rio Grande do Sul (Figura 2), apresentando, portanto, materiais de origem muito distintos.

A drenagem natural deficiente ou hidromorfismo é normalmente motivada pelo relevo predominantemente plano, frequentemente associado a um perfil com camada superficial pouco profunda e subsuperficial mais impermeável. Essa característica é identificada, em sua intensidade máxima, pela cor cinzenta ou gleizada e, numa intensidade menos acentuada, por manchas avermelhadas e/ou amareladas (mosqueados) em uma cor de fundo cinzenta. Na paisagem, esse caráter se manifesta de forma menos acentuada nos solos situados em patamares mais elevados, podendo até mesmo estar ausente no caso de solos arenosos (Figura 2).



Figura 1. Localização das áreas de várzea no Estado do Rio Grande do Sul.

Caracterização dos principais solos de várzea e sua aptidão agrícola

As principais classes em que estão incluídos os solos de várzea no Rio Grande do Sul, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação

de Solos (Embrapa, 2013), são: Planossolos, Gleissolos, Chernossolos, Vertissolos, Neossolos (Flúvicos e Quartzarênicos Hidromórficos) e Organossolos (Tabela 1). Nos patamares mais elevados das áreas de várzea podem ocorrer solos não hidromórficos de drenagem imperfeita/moderada até boa, incluídos nas classes Argissolos, Plintossolos e Neossolos Quartzarênicos Órticos (Figura 2).

Pelo Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul, os solos pertencentes às classes citadas representam cerca de 17,3% da área total do estado (Tabela 1). A discrepância de 0,8% em relação ao levantado com as imagens SRTM se deve em parte às diferenças de delineamento e à inclusão de áreas de coxilhas no delineamento original da unidade Uruguaiana.

Os solos de várzea são encontrados na região das Planícies Costeiras Interna e Externa e no Litoral Sul, principalmente junto às Lagoas dos Patos e Mirim, nas planícies dos rios da Depressão Central (rios Jacuí, Vacacaí, Pardo, Taquari, Caí e Sinos), Fronteira Oeste (rios Uruguai, Butuí, Quaraí, Ibicuí e Ibirapuitã), e Campanha (rios Santa Maria, Ibicuí da Armada, Negro e Jaguarão) (Figura 1). A classe dos Planossolos (incluídos Gleissolos associados) é a que apresenta a maior área (54,3%), seguindo-se, em ordem decrescente, as classes dos Neossolos (17,2%), Chernossolos (15,1%), Gleissolos (7,3%), Argissolos (3,9%), Vertissolos (1,3%) e Organossolos (0,9%).

Na Tabela 2 são apresentadas algumas características físicas e químicas das principais classes de solos de várzea utilizados com agricultura no Estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 1. Principais classes de solos em áreas de várzea do Rio Grande do Sul e suas áreas absolutas e relativas.

Classe ^(1,2)	Unidade de mapeamento ^(2, 3)	Área ⁽³⁾ (ha)	Estado (%)	Várzea (%)
Planossolo Háplico	Vacacaí	1.645.825	6,12	35,44
	Pelotas e Pelotas/Formiga*, Pelotas/Lagoa e Pelotas/Guaíba	874.598	3,25	18,83
Gleissolo Háplico	Banhado	250.520	0,93	5,39
Gleissolo Melânico	Colégio, Itapeva,	91.432	0,34	1,97
Organossolo	Taim, Taim/Mangueira	39.572	0,15	0,85
Chernossolo Ebânico	Uruguaiiana	276.199	1,03	5,95
Chernossolo Argilúvico	Formiga e Formiga/Banhado	195.832	0,73	4,22
Chernossolo Háplico	Vila	228.540	0,85	4,92
Vertissolo Ebânico	Escobar	61.110	0,23	1,32
Argissolo	Tuia	181.312	0,67	3,90
Neossolo Quartzarênico Hidromórfico	Lagoa e Lagoa/Taim/Mangueira	157.893	0,59	3,40
	Curumim e Curumim/Itapeva	184.959	0,69	3,98
	Osório	38.494	0,14	0,83
Neossolo Quartzarênico Órtico	Ibicuí	49.513	0,18	1,07
	Dunas (parte tipo de terreno)	245.542	0,91	5,29
Neossolo Flúvico	Guaíba	122.372	0,45	2,64
Total		4.643.713	17,27	100,00

* Unidades de mapeamento unidas por barra inclinada significam associação.

Fonte: ⁽¹⁾Embrapa (2013), ⁽²⁾Streck et al. (2008), ⁽³⁾Brasil (1973).

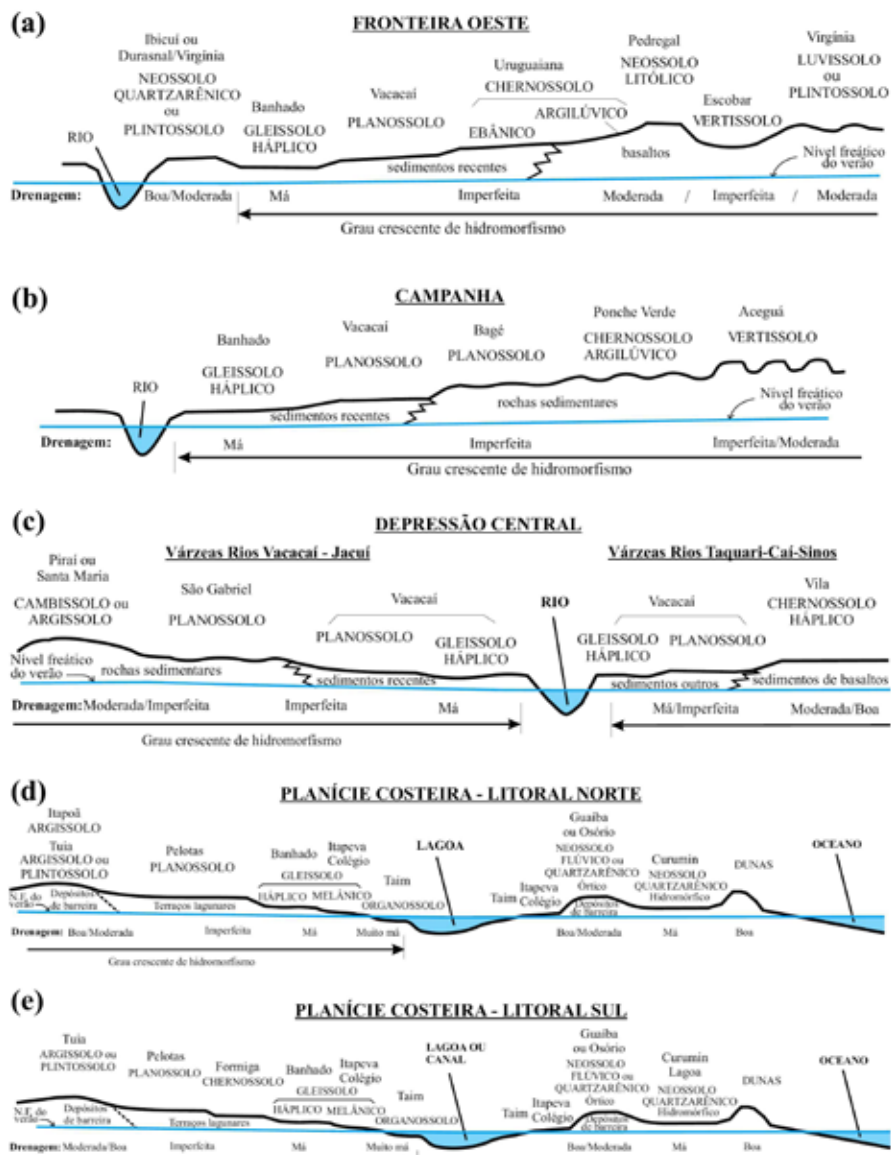


Figura 2. Toposequência das áreas de várzea e seus principais solos nas regiões Fronteira Oeste (a), Campanha (b), Depressão Periférica (c), Planície Costeira Externa (Litoral Norte) (d) e Planície Costeira (Litoral Sul) (e) do Rio Grande do Sul.

O cultivo de arroz irrigado por inundação no Rio Grande do Sul é desenvolvido, também, em solos situados em patamares mais elevados das várzeas ou em terras baixas adjacentes às várzeas, de relevo suave ondulado a plano. Tais áreas são preferenciais para o sistema de aspersão, facilitando várias operações de manejo, particularmente a semeadura, colheita e a irrigação, dispensando o uso de taipas. No Rio Grande do Sul esses solos são encontrados nas regiões Fronteira Oeste (Figura 2a) e da Campanha (Figura 2b), desenvolvendo-se a partir de basaltos e sedimentos de basaltos, ou então de rochas sedimentares sílticas ou argilosas (siltitos, folhelhos e argilitos), respectivamente.

Tabela 2. Caracterização físico-química dos principais solos de várzea do Rio Grande do Sul.

Horizonte	Granulometria		pH H ₂ O	Complexo trocável				V	P disp. mg kg ⁻¹			
	Sim.	Prof cm		Areia	Silte g kg ⁻¹	Arg.	C org. g kg ⁻¹			Ca+Mg	K	Na
PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico (Unidade Vacacai)												
A1	0-30	640	260	100	5,0	7,0	1,3	0,1	0,1	1,7	23	<1
A2	-45	640	280	80	5,0	3,0	0,5	0,0	0,1	1,4	16	<1
E1	-60	670	290	40	5,3	1,0	0,3	0,0	0,1	0,6	18	<1
E2	-70	660	320	20	5,8	1,0	0,5	0,0	0,1	0,3	38	<1
Btg	-120	440	220	340	5,4	2,0	7,5	0,1	0,5	1,3	72	<1
C	-200+	320	380	300	5,9	1,0	14,0	0,1	0,7	0,0	95	-
PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico (Unidade Pelotas)												
A1	0-23	450	360	190	5,4	5,0	3,1	0,1	0,3	1,1	52	3
A2	-40	500	360	140	5,0	9,0	1,7	0,1	0,2	1,3	35	5
Btg	-80	300	280	420	5,3	3,0	9,6	0,1	0,8	1,3	77	<1
BC	-123+	350	310	340	5,1	1,0	7,7	0,1	0,6	0,6	82	<1
GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico (Unidade Banhado)												
A	0-15	70	520	410	4,8	14,0	14,8	0,2	0,1	2,9	60	2
C1g	-30	70	400	530	4,9	7,0	24,4	0,1	0,1	1,7	78	2
C2g	-85+	70	360	570	6,7	4,0	34,6	0,1	0,1	0,0	94	2

continua...

... continuação Tabela 2.

Horizonte	Granulometria		pH H ₂ O	C org. g kg ⁻¹	Complexo trocável			V %	P disp. mg kg ⁻¹			
	Sim.	Prof cm			Areia	Silte	Arg.			Ca+Mg	K	Na
CHERNOSSOLO EBÂNICO Carbonático vertissólico (Unidade Uruguiana)												
A	0-30	250	500	250	5,9	16,0	17,1	0,1	0,3	0,0	90	1
Bt1	-57	190	410	400	6,5	10,0	29,8	0,1	0,5	0,0	95	<1
Bt2	-62	190	370	440	7,3	6,0	31,9	0,1	0,7	0,0	100	1
BC	-80	190	350	460	7,8	5,0	31,1	0,1	0,6	0,0	100	1
Ck	-130	180	360	460	8,2	2,0	28,3	0,1	0,6	0,0	100	1
C	-160+	210	400	390	7,7	2,0	24,7	0,1	0,5	0,0	100	4
CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (Unidade Vila)												
A	0-30	40	600	360	5,7	13,2	18,1	0,2	0,2	0,2	80	16
AB	-63	70	570	360	5,8	6,4	18,1	0,2	0,2	0,2	85	14
B11	-199	100	540	340	5,5	5,5	17,3	0,1	0,2	0,5	83	16
B12	-147+	80	550	350	5,3	5,2	17,5	0,1	0,2	0,8	81	14

Fonte: Brasil (1973).

Adubação e Calagem

Walkyria Bueno Scivittaro

Alexandre Dias Dutra

Introdução

Em condições de inundação, os solos sofrem profundas transformações químicas, decorrentes do processo de redução provocado por microrganismos anaeróbios, que utilizam o oxigênio de substâncias oxidadas para o seu metabolismo (SOUSA et al., 2006). As transformações decorrentes do alagamento aumentam a disponibilidade de nutrientes do solo, tanto os nativos, quanto os provenientes de fertilizantes, principalmente o fósforo e o potássio. Também ocorre a elevação do pH dos solos ácidos para valores entre 6,0 e 6,5 e a conseqüente neutralização do alumínio tóxico (SCIVITTARO; MACHADO, 2004).

As alterações decorrentes da submersão do solo têm influência direta sobre a resposta do arroz irrigado à calagem e às adubações fosfatada e potássica, que é menor do que a de cultivos de sequeiro (SCIVITTARO; GOMES, 2004), incluindo-se o arroz irrigado por aspersão, produzidos no mesmo solo. Esse fato, associado à fertilidade moderada a baixa dos solos arroseiros do Rio Grande do

Sul (ANGHINONI et al., 2004; BOENI et al., 2010; VEDELAGO et al., 2012), tornam a adequação do manejo adubação e calagem essencial para suprir a demanda nutricional do arroz, produzido em sistema irrigado por aspersão, possibilitando-lhe alcançar rendimentos satisfatórios e compatíveis com o potencial das cultivares de arroz irrigado, que foram desenvolvidas para o sistema inundado, e que viabilizem economicamente a cultura.

Neste capítulo, abordam-se os principais aspectos relacionados ao manejo da fertilidade do solo e às recomendações de adubação e de calagem para o arroz irrigado por aspersão produzido em terras baixas no Rio Grande do Sul. O texto apresentado considera indicações contidas no Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SOCIEDADE..., 2016) e nas Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil (REUNIÃO..., 2016), bem como em resultados de pesquisas sobre nutrição e adubação do arroz produzido em sistema irrigado por aspersão (SCIVITTARO et al., 2012, 2013a, 2013b).

Manejo da adubação e calagem

O manejo da calagem e adubação para o arroz irrigado por aspersão deve basear-se no diagnóstico da fertilidade do solo e nas exigências nutricionais do arroz inserido em sistemas de produção envolvendo rotações e sucessões de culturas. A adequação dessas práticas é decisiva para o bom desempenho dessa cultura, bem como das demais espécies componentes do sistema produtivo.

As recomendações de calagem e de adubação para o arroz utilizam a análise de solo como instrumento básico para determinar a necessidade de utilização de corretivos e fertilizantes. Por se tratar de cultivo desenvolvido em solo drenado, ou seja, com ausência de lâmina de água, o arroz irrigado por aspersão deve ser tratado como

componente de um sistema de cultivo de sequeiro. Dessa forma, a amostragem de solo para avaliação da fertilidade deve ser realizada pelo menos a cada dois cultivos.

O sucesso das recomendações depende da adequação da coleta e análise das amostras de solo, bem como da interpretação dos resultados analíticos e dos demais fatores de produção envolvidos, em especial as condições climáticas, cultivar, época e densidade de semeadura, manejo da água e manejo integrado de pragas.

A exigência nutricional varia entre as cultivares de arroz e, particularmente, conforme seu potencial de produtividade que, além de fatores genéticos, depende da adequação dos fatores de produção. Assim, lavouras com maiores potencial produtivo e expectativa de resposta à adubação demandam maior aporte de nutrientes, relativamente àquelas menos produtivas, independentemente do método de irrigação, se inundação ou aspersão.

Calagem

De forma geral, os solos de terras baixas do Rio Grande do Sul são ácidos, predominando valores de pH em água entre 4,5 e 5,4, que correspondem às faixas de interpretação Muito baixa ($4,5 < \text{pH} < 4,9$) e Baixa ($5,0 < \text{pH} < 5,4$). Nesse intervalo de pH, a disponibilidade da maioria dos nutrientes essenciais às culturas é baixa, exceção feita para alguns micronutrientes metálicos (cobre, ferro, manganês e zinco). A acidez elevada condiciona, em muitos casos, saturação por alumínio alta ($m > 20\%$), afetando o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, a absorção de água e de nutrientes pelas plantas.

Como o arroz e as demais culturas componentes dos sistemas de produção desenvolvidos em terras baixas desenvolvem-se melhor em solos com pH próximo à neutralidade ($\text{pH} > 6,0$), atenção especial deve ser dada à prática da calagem, sendo esse um aspecto preponderante

em sistemas irrigados pelo método de aspersão, distinguindo-os de sistemas irrigados por inundação. Isso porque, na ausência de lâmina de água, não ocorre o fenômeno conhecido como “autocalagem”, ou seja, a elevação do pH dos solos ácidos para valores entre 6,0 e 6,5 e a consequente neutralização do alumínio tóxico, em decorrência do processo de redução.

A calagem reduz ou elimina, ainda, os efeitos tóxicos do manganês. Outros benefícios associados a essa prática são a melhoria do ambiente radicular para a absorção de nutrientes, favorecendo a atividade microbiana e aumentando a disponibilidade de nutrientes e o fornecimento de cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

A quantidade de corretivo a ser utilizada varia com o pH a ser atingido e em função de características do solo, em especial, do conteúdo de alumínio, argila e matéria orgânica, que constituem as principais fontes de acidez e de tamponamento do pH. Maiores quantidades de corretivo serão requeridas em solos onde esses atributos apresentam valores mais elevados.

Na prática, a necessidade de calagem é estimada pelo índice SMP¹, fornecido pela análise do solo. A indicação geral de calagem para sistemas de produção irrigados por aspersão, que incluem a cultura do arroz e demais espécies em rotação, particularmente a soja, milho e espécies de cobertura de solo, preconiza a elevação do pH do solo a 6,0.

A calagem apresenta uma persistência média de três a cinco anos, dependendo da quantidade e do tipo de corretivo utilizado, da intensidade de cultivo, do manejo do solo e da cultura, etc. No campo, a eficiência da calagem depende da quantidade e do tipo de corretivo,

¹ Índice SMP: método para determinação da necessidade de calagem baseado na medida da depressão do pH de suspensões de solos com solução tampão SMP, que recebeu essa denominação em referência aos seus autores: Shoemaker, H. E.; McLean, e. O.; Pratt, P. F. Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. Soil Science Society of America Proceedings, v. 25, n. 4, p. 274-277, 1961.

da homogeneidade da mistura, da umidade e do tempo de contato com o solo. O pH do solo atinge valor máximo entre 3 e 12 meses após a aplicação do corretivo. Dessa forma, a calagem deve ser realizada com intervalo mínimo de três meses da semeadura do arroz ou demais culturas componentes do sistema de produção.

Adubação

De forma geral, as indicações de adubação para o arroz, assim como das demais culturas, visam a utilização racional de insumos, com vistas à elevação e manutenção dos teores de nutrientes no solo e à otimização do retorno econômico de cada cultivo. Pressupõem, ainda, o uso da adubação integrado à correção da acidez do solo e demais práticas de manejo do solo e das culturas.

Além disso, as indicações de fertilizantes estão relacionadas às diferentes expectativas de resposta das culturas à adubação. Isso porque se considera que os fatores determinantes da produção (potencial genético das cultivares, condições edafoclimáticas das regiões de cultivo e práticas de manejo) determinam diferentes potenciais de produtividade às culturas e, portanto, de resposta à adubação.

As atuais indicações de adubação para o arroz irrigado consideram dois níveis de resposta à adubação, Média e Alta, podendo ser extrapoladas para expectativas de resposta à adubação Baixa e Muito Alta, ajustando-se as doses recomendadas para menos ou para mais, respectivamente.

Assim, as indicações de adubação para o arroz irrigado são flexíveis e ajustáveis à diversidade de cultivares, condições edafoclimáticas e de manejo da cultura, bem como à disponibilidade de recursos financeiros do produtor.

Vale ressaltar, ainda, que as indicações oficiais de adubação disponíveis para a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul foram estabelecidas para o sistema irrigado por inundação (REUNIÃO..., 2016), as quais, segundo trabalhos de pesquisa recentes, frequentemente subestimam a demanda de nutrientes do arroz produzido em sistema irrigado por aspersão (SCIVITTARO et al., 2012, 2013a, 2013b), requerendo, pois, adequações nas doses indicadas, particularmente de fósforo e de potássio. Assim como referido para a calagem, esse comportamento é explicado pelo fato de no sistema irrigado por aspersão não ocorrer o fenômeno da redução do solo, que aumenta a disponibilidade desses nutrientes às plantas de arroz.

Interpretação da análise do solo para adubação

As recomendações de adubação para o arroz irrigado fundamentam-se nos resultados da análise de solo, utilizando-se os teores de matéria orgânica e de fósforo e potássio disponíveis pelo método Mehlich-I para estimar a disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. Para o fósforo e potássio, são estabelecidas classes de interpretação (Tabelas 1 e 2). Muito embora a interpretação do teor de fósforo no solo tenha sido concebida para o sistema irrigado por inundação, essa pode ser utilizada também para o sistema irrigado por aspersão, limitando-se os ajustes às indicações de adubação para a cultura.

Tabela 1. Interpretação do teor fósforo (P) no solo para fins de recomendação de adubação fosfatada para o arroz irrigado.

Interpretação do teor de P no solo	P extraído ⁽¹⁾ (mg dm ⁻³)
Muito Baixo	≤ 2
Baixo	2,1 a 4,0
Médio	4,1 a 6,0
Alto	6,1 a 12,0
Muito alto	>12

⁽¹⁾ Extrator Mehlich-I.
Adaptado de REUNIÃO (2016).

A interpretação de adubação potássica para o arroz irrigado considera a capacidade de troca de cátions do solo (CTC).

Tabela 2. Interpretação do teor de potássio (K) no solo para fins de recomendação de adubação potássica para o arroz irrigado.

Interpretação do teor de K no solo	CTC _{pH 7,0} (cmol _c dm ⁻³)			
	< 7,5	7,6 – 15,0	15,1 - 30	> 30
	K extraído ⁽¹⁾ (mg dm ⁻³)			
Muito Baixo	≤ 20	≤ 30	≤ 40	≤ 45
Baixo	21 a 40	31 a 60	41 a 80	45 a 90
Médio	41 a 60	61 a 90	81 a 120	91 a 135
Alto	61 a 120	91 a 180	121 a 240	136 a 270
Muito alto	> 120	> 180	> 240	> 270

⁽¹⁾ Extrator Mehlich-I.

Adaptado de REUNIÃO (2016).

Indicações de adubação fosfatada e potássica

Como referido, faz-se necessário o acréscimo nas indicações de adubação fosfatada e potássica para o arroz irrigado por aspersão, relativamente às doses recomendadas para sistema inundado.

Nesse sentido, uma aproximação que tem proporcionado bons resultados, especialmente quando da implantação do sistema, consiste em crescer em 10 kg/ha de P₂O₅ e 15 kg/ha de K₂O para cada tonelada adicional de grãos pretendida, em relação ao obtido com a recomendação estabelecida para o sistema inundado, considerando-se uma expectativa de resposta alta à adubação (Tabelas 3 e 4). Para exemplificar, considerando-se uma área irrigada por aspersão em que se utilizou a recomendação de adubação estabelecida para o arroz inundado e obteve-se uma produtividade média de 7.000 kg/ha, indica-se acrescentar, à recomendação do sistema inundado, 10 kg/ha de P₂O₅ e 15 kg/ha de K₂O para cada tonelada adicional de grãos pretendida. Limitam-se, porém, as doses indicadas a um máximo de 90 kg/ha de P₂O₅ e 120 kg/ha de K₂O por ciclo de cultivo.

Tabela 3. Recomendação de adubação fosfatada para o arroz irrigado, considerando-se a expectativa de resposta à adubação.

Interpretação do teor de P do solo ⁽¹⁾	Expectativa de resposta à adubação	
	Média	Alta ²
	kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	
Muito Baixo	60	70
Baixo	50	60
Médio	40	50
Alto	30	40
Muito alto	≤ 30	≤ 40

⁽¹⁾ Método Mehlich-I.

⁽²⁾ As doses de P₂O₅ indicadas na tabela poderão ser acrescidas em 10 kg/ha de P₂O₅, por tonelada adicional de grãos pretendida, em relação ao obtido com a recomendação estabelecida para o sistema inundado.

Adaptado de REUNIÃO... (2016).

Tabela 4. Recomendação de adubação potássica para o arroz irrigado, considerando-se a expectativa de resposta à adubação.

Interpretação do teor de K no solo ⁽¹⁾	Expectativa de resposta à adubação	
	Média	Alta ²
	kg ha ⁻¹ de K ₂ O	
Muito Baixo	95	110
Baixo	75	90
Médio	55	70
Alto	35	50
Muito alto	≤ 35	≤ 50

⁽¹⁾ Método Mehlich-I.

⁽²⁾ As doses de K₂O indicadas na tabela poderão ser acrescidas em 15 kg/ha de P₂O₅, por tonelada adicional de grãos pretendida, em relação ao obtido com a recomendação estabelecida para o sistema inundado.

Adaptado de REUNIÃO... (2016).

Preconiza-se o fornecimento das adubações fosfatada e potássica por ocasião da semeadura. Porém, quando a dose recomendada de potássio é superior a 80 kg/ha de K₂O, o parcelamento é indicado, especialmente para solos arenosos, onde os riscos de perdas do nutriente são maiores. Nesse caso, indica-se a aplicação de metade da dose recomendada de potássio na semeadura, e o restante em cobertura, associado à aplicação de nitrogênio no início da fase reprodutiva (iniciação da panícula).

Indicações de adubação nitrogenada

O nível de adubação nitrogenada que leva ao máximo rendimento econômico de grãos de arroz depende da interação de vários fatores, destacando-se entre eles a disponibilidade de N no solo, o tipo de planta e as condições climáticas, particularmente a temperatura e a radiação solar.

Também o manejo da adubação nitrogenada para o arroz irrigado por aspersão exige modificações. Esse sistema predispõe à alternância de condições de oxirredução, favorecendo as perdas de nitrogênio do sistema solo-planta. Por outro lado, possibilita flexibilização no parcelamento da adubação em cobertura, que pode ser feita via solo e/ou água de irrigação. Optando-se por adubações via solo, naqueles em que o teor de matéria orgânica for baixo (<2,5%), indicam-se doses de N variando de 120 a 150 kg/ha, para lavouras com expectativa de resposta à adubação Média e Alta, respectivamente. Essa é definida em função da cultura antecedente, clima e nível de manejo da lavoura (REUNIÃO..., 2016). As doses de N devem ser reduzidas em 10 e 20 kg/ha de N, para solos com teor médio (2,6-5,0%) e alto (>5,0%) de matéria orgânica.

No que se refere à época e ao parcelamento da adubação nitrogenada, indica-se a aplicação de cerca de 20 kg/ha de N na semeadura, e o restante em cobertura. Essa normalmente é feita via solo, dividida em três aplicações: 50% da dose no início do perfilhamento (estádio V4) e o restante dividido em duas aplicações iguais na fase reprodutiva, a primeira por ocasião da iniciação da panícula (estádio R_0), e a segunda no emborrachamento (entre os estádios R_1 e R_2). Alternativamente, vem-se estudando manejos da adubação nitrogenada em cobertura, utilizando-se a técnica de fertirrigação. Estudos recentes identificaram a seguinte indicação como com potencial de maximizar a produtividade do arroz irrigado por aspersão: aplicação de 25% da dose recomendada de nitrogênio, como ureia, via solo, no início do

perfilamento do arroz, correspondendo ao estágio de quatro folhas; o restante da dose deve ser parcelado em cinco aplicações semanais, via água de irrigação, na forma de ureia ou uran (solução ureia/nitrato de amônio).

Considerações Finais

Os solos de terras baixas do Rio Grande do Sul, tradicionalmente utilizados para o cultivo de arroz irrigado por inundação em rotação com pecuária extensiva, passa por progressiva diversificação da matriz produtiva, com a inclusão de cultivos de sequeiro em sistema de rotação de culturas com o arroz irrigado. Da mesma forma, em regiões específicas, especialmente a Fronteira Oeste, onde a incidência de áreas com relevo suave ondulado é maior e onde a disponibilidade de água para irrigação do arroz é menor, tem-se difundido o método de irrigação por aspersão, no sistema de pivô-central.

O estabelecimento e consolidação desse sistema de produção é benéfico sob os aspectos técnico, econômico e ambiental; mas requer conhecimentos específicos sobre o comportamento da cultura nesse sistema produtivo, visando a adequação do manejo da cultura, de forma a que possa expressar integralmente seu potencial produtivo.

Nesse sentido, a adequação do manejo das práticas de adubação e calagem para o arroz irrigado por aspersão é um aspecto crítico, visto que esse método de irrigação interfere na disponibilidade de nutrientes do solo, que é menor relativamente à do tradicional sistema irrigado por inundação do solo, em razão de mudanças nas condições de oxirredução, refletindo-se na nutrição da cultura.

As características dos sistemas de produção irrigados por aspersão, incluindo rotações e sucessões de culturas, associadas ao plantio

direto, também devem ser consideradas para o estabelecimento das práticas de calagem e adubação do arroz.

O sucesso do manejo da calagem e adubação para o arroz irrigado por aspersão requer, pois, a consideração do sistema de produção como um todo, contemplando a interação entre os cultivos. Da mesma forma, é essencial ter em mente que se trata de um sistema dinâmico, requerendo ajustes periódicos.

Desempenho de Cultivares

Ariano Martins de Magalhães Júnior

João Batista Beltrão Marques

José Maria Barbat Parfitt

Naylor Bastiani Perez

Paulo Ricardo Reis Fagundes

Introdução

No Rio Grande do Sul, o cultivo de arroz irrigado por inundação continua predomina em áreas de várzea, contribuindo significativamente para produção nacional de arroz. Esse sistema possui características peculiares de manejo, que dificultam as operações na lavoura e sua integração com a atividade pecuária, sobretudo pela drenagem deficiente, e pelo tipo de irrigação utilizado, o que acarreta um elevado número de operações, dificultando a prática da semeadura direta, bem como o recolhimento dos restos culturais para o consumo animal. Além disso, áreas com declividade mais acentuada, comuns na região Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul, aumentam o número de taipas, dificultando ainda mais as práticas de manejo. Devido ao fato de que em muitas regiões orizícolas a disponibilidade de água é fator limitante à produção, aliado à baixa eficiência da irrigação por inundação (relação entre a produtividade de grãos e o volume de água utilizado), a busca por métodos eficientes de irrigação é constante (STONE; SILVA, 2007), sendo a irrigação por aspersão uma alternativa promissora.

Segundo Stone et al. (2001), a irrigação por aspersão é estudada desde a década de 1970, e um dos gargalos encontrados é a inexistência de cultivares de arroz adaptadas a esse sistema de cultivo, sendo a escolha da cultivar, segundo Breseghello e Stone (1998), determinante para o sucesso da lavoura.

Considerando-se a existência de variabilidade genética para o comportamento de genótipos de arroz irrigado frente à menor quantidade de água aplicada quando da utilização do método de irrigação por aspersão, é importante avaliar o desempenho agrônomo dos cultivares recomendadas para cultivo no Rio Grande do Sul nesse sistema de cultivo.

No Rio Grande do Sul, o uso da água para o cultivo de arroz irrigado no sistema de pivô central é estimado em 550 mm por ciclo, variando conforme a região e o regime de precipitações, ou seja, metade do consumo médio do sistema de irrigação por inundação contínua. Além de possibilitar a redução no consumo efetivo de água, o cultivo irrigado por aspersão permite implantar a cultura em áreas livres da infestação por arroz vermelho, planta indesejável e de difícil controle, comum nas áreas de várzea cultivadas, facilitando também a adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária e a rotação, tanto com soja como com pastagens. Não obstante o potencial da nova forma de irrigação, é necessário aferir algumas práticas de manejo, entre elas a frequência e quantidade de água ao longo do ciclo, e a adequação das cultivares desenvolvidas para cultivo inundado.

Nesse sentido, o objetivo deste capítulo é apresentar resultados de experimentos de cultivares de arroz cultivadas em diferentes regiões no Rio Grande do Sul sob irrigação por aspersão.

Avaliação de cultivares de arroz em cultivo irrigado por aspersão

Em princípio, pressupunha-se que as cultivares desenvolvidas para sistema de arroz de terras altas (sequeiro) teriam melhor desempenho no sistema de cultivo irrigado por aspersão, que as cultivares de arroz desenvolvidas para cultivo sob irrigação por inundação. Assim, foram implantados experimentos para avaliar cultivares de arroz com irrigação por aspersão em dois ambientes distintos: Estação Experimental Terras Baixas (ETB), da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão, RS (Planossolo), e na Granja Águas Claras, localizada no município de Uruguaiana, RS (Chernossolo). Na Granja Águas Claras, o experimento foi executado nas safras agrícolas 2009/2010 e 2010/2011. Na primeira safra, foram testadas as cultivares BRS Atalanta, BRS Querência (com e sem adubação de base), BRS 7 “Taim”, BRS Fronteira e as cultivares de terras altas BRS Sertaneja e BRS Curinga. Na safra posterior, foram testadas as seguintes cultivares: BRS Atalanta, BRS Querência, BRS Fronteira, BRS Pampa e Irga 424. Na ETB, o experimento foi realizado somente na safra 2010/2011, envolvendo as cultivares BRS Atalanta, BRS Querência, BRS Pampa, BRS 7 “Taim”, BRS Fronteira e BR IRGA 409.

Adicionalmente, na safra 2012/2013, um experimento foi conduzido, em área de coxilha, em Cambissolo Háplico imperfeitamente drenado, de textura francoarenosa, irrigado por aspersão (sistema pivô central), na Embrapa Pecuária Sul em Bagé, RS. Nesse experimento, foram utilizadas as cultivares: BR IRGA 409, BRS Sinuelo CL, BRS Querência e BRS Pampa. Na safra seguinte (2013/2014), o experimento foi repetido, utilizando-se as cultivares BR IRGA 409, BRS Sinuelo CL, BRS Querência, BRS Pampa, BRS 7 “Taim” e BRS AG “Gigante”.

Em todos os experimentos realizados, o controle de irrigação baseou-se no monitoramento da tensão de água no solo, que foi medida por

sensores do tipo *Watermark*, instalados a 15 cm de profundidade. A irrigação foi realizada sempre que a tensão de água no solo atingia -10 kPa, quando se aplicava uma lâmina de irrigação de 10 mm.

As variáveis analisadas foram diversas, dependendo do local e ano de condução dos experimentos: estatura de plantas, número de perfilhos, número de folhas aos 21 dias da emergência, comprimento e largura da folha bandeira, peso de mil grãos, número de panículas/m², número de grãos/panícula, população de plantas, produtividade de grãos e rendimento industrial de grãos.

Resultados e recomendações de cultivares de arroz para o sistema irrigado por aspersão

O desempenho dos genótipos na safra 2009/2010 pode ser observado na Tabela 1. A análise de variância revelou diferenças entre as cultivares testadas. O coeficiente de variação foi de 18% e a média geral de produtividade do experimento foi 6.430 kg ha⁻¹. As cultivares de terras altas apresentaram as menores produtividades, diferindo significativamente da cultivar com melhor desempenho (BRS 7 “Taim”), com produtividade média de 7.848 kg ha⁻¹, bem como das demais cultivares desenvolvidas para o sistema de irrigação por inundação (arroz irrigado). As outras variáveis analisadas revelaram padrões agronômicos aceitáveis ao cultivo irrigado por aspersão.

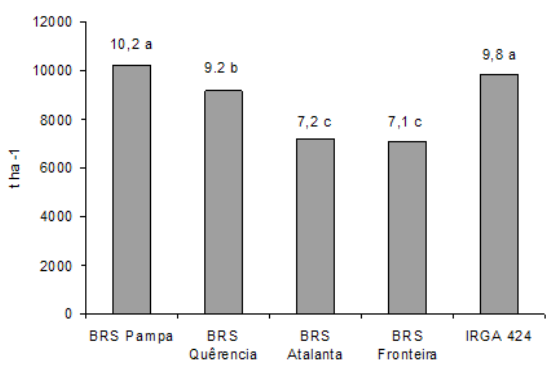
Tabela 1. Produtividade de cultivares de arroz em cultivo irrigado por aspersão. Uruguaiana, RS. Safra 2009/2010. Embrapa Clima Temperado, 2015.

Genótipos	Alt. (cm)	Nº de perfilhos	Nº de folhas	Comp. folha (cm)	Largura da folha (mm)	Peso mil grãos (g)	Prod. (kg ha ⁻¹)
BRS 7 "Taim"	92,9	7,5	3,2	25,6	15,3	26,1	7.848 a
BRS Atalanta	93,2	6,2	3,3	29,0	14,2	26,3	6.786 b
BRS Curinga	99,7	7,3	4,0	26,3	14,6	25,4	4.711 c
BRS Fronteira	101,8	7,1	3,9	26,1	16,5	27,7	7.208 ab
BRS Sertaneja	119,0	7,6	3,3	35,0	18,2	31,0	4.890 c
BRS Querência CA	95,1	7,0	3,8	26,3	19,6	24,4	6.848 b
BRS Querência SA	95,0	6,3	3,2	30,0	18,3	26,3	6.772 b

CV = 18%

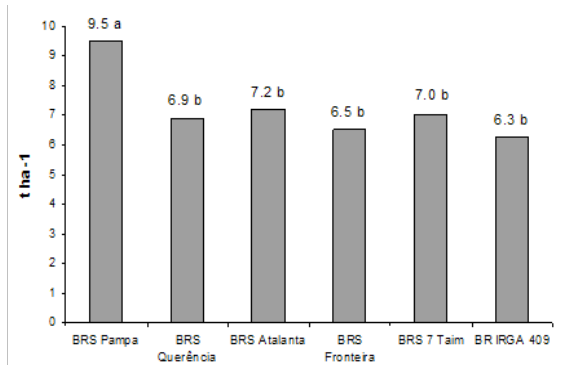
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados os resultados da safra 2010/2011 em Uruguaiana e Pelotas. Em Uruguaiana o melhor desempenho quanto a produtividade foi das cultivares BRS Pampa e Irga 424, seguido pela cultivar BRS Querência, que diferem estatisticamente das cultivares BRS Atalanta e BRS Fronteira. Já em Pelotas, destaca-se a cultivar BRS Pampa com produtividade média de 9.500 kg ha⁻¹, diferindo estatisticamente das demais cultivares. Em relação ao rendimento de grãos inteiros observou-se comportamento aceitável das cultivares analisadas sob condições de cultivo de irrigação por aspersão, com destaque para a cultivar BRS Pampa, que revelou 63% de grãos inteiros, em Uruguaiana (dados não apresentados).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Figura 1. Produtividade de cultivares de arroz irrigado sob irrigação por aspersão. Uruguiana, RS. Safra 2010/2011. Embrapa Clima Temperado, 2015.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Figura 2. Produtividade de cultivares de arroz irrigado da Embrapa sob irrigação por aspersão. Pelotas, safra 2010/2011. Embrapa Clima Temperado, 2015

Na safra 2012/2013, as cultivares BR IRGA 409 e BRS Querência obtiveram resultado satisfatório quanto à produtividade de grãos, não diferindo entre si quando analisadas pelo teste de Tukey (Tabela 2). Quanto ao rendimento de engenho as cultivares BR IRGA 409 e BRS Pampa foram as que se destacaram. Já para o peso de mil sementes não houve diferença significativa entre as variedades. A

cultivar BR-IRGA 409 possui bom desempenho em áreas cultivadas tanto por inundação quanto por aspersão, apesar de ser um material comercializado há bastante tempo. Em relação ao ciclo os materiais mais precoces foram os mais produtivos que os demais avaliados, fato esse devido à germinação ter ocorrido em 12/11/2012.

Tabela 2. Produtividade de grãos, rendimento de engenho e peso de mil grãos para as quatro variedades avaliadas, quando irrigadas por aspersão, em Bagé, RS. Safra 2012/2013. Embrapa Clima Temperado, 2015

Genótipos	Produtividade (kg/ha)	Rendimento engenho (%)	Peso de mil grãos (g)
BR IRGA 409	8.637 a	62,0 a	22,7 a
BRS Sinuelo CL	7.172 b	53,7 b	23,8 a
BRS Querência	9.091 a	55,2 b	23,5 a
BRS Pampa	7.254 b	61,7 a	22,3 a

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5%.

Na safra 2013/2014, pode-se verificar (Tabela 3) que a BRS Pampa foi, em valores absolutos, a mais produtiva, com 9.099 kg ha⁻¹, seguida pela BRS Querência, pela BRS Sinuelo CL e BRS 7 "TAIM", que apresentaram produtividades de 7.640, 7.203 e 6.987 kg ha⁻¹, respectivamente. Portanto, a cultivar BRS Pampa, mesmo não diferindo estatisticamente, foi a que apresentou o melhor desempenho agrônômico, com uma produtividade em torno de 1.500 kg superior à BRS Querência, segunda colocada. Também apresentou um bom equilíbrio nos componentes do rendimento, fato esse determinante de sua alta produtividade. Num grupo intermediário, destacaram-se, além da BRS Querência, as cultivares BRS Sinuelo CL e BRS "Taim", com produtividades ao redor de 7.000 a 7.600 kg ha⁻¹. As cultivares menos produtivas foram BRS AG (5.552 kg ha⁻¹) e BR IRGA 409 (4.561 kg ha⁻¹). A BRS AG, também conhecida como "Gigante", é uma variedade destinada preferencialmente à produção de matéria prima para elaboração de

álcool de cereais, apresentando menor potencial de produtividade que as demais testadas. Já a BR IRGA 409 produziu pouco visto que, por seu ciclo mais longo, sua floração ou estágio R4 ocorreu em 20 de março sob temperaturas baixas, época na qual as demais cultivares já estavam em estádios entre R6 e R8 (grão leitoso e maturação). Esses resultados são semelhantes aos obtidos no ano de 2012, em área próxima a esse experimento, conduzida também em irrigação sob pivô central e submetida à severa deficiência hídrica, quando a cultivar BRS Pampa produziu mais que a BRS Querência. No entanto, na safra colhida em 2013, BRS Querência e BR IRGA 409 superaram em produtividade as cultivares BRS Pampa e BRS Sinuelo CL.

Esses resultados mostram que a diferença de produtividades entre variedades depende de inúmeros fatores, dentre os quais destaca-se a época de semeadura.

Tabela 3. Produtividade de grãos, panículas/m², grãos/panícula, peso de mil sementes e população de plantas de seis variedades irrigadas por aspersão, Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS. Safra 2013/2014. Embrapa Clima Temperado, 2015

Variedade	Prod. (kg/ha)	Paniculas/m ²	Grãos/paniculas	Peso de mil grãos	População de plantas/m ²
BRS Pampa	9.099 a	575 ab	97 ab	25,7 bc	273 a
BRS Querência	7.640 ab	510 ab	129 ab	26,1 b	303 a
BRS Sinuelo CL	7.203 bc	613 a	98 ab	26,2 b	273 a
BRS 7 Taim	6.988 bc	565 ab	141 a	24,7 c	321 a
BRS AG	5.552 cd	304 c	80 b	48,9 a	253 a
BR IRGA 409	4.561 d	473 b	100 ab	24,7 c	240 a
CV (%)	15,72	15,96	24,92	2,87	24,06

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan.

Caberiam ainda alguns comentários sobre o sistema de irrigação por aspersão na cultura do arroz. Primeiramente, verifica-se que todas as cultivares desenvolvidas para sistema irrigado por inundação apresentaram boas produtividades, mesmo se plantadas no final de novembro, fora da época preferencial de semeadura. Isso mostra que se utilizando esse tipo de irrigação podem-se obter resultados similares à irrigação por inundação. No entanto, é importante citar que foi necessário um controle manual de invasoras, além da aplicação de elevadas doses de herbicidas para que as parcelas ficassem livres de infestação por adventícias. A quantidade total de água utilizada para irrigar o arroz foi de 420 mm, inferior aos 485 mm utilizados na safra anterior. No entanto, 2013/2014 foi uma estação de crescimento muito chuvosa, com um total de precipitação durante o período de irrigação do arroz de 702 mm. A utilização de água pela irrigação por aspersão em volumes entre 420 mm e 485 mm é uma quantidade bem menor do que a média da irrigação por inundação.

Em função dos resultados atingidos pode-se concluir que é possível obter altos potenciais de produtividade no cultivo de arroz sob irrigação por aspersão, e que os genótipos de arroz desenvolvidos para o sistema de irrigação sob inundação apresentam potencial produtivo maior que os de terras altas, com destaque para as cultivares BRS Pampa e BRS Querência.

Manejo da Irrigação

José Maria Barbat Parfitt

Marília Alves Brito Pinto

Luis Carlos Timm

Lessandro Coll Faria

Introdução

O estado do Rio Grande do Sul é o principal produtor de arroz do Brasil, sendo responsável por cerca de 60% da produção nacional do cereal (IBGE, 2015). O sistema de irrigação utilizado é o de inundação contínua. Entretanto, com esse sistema de irrigação em áreas com relevo mais ondulados, como os que ocorrem mais comumente na região Fronteira Oeste, o consumo de água da cultura supera, em muitas situações, 1.500 mm por ciclo de cultivo. Nos mesmos locais, os produtores que passaram a utilizar o sistema de irrigação por aspersão estão utilizando entre 400 e 700 mm, dependendo das condições climáticas ocorridas durante a safra.

Dados de pesquisas relativas à irrigação por aspersão, realizadas pela Embrapa Clima Temperado, utilizando cultivares de arroz desenvolvidos para o sistema irrigado por inundação contínua, mostraram bom desempenho da cultura, quando da adoção de manejo adequado da água. Os resultados indicaram, também, que a sensibilidade da cultura ao déficit hídrico varia com a fase fenológica.

Este capítulo apresenta e reúne os principais resultados obtidos em experimentos de manejo da água para o arroz irrigado por

aspersão, realizados em Capão do Leão, RS (região agroecológica das Grandes Lagoas), de forma a orientar os produtores interessados em implementar esse sistema de irrigação na cultura do arroz, bem como informar a quantidade de água utilizada na produção de arroz em diferentes manejos de irrigação por aspersão.

Sensibilidade da cultura do arroz ao déficit hídrico e consumo de água

Com a finalidade de conhecer o efeito da tensão da água no solo sobre o comportamento da cultura do arroz, foram conduzidos experimentos com a cultivar de ciclo precoce BRS Pampa, na Embrapa Clima Temperado, nas safras agrícolas de 2011/2012 e 2012/2013 (PINTO, 2015).

Para análise dos resultados do efeito do déficit hídrico no solo sobre a produtividade do arroz, foi utilizado modelo água-rendimento proposto por Jensen (1968). Para aplicação do modelo, o ciclo da cultura foi dividido em dois períodos L1- período vegetativo (da emergência à iniciação da panícula) e L2- período reprodutivo (da iniciação da panícula à maturação fisiológica). Na utilização do modelo substituiu-se a variável evapotranspiração pela tensão de água no solo. A adaptação do modelo de Jensen (1968) está representada abaixo:

$$\frac{Y}{Y_m} = \prod_{i=1}^n \left(\frac{ET}{ET_m} \right)^\lambda \quad \rightarrow \quad \frac{Y}{Y_m} = \prod_{i=1}^n \left(\frac{T_{mín}}{T_{obs}} \right)^\lambda$$

Onde:

Y = produtividade observada (kg ha⁻¹);

Y_m = produtividade máxima obtida na ausência de déficit hídrico (kg ha⁻¹);

n = número de fases do ciclo fenológico;

λ = expoente que mensura a sensibilidade de cada fase do ciclo fenológico na produtividade relativa;

ET = evapotranspiração real;

ET_m = evapotranspiração máxima;

T_{mín} = tensão mínima de água no solo; e

T_{obs} = tensão de água observada no solo.

Na Tabela 1, são apresentados os valores do parâmetro λ do modelo para cada fase do ciclo da cultura do arroz. Nas safras 2011/2012 e 2012/2013, os parâmetros foram significativos à 0,1% em ambas as fases. Como valores maiores de λ indicam maior sensibilidade ao déficit hídrico, assim pode-se inferir que as fases vegetativa e reprodutiva apresentam sensibilidades distintas, sendo a cultura mais sensível ao déficit hídrico no solo no período reprodutivo.

Tabela 1. Estimativa dos parâmetros do modelo proposto por Jensen (1968), para cada fase do ciclo fenológico do arroz irrigado por aspersão.

Fase	Parâmetro	Estimativa	Pr > t
Saфра 2011/2012			
Vegetativa	$\lambda 1$	0,15	0,0001
Reprodutiva	$\lambda 2$	0,25	<0,0001
Saфра 2012/2013			
Vegetativa	$\lambda 1$	0,16	0,0095
Reprodutiva	$\lambda 2$	0,29	<0,0001

Na Figura 1, é mostrada a representação gráfica dos ajustes do modelo proposto por Jensen (1968) para as duas safras agrícolas acompanhadas. Os coeficientes de determinação (R^2) de 0,70 e 0,54 indicam que, dentre os vários fatores agrônômicos que interferem na produtividade de uma cultura, tais como fertilidade do solo, incidência de pragas, doenças e plantas daninhas, qualidade da semente, época de semeadura, entre outros, a disponibilidade hídrica afetou em 70% e 54% a produtividade do arroz na primeira e segunda safras, respectivamente, indicando elevada sensibilidade da cultura ao manejo da água.

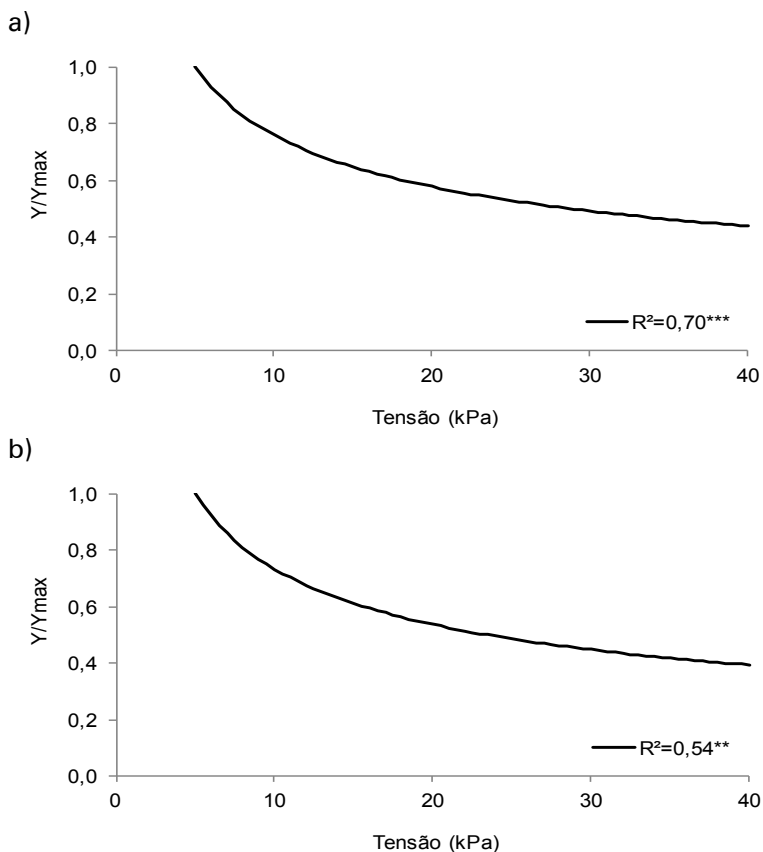


Figura 1. Relação entre a produtividade da cultura do arroz irrigado por aspersão e a tensão média de água no solo, ajustada pelo modelo de Jensen (1968) para as safras 2011/2012 (a), 2012/2013 (b). *** modelo significativo a 0,1%; ** modelo significativo a 1%.

Ainda na Figura 1, pode-se observar que quanto mais próximo da saturação do solo (tensão zero), maior é a produtividade do arroz e que ocorre um decréscimo acentuado da produtividade até a tensão de 15 kPa; no entanto, a partir dessa tensão, a diminuição na produtividade em função do aumento da tensão de água no solo é menor, mantendo-se em torno de 50% da produtividade máxima. Assim, ao se utilizar o método de irrigação por aspersão para o

arroz, a tensão de água no solo deve ser mantida o mais próxima da saturação, desde que não ocorram perdas de água acentuadas por escoamento superficial durante a aplicação da lâmina de água.

Na Tabela 2, são apresentadas as lâminas totais de irrigação aplicadas ao arroz nas fases vegetativa e reprodutiva, sob distintos manejos da água. Pode-se verificar que quanto maior a tensão de água no solo, ou seja, quanto mais seco estiver o solo, menor será a lâmina aplicada, mas menor será a produtividade da cultura.

Tabela 2. Lâminas totais de irrigação aplicadas em cada fase do ciclo da cultura do arroz, para diferentes manejos da irrigação, estabelecidos com base na tensão de água no solo nas safras 2011/2012 e 2012/2013.

Safr	Manejo	Lâmina de água aplicada		
		Fase vegetativa	Fase reprodutiva	Total
		mm		
2011/2012	20 kPa	108	183	291
	40/20* kPa	81	192	273
	40 kPa	72	159	231
2012/2013	10 kPa	138	396	534
	20 kPa	63	252	315
	40 kPa	30	156	186
	40/10* kPa	30	369	399

*O primeiro valor se refere à tensão de água no solo na fase vegetativa e o segundo, na fase reprodutiva.

Nas safras 2011/2012 e 2012/2013, os totais de irrigação acrescidos da precipitação pluvial nos manejos de 20 kPa foram de 676 e 716 mm, respectivamente. Embora os valores das lâminas aplicadas sejam próximos, observa-se uma variação do total de irrigação entre as diferentes fases do ciclo da cultura (Tabela 2). Na safra 2012/2013, a demanda foi menor na fase vegetativa e maior na fase reprodutiva, comparativamente à safra anterior. Isto se deve à distribuição das chuvas nos dois períodos; na safra 2012/2013, houve maior volume de precipitação durante a fase vegetativa (170 mm) e menor precipitação

pluvial na fase reprodutiva (231 mm), em relação à safra 2011/2012, em que a precipitação foi de 102 mm e 283 mm, nas fases vegetativa e reprodutiva, respectivamente.

Para o manejo de 20 kPa, a lâmina total (lâmina de irrigação + chuva) na safra 2011/2012 foi de 210 mm e 466 mm nas fases vegetativa e reprodutiva, respectivamente, enquanto que na safra subsequente, a lâmina total foi de 233 mm e 483 mm nas mesmas fases. Os totais de precipitação representaram quase 50% do uso da água pela cultura.

No manejo de 10 kPa da safra 2012/2013, ou seja, no tratamento em que as irrigações foram procedidas quando conteúdo de água no solo era maior, a lâmina de água aplicada foi maior.

Os resultados obtidos indicam que sistemas e/ou manejos de irrigação que permitam o aproveitamento da precipitação pluvial constituem-se em alternativa importante para a redução no uso da água pela lavoura de arroz.

Época de irrigação

A definição do momento de irrigar é uma questão de fundamental importância no manejo da irrigação de qualquer cultura. Esse aspecto assume, porém, maior relevância para o arroz irrigado por aspersão, em razão da sensibilidade da cultura ao déficit hídrico. O controle de irrigação pode ser realizado por meio do monitoramento de variáveis climáticas ou de solo.

Para o controle via clima, é preciso dispor de dados climáticos que permitam estimar a evapotranspiração potencial (ETo) e conhecer sua relação com a evapotranspiração real da cultura (ETr), a qual é denominada coeficiente de cultivo (Kc). O Kc varia em função do teor de água no solo, sendo conhecido para o arroz produzido em sistema irrigado por inundação, ou seja, sob condições de solo saturado.

Esse parâmetro ainda não foi estabelecido para o arroz irrigado por aspersão, cultivo em que o solo não se encontra saturado. Nesse sistema de produção, o Kc irá variar, ainda, com o manejo da água adotado. Por essa razão, ainda não é possível proceder ao controle da irrigação via clima de forma adequada, tendo-se, como opção, o manejo da irrigação com base em parâmetros de solo.

Para o manejo da irrigação via solo são utilizados sensores para monitorar a tensão de água, que está diretamente relacionada à umidade do solo, de forma que quanto mais seco estiver o solo, maior a tensão medida. Conhecendo-se a tensão de água no solo ideal para o bom desenvolvimento da cultura do arroz, a irrigação é feita de forma a mantê-la no nesse valor. Com base nos resultados de pesquisa discutidos anteriormente, recomenda-se irrigar o arroz na tensão de 10 kPa, embora na fase vegetativa, caso haja necessidade de economizar água, seja possível irrigar com tensões maiores, respeitando-se o limite superior de 30 kPa.

Atualmente, dispõem-se de diversos tipos de sensores para monitoramento da umidade do solo, sendo mais utilizados pela pesquisa os sensores TDR e FDR, bem como outros de mais fácil acesso e manuseio, como os tensiômetros e sensores de medição indireta por meio de resistência elétrica. Um exemplo destes últimos são os sensores Watermark®.

Os sensores devem ser instalados em profundidade representativa da profundidade efetiva do sistema radicular da planta, que, por sua vez, é aquela em que estão concentrados aproximadamente 80% do sistema radicular da cultura. Para o arroz cultivado no ambiente de terras baixas do Rio Grande do Sul, os primeiros resultados de pesquisa indicam que os sensores podem ser instalados a 10 cm de profundidade, que é a profundidade efetiva do sistema radicular, mas também devido ao fato de apresentar a tensão de água no solo ideal, ou seja, próxima da saturação, entre 10 e 30 kPa, dependendo

da fase fenológica da cultura. Se o controle da umidade for feito em profundidade maior, há risco de irrigar sob umidade alta na superfície do solo, refletindo-se em perda de água por escoamento superficial. Um exemplo seria logo após uma chuva, quando a infiltração é menor. Isso porque a taxa de infiltração depende da umidade do solo, sendo menor quando o conteúdo de umidade do solo é mais elevado.

Para escolher o local de instalação dos sensores na lavoura, é importante identificar áreas homogêneas dentro da área, quanto à topografia e ao solo, por exemplo. No caso de áreas com declividade, é importante que os sensores sejam instalados nas partes superior, mediana e inferior. No caso do arroz, que é uma cultura muito sensível ao déficit hídrico, é melhor que a irrigação seja feita de acordo com a umidade do solo na parte superior da lavoura, pois essa área tende a ser mais seca. As leituras dos sensores devem ser diárias.

Da mesma forma que o momento de iniciar a irrigação, o momento de interromper esse processo também é fundamental. Uma indicação para evitar perda de rendimento de engenho em cultivos de arroz irrigado por aspersão consiste em manter a irrigação durante todo o período de cultivo, suspendendo-a, apenas, na véspera da colheita.

Manejo da Cultura

José Maria Barbat Parfitt

Germani Concenço

Walkyria Bueno Scivittaro

Introdução

No Rio Grande do Sul, embora as cultivares de arroz recomendadas para o cultivo irrigado por aspersão sejam aquelas desenvolvidas para o sistema irrigado por inundação, o manejo e os tratos culturais da cultura apresentam distinções. A principal razão é a não necessidade de formação de lâmina de água no cultivo irrigado por aspersão, dispensando o uso de taipas. Isso, por um lado, lhe confere algumas vantagens, como a possibilidade de adoção de sistema plantio direto pleno e de realização de todas as operações agrícolas via terrestre. Mas, por outro lado, apresenta como limitações a exigência de mais atenção quanto ao manejo integrado de pragas e à correção da fertilidade do solo.

Neste capítulo são abordados temas associados ao manejo e aos tratos culturais requeridos pelo arroz cultivado em sistema irrigado por aspersão, enfatizando-se os aspectos relativos ao sistema de cultivo e à rotação de culturas, bem como suas interações com o manejo do arroz. O detalhamento de várias práticas culturais específicas, incluindo a irrigação, calagem e adubação e o controle de plantas daninhas, pragas e doenças não serão tratados, visto serem foco de capítulos específicos desta mesma publicação.

Sistema de cultivo

Muito embora as cultivares de arroz desenvolvidas para o sistema irrigado por inundação apresentem potencial de produtividade elevado, essas são muito sensíveis à deficiência hídrica no solo, principalmente durante o período reprodutivo. Resultados de experimentos realizados pela Embrapa Clima Temperado utilizando preparo convencional do solo evidenciaram injúria severa por deficiência hídrica em plantas localizadas em diversos locais das áreas experimentais, mesmo se adotando o manejo da água preconizado pela pesquisa, ou seja, procedendo-se a irrigação no máximo quando a tensão de água no solo atingia 10 kPa. Isso porque como o solo das áreas acompanhadas não possuía cobertura vegetal morta, as gotas de água dos aspersores provocavam desestruturação da camada superficial do solo, com posterior formação de uma crosta, impedindo a infiltração satisfatória da água no solo. Comportamento esse que praticamente não é verificado quando o arroz é cultivado sobre uma cobertura morta e, principalmente, sob sistema plantio direto estabelecido há alguns anos. Fica claro, pois, que o arroz irrigado por aspersão deve ser cultivado em um sistema de produção envolvendo rotação de culturas e plantio direto.

Uma possibilidade de sistema de produção consiste na produção da rotação arroz, milho e soja no verão, em sucessão com espécies forrageiras no inverno, associado ou não à pecuária bovina. Independentemente do sistema de culturas estabelecido, um procedimento essencial a ser tomado refere-se à necessidade de dessecação da área com antecedência para a semeadura do arroz. Isso porque a cultura requer temperatura mínima de 11°C para iniciar o processo germinativo (FLOSS, 2004), mas o processo de emergência não é rápido e efetivo em temperaturas inferiores a 18-20°C (REUNIÃO..., 2014). Assim, se há muita cobertura morta sobre o solo, poderá ocorrer estande de plantas inferior ao desejado.

Dados de pesquisa realizada em Planossolo Háplico com a cultivar de arroz irrigado BRS Pampa por cinco safras consecutivas, com e sem rotação com soja, associada ou não do cultivo de plantas de cobertura de solo no outono/inverno, mostram que a implantação da cultura de verão sobre cobertura de azevém favorece a produtividade do arroz, que foi de 8671 kg/ha, quando cultivado em rotação com soja, e de 7464 kg/ha, quando em monocultivo. Não houve efeito das distintas coberturas de inverno na produtividade do arroz.

Época de semeadura e distribuição espacial de plantas

Outro aspecto relevante com relação ao manejo do arroz irrigado por aspersão inserido em um sistema de produção diz respeito à época de semeadura, que deve ser a mesma recomendada para o arroz irrigado por inundação (REUNIÃO..., 2014), devendo-se ter em consideração, porém, que no sistema irrigado por aspersão, o ciclo da fase vegetativa da cultura alonga em torno de 5 a 10 dias, comparativamente ao sistema inundado. Por essa razão, é recomendável que a data final de semeadura do arroz seja reduzida no mesmo período, ou seja, entre 5 a 10 dias em relação ao período indicado pelo zoneamento agroclimático da cultura, que foi estabelecido considerando o ciclo biológico da cultura produzida sob irrigação por inundação; dessa forma minimizam-se os riscos decorrentes da ocorrência de frio na fase reprodutiva.

No que diz respeito ao arranjo de plantas, incluindo a densidade de semeadura e o espaçamento entre linhas, bem como a profundidade de semeadura para o arroz, as observações feitas até o momento demonstraram não haver alterações no comportamento do arroz que justifiquem modificação no manejo da cultura para o sistema irrigado por aspersão, devendo-se, portanto, adotar os mesmos procedimentos recomendados para a cultura irrigada por inundação (REUNIÃO..., 2014).

Tolerância a herbicidas

A adoção de cultivares de arroz com tolerância aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (variedades ClearField®) permite a aplicação de herbicidas que seriam letais a cultivares não tolerantes a esses produtos. Esta possibilidade facilita o manejo de diversas plantas daninhas, particularmente o arroz-vermelho, principal infestante em áreas de arroz irrigado por inundação.

Não foram observadas restrições à utilização de cultivares com essa característica no sistema de produção de arroz irrigado por aspersão, desde que sejam seguidas as indicações técnicas da pesquisa e do fornecedor. Ao se escolher uma variedade com tecnologia ClearField®, é fundamental, também, avaliá-la quanto a outras características, como a resistência a pragas e doenças, resposta à adubação, entre outras, verificando a sua adequação ao ambiente estabelecido pela irrigação mecanizada por aspersão.

Proposta de manejo da cultura

Na Figura 1 é apresentado, esquematicamente, um conjunto hipotético de práticas de manejo da cultura essenciais em cultivo de arroz irrigado por aspersão e a época sugerida para a sua realização, considerando-se a fenologia (ciclo) do arroz, sendo a descrição das práticas relacionadas apresentada na Tabela 1.

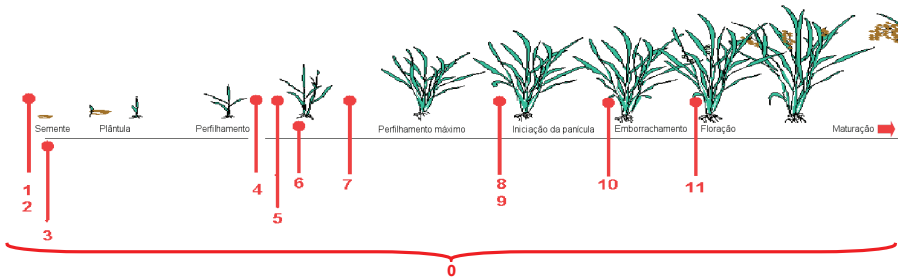


Figura 1. Esquema demonstrativo hipotético da época de realização do conjunto de práticas indicadas para o cultivo do arroz irrigado por aspersão, em função da fenologia da cultura.

Tabela 1. Descrição das práticas hipotéticas de manejo da cultura do arroz irrigado por aspersão, em função da fenologia da cultura.

Prática	Observações
0. Manejo da irrigação	Ao longo de todo o ciclo. Estresse hídrico no período vegetativo pode não afetar a produtividade, mas promove alongamento do ciclo da cultura; nas demais fases, o estresse pode resultar em danos à produtividade. A irrigação deve ser mantida até poucos dias antes da colheita para garantir o rendimento de grãos inteiros. Observar as recomendações específicas descritas no Capítulo 6.
1. Tratamento de sementes	Deve ser feita com antecedência, não ultrapassando o período máximo de armazenamento das sementes tratadas, segundo recomendação da pesquisa, para que não haja prejuízos à germinação e velocidade de crescimento inicial das plântulas.

continua...

Continuação Tabela 1.

Prática	Observações
2. Dessecação em pré-plantio	Deve ser realizada com a devida antecedência (variável em função da espécie vegetal e do volume de massa presente), de forma a garantir que o controle seja efetivado anteriormente à semeadura do arroz.
3. Semeadura / adubação de plantio	Observar as recomendações específicas descritas no Capítulo 4.
4. Controle de insetos-praga	Eventualmente necessário para o controle de <i>Spodoptera frugiperda</i> ; a aplicação deve ser realizada com base no monitoramento da infestação.
5. Adubação nitrogenada em cobertura (primeira aplicação)	No início do perfilhamento, correspondendo ao estágio de quatro folhas.
6. Manejo de plantas daninhas	O manejo de plantas daninhas deve considerar os seguintes aspectos: (1) dessecação eficiente e plantio em área isenta de plantas daninhas; (2) manejo da infestação de pós-emergência na fase inicial; e (3) uso de herbicidas com efeito residual no solo.
7. Adubação nitrogenada em cobertura (segunda aplicação)	Em anos chuvosos, o parcelamento da primeira cobertura com nitrogênio pode ser positivo. Neste caso, a dose recomendada pode ser dividida em duas aplicações; a primeira no estágio de quatro folhas e a segunda, dez a doze dias após, quando as plantas atingirem o estágio de seis a sete folhas.
8. Adubações nitrogenada e potássica em cobertura (segunda ou terceira aplicação)	Na iniciação da panícula. Nesta ocasião, pode-se realizar, também, a aplicação de dose complementar de potássio, quando prevista, que contribui para a resistência da planta a doenças. Observar recomendação específica no Capítulo 4.

Prática	Observações
9. Aplicação de fungicida	Indicada para cultivares suscetíveis, principalmente à brusone. Observar recomendação específica no Capítulo 10.
10. Monitoramento de doenças	Indicado para cultivares suscetíveis a doenças fúngicas.

Manejo integrado de pragas

Pragas, doenças e plantas daninhas constituem-se nos principais fatores bióticos limitantes à produtividade do arroz. Embora uma ampla gama de insetos utilize o ecossistema de produção de arroz para obter os recursos necessários à sobrevivência, somente alguns são considerados pragas, interferindo no desenvolvimento e produtividade do arroz. No sistema de cultivo de arroz irrigado por aspersão, algumas pragas importantes para o sistema inundado, como a bicheira-da-raiz e os caramujos, têm sua importância bastante reduzida. Outras, porém, podem ser favorecidas pelo ambiente estabelecido em sistema irrigado por aspersão.

Quanto às plantas daninhas, qualquer espécie que se estabeleça no ecossistema de terras baixas, dentro das lavouras, pode representar dano potencial à produtividade do arroz, por competir com a cultura por água, luz e nutrientes. A composição botânica das espécies daninhas observadas em uma lavoura de arroz é, porém, bastante alterada em função das práticas de manejo. Assim, a mudança do sistema de irrigação por inundação para aspersão promove a redução da importância de algumas espécies de plantas daninhas, mas ocasiona maior incidência de outras. Um exemplo é a ocorrência de espécies não tradicionalmente infestantes de lavouras de arroz irrigado por inundação, como o caruru, que pode ser observado no sistema irrigado por aspersão.

As doenças também são alteradas pelas novas características do sistema de produção. No sistema irrigado por inundação, a água é fornecida ao arroz por fonte lateral, mas no sistema de aspersão, as folhas são molhadas com maior frequência, condição que potencializa a ocorrência de algumas doenças em arroz. Nas condições do Rio Grande do Sul, no entanto, o período de molhamento foliar observado no sistema de irrigação por aspersão não foi suficiente para aumentar a severidade de doenças, mas plantas sob estresse por seca – no caso de um manejo inadequado da água – são mais suscetíveis a doenças.

Todas essas particularidades são tratadas em capítulos específicos, mas deve-se lembrar que o manejo integrado dos agentes bióticos aumenta a eficiência das práticas de controle e, com o tempo, auxilia na redução dos custos de produção.

Embora o controle de pragas, doenças e plantas daninhas seja normalmente fundamentado no controle químico, outras práticas de manejo devem ser obrigatoriamente associadas à aplicação de produtos químicos para garantir a eficiência no controle. Se por um lado a aplicação de pesticidas isoladamente não é eficiente, por outro o manejo exclusivo por meio de práticas culturais também não é totalmente efetivo. Há que se integrar todos os métodos possíveis para se alcançar sucesso no controle dos agentes bióticos limitantes à produtividade ou à sustentabilidade do cultivo.

As áreas manejadas de forma adequada apresentam bom desenvolvimento, sendo pouco afetadas por fatores adversos, especialmente pragas, doenças e plantas daninhas, que dificilmente ocorrerão em níveis elevados. Em termos gerais, as seguintes práticas são preconizadas para sistemas de produção de arroz irrigado por aspersão, de forma a otimizar a produção:

- (a) Rotação de culturas: proporciona a diversificação do ambiente, reduzindo a seleção dos agentes bióticos danosos.

(b) Rotação de princípios ativos de pesticidas: essa prática diminui a chance de ocorrência de organismos (biotipos) resistentes aos principais pesticidas utilizados no sistema. Na alternância de compostos, sugere-se utilizar princípios ativos com diferentes mecanismos de ação;

(c) Integração lavoura-pecuária: quando viável, é um dos sistemas mais eficientes na supressão de pragas, doenças e plantas daninhas, devido à grande variação no manejo dos diferentes sistemas utilizados na área. O produtor que utilizar esse sistema e manejá-lo corretamente, raramente terá problemas severos com agentes bióticos danosos;

(d) Cobertura do solo na entressafra: trata-se de uma prática muito eficiente na supressão de diversas plantas daninhas. Deve-se evitar a implantação na entressafra de espécies cultivadas que possam atuar como hospedeiros de pragas e doenças do arroz.

(e) Época de plantio e arranjo de plantas: indica-se a semeadura do arroz obedecendo à época recomendada pelo zoneamento agroclimático da cultura nas diferentes regiões produtoras de arroz do Rio Grande do Sul. Dessa forma, a germinação, bem como o fechamento do dossel, ocorrerão mais rapidamente, suprimindo o crescimento das plantas daninhas. Esse efeito é favorecido, também, pela adoção de um arranjo de plantas apropriado.

Em áreas que não seguem pelo menos alguns dos preceitos apresentados, nem mesmo os melhores pesticidas disponíveis serão capazes de controlar determinados agentes bióticos prejudiciais. O reflexo da não utilização das práticas previamente descritas reflete-se em aumento dos custos de produção e em problemas com resistência ou perda de eficiência de diversos pesticidas.

Considerações Finais

Embora o manejo da cultura do arroz não seja muito diferente em função do sistema de irrigação, cuidados devem ser tomados para que a lavoura seja implantada em área limpa e que os fluxos iniciais de ocorrência de plantas daninhas sejam controlados adequadamente. O monitoramento de pragas e doenças garantirá a sanidade da lavoura, ao possibilitar a identificação de problemas fitossanitários na sua fase inicial. O manejo da irrigação deve ser feito de forma a garantir que a cultura não sofra estresse hídrico. Adicionalmente, as trilhas das rodas do pivô devem ser monitoradas, para evitar atolamento e problemas no cronograma de irrigação da lavoura.

Quanto às demais práticas, deve-se aproveitar a possibilidade da utilização plena do sistema plantio direto na cultura do arroz, viabilizado pela irrigação mecanizada, e beneficiar-se da rotação de culturas, uso de culturas de cobertura do solo no inverno, adubação verde e integração lavoura-pecuária para a sustentabilidade da lavoura. Os resultados se traduzirão em menor custo de produção, menor incidência de agentes bióticos adversos e maior lucro líquido do empreendimento.

Manejo de Plantas Daninhas

André Andres

Giovani Theisen

Gustavo Mack Teló

Germani Concenço

Matheus Bastos Martins

Plantas daninhas no sistema de produção de arroz irrigado por aspersão

O sistema de irrigação por aspersão na cultura do arroz irrigado contribui para a otimização do uso de água na agricultura. A produtividade de grãos nesse sistema atinge níveis similares aos obtidos no sistema irrigado por inundação, representando uma alternativa para reduzir o uso da água pela cultura.

Dentre as dificuldades verificadas nesse sistema de produção, uma delas consiste na presença e competição exercida pelas plantas daninhas ao arroz cultivado, podendo interferir diretamente na redução da produtividade da cultura. A ausência da lâmina de água permanente característica desse sistema de produção facilita o estabelecimento ou a reinfestação de plantas daninhas. Essa condição faz com que as estratégias de manejo de plantas daninhas empregadas com eficiência no sistema irrigado por inundação não sejam bem sucedidas no sistema irrigado por aspersão, visto que muitas plantas daninhas são naturalmente suprimidas pela presença constante da lâmina de água (STEVENS et al., 2012).

Na relação das principais espécies de plantas daninhas presentes em terras baixas, as poáceas anuais representam o grupo que ocasiona interferência negativa intensa ao arroz irrigado por inundação e, também, ao arroz irrigado por aspersão (THEISEN et al., 2013). As espécies de capim-arroz (complexo *Echinochloa*), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), milhã (*Digitaria ciliaris*) e papuã (*Brachiaria plantaginea*) apresentam vigoroso crescimento em condições adequadas de umidade do solo e elevadas temperaturas do ar e do solo, resultando em redução significativa na produtividade de grãos de arroz quando não controladas eficientemente. Na Tabela 1, são apresentadas as principais plantas daninhas encontradas nas terras baixas da região Sul do Brasil.

Tabela 1. Principais plantas daninhas encontradas em áreas de terras baixas da Região Sul do Brasil, cultivadas com arroz irrigado por aspersão¹.

Nome popular	Nome científico	Ciclo de vida	Forma de reprodução	Nível de infestação ²
Família Poaceae				
Arroz-daninho	<i>Oryza sativa</i>	Anual	Sementes	Alta
Capim-arroz	<i>Echinochloa</i> ³	Anual	Sementes	Alta
Capim-pé-de-galinha	<i>Eleusine indica</i>	Anual	Sementes	Alta
Papuã	<i>Bracharia plantaginea</i>	Anual	Sementes	Alta
Milhã	<i>Digitaria ciliaris</i> <i>D. sanguinalis</i>	Anual	Sementes	Alta
Capim canarana	<i>Echinochloa polystachya</i>	Perene	Sementes / rizomas	Baixa
Capim-de-várzea	<i>Eriochloa punctata</i>	Anual / perene	Sementes	Baixa
Capim-capivara	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	Perene	Sementes / estolões / rizomas	Baixa
Capim-macho	<i>Ischaemum rugosum</i>	Anual	Sementes	Baixa-média
Capim-do-banhado	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Anual / perene	Sementes / estolões	Baixa
Gramadoce	<i>Paspalum acuminatum</i>	Perene	Sementes / estolões	Baixa
Gramado-ponta	<i>Paspalum distichum</i>	Perene	Sementes / estolões / rizomas	Baixa
Gramalombo-branco	<i>Paspalum modestum</i>	Perene	Sementes/estolões	Baixa
Leptocloa	<i>Leptochloa uninervis</i>	Anual	Sementes	Baixa

continua...

Continuação Tabela 1.

Nome popular	Nome científico	Ciclo de vida	Forma de reprodução	Nível de infestação ²
Grama-boiadeira	<i>Leersia hexandra</i> <i>Luziola peruviana</i>	Perene	Sementes / estolões	Baixa
Família Cyperaceae				
Junquinho	<i>Cyperus</i> ⁴	Anual	Sementes	Média-alta
Junquinho	<i>Cyperus laetus</i>	Anual	Sementes / rizomas	Média
Tiririca	<i>Cyperus esculentus</i>	Perene	Sementes / tubérculos	Média
Cuminho	<i>Fimbristylis miliacea</i>	Anual	Sementes	Média-alta
Família Pontederiaceae				
Aguapé	<i>Heteranthera reniformis</i>	Perene	Sementes / estolões	Baixa
Família Alismastaceae				
Sagitária	<i>Sagittaria guyanensis</i> <i>S. montevidensis</i>	Perene	Sementes / rizomas / tubérculos	Baixa
Família Fabaceae				
Angiquinho	<i>Aeschynomene denticulata</i> <i>A. indica</i> <i>A. sensitiva</i>	Anual	Sementes	Média

continua...

Continuação Tabela 1.

Nome popular	Nome científico	Ciclo de vida	Forma de reprodução	Nível de infestação ²
Família Amaranthaceae				
Erva-de-jacaré	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Perene	Sementes / vegetativa (ramos)	Média
Família Convolvulaceae				
Corriola	<i>Ipomoea grandifolia</i>	Anual	Sementes	Baixa
Família Onagraceae				
	<i>Ludwigia elegans</i>			
Cruz-de-malta	<i>L. longifolia</i>	Anual / perene	Sementes	Baixa
	<i>L. octovalvis</i>	Perene		
Família Polygonaceae				
Erva-de-bicho	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Anual	Sementes	Baixa-média

¹Adaptado de REUNIÃO (2014).²A intensidade da presença de plantas daninhas em arroz irrigado por aspersão varia em função da região orizícola do RS e SC, do sistema de implantação de cultivo empregado, da adoção de sistema de rotação de culturas e herbicidas, entre outras práticas agrícolas (REUNIÃO, 2014).³Várias espécies de capim-arroz são relatadas em terras baixas, entre elas, *E. colona*, *E. crusgalli*, *E. mitis*, *E. Helodes*.⁴Várias espécies de junquinho/tiririca são relatadas em terras baixas, entre elas, *C. difformis*, *C. ferax*, *C. iria*, *C. Brevifolia*.

Manejo de plantas daninhas no cultivo de arroz irrigado por inundação

O manejo integrado de plantas daninhas em arroz irrigado por inundação é caracterizado pela associação de práticas agronômicas visando minimizar seu efeito negativo (REUNIÃO..., 2014). Além da própria lâmina de água na superfície do solo, que naturalmente reduz a germinação e o estabelecimento de diversas espécies de plantas daninhas, outras medidas, como o desenvolvimento de genótipos mais vigorosos e o porte de plantas desejável, associadas à população adequada de plantas de arroz na lavoura, proporcionam maior competitividade com plantas daninhas. O preparo antecipado do solo, que estimula a germinação das sementes das plantas daninhas, e a implantação da cultura do arroz em sistema de semeadura direta sobre uma cobertura vegetal colaboram para a redução da presença de algumas espécies poáceas anuais. A antecipação da época de semeadura (dentro do indicado pela pesquisa), o uso de aplicação de herbicidas não seletivos no estágio de ponto-de-agulha do arroz, o controle precoce de plantas daninhas e a irrigação precoce das lavouras (formação da lâmina de água), resulta em um conjunto de medidas que reduzem a intensidade de plantas daninhas nas áreas de arroz irrigado por inundação.

Manejo de plantas daninhas no cultivo de arroz irrigado por aspersão

Mesmo que diversas alternativas de manejo de plantas daninhas estejam à disposição do sistema produtivo (REUNIÃO..., 2014), o método de controle ainda mais empregado em arroz irrigado por inundação é associação da aplicação de herbicidas com a formação precoce da lâmina de água na lavoura (ANDRES; MACHADO, 2004). Porém, quando o arroz é irrigado por aspersão não há formação da lâmina de água, portanto a barreira física que impediria a germinação

e a emergência de plantas daninhas está ausente (FREITAS, 2004; STEVENS et al., 2012). Sendo assim, estratégias devem ser empregadas para evitar a germinação, emergência e, finalmente, a competição com a cultura.

Estudos realizados na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, no período de 2012 a 2015, mostram que a presença de plantas daninhas em arroz irrigado por aspersão pode reduzir a produtividade de grãos entre 11 e 95% (THEISEN et al., 2013), dependendo do tratamento químico aplicado (Tabela 2). Na ausência de controle químico de plantas daninhas, a produtividade é totalmente comprometida.

Nos estudos realizados, avaliaram-se, ainda, a eficiência de alguns dos principais herbicidas registrados para arroz irrigado, incluindo clomazone, imazethapyr+imazapic, imazapyr+imazapic, pendimethalin e penoxsulam, sobre um espectro de plantas daninhas em cultivos de arroz irrigado por inundação e por aspersão, sem a presença permanente de lâmina de água. Além do quê, avaliou-se a contribuição da aplicação de glyphosate no estágio de ponto-de-agulha do arroz (Figura 1).

Os resultados obtidos indicaram, de modo geral, que o uso unicamente de herbicidas pré-emergentes (clomazone, pendimethalin e penoxsulam) não fornece os melhores índices de controle de plantas daninhas e, por consequência, não permitiram a obtenção de produtividades elevadas de grãos (Tabela 2). Porém, a associação do herbicida clomazone (700 g ha^{-1}) em área cultivada com sementes de arroz tratadas antes da semeadura com o protetor Permit[®] (dietholate), à aplicação de glyphosate no estágio de ponto-de-agulha do arroz, apresentou bons resultados no controle de plantas daninhas e na produtividade de grãos.

O herbicida penoxsulam, quando aplicado em pré-emergência, apresentou eficiência no controle de ciperáceas, como *Cyperus difformis* e *C. iria*, sem necessidade de manejo complementar. Porém, constatou-se, após o cultivo de arroz por duas safras consecutivas com as mesmas opções de herbicidas (penoxsulam (36 e 48 g ha⁻¹), clomazone (até 360 g ha⁻¹) e pendimethalin (1250 e 1750 g ha⁻¹)), a ocorrência de plantas “escapes” de capim pé-de-galinha, milhã e papuã (mais de 4 plantas m⁻²). Nesses casos, foram necessárias duas complementações do manejo químico com a aplicação de herbicida inibidor de ACCase, cyhalofop-butyl, em pós-emergência (360 g ha⁻¹), para o controle dessas espécies.



Figura 1. Sementes de arroz no estágio S₃ (ponto-de-agulha).
Fonte: Freitas, T.F.S; Grohs, D. - REUNIÃO... (2014).

Tabela 2. Herbicidas, doses, época de aplicação, massa da matéria seca e controle de plantas daninhas e produtividade de arroz em sistema de produção de arroz irrigado por aspersão. Adaptado de THEISEN et al. (2013).

Herbicida	Doses (g i.a)	Época de aplicação ¹	Mat. seca plantas daninhas				Controle plantas daninhas (%)				Produtividade grãos	
			g m ⁻²		70 DAE		NDES		DESS ²		t ha ⁻¹	
			DESS ²	NDES	DESS ²	NDES	DESS ²	NDES	DESS ²	NDES		
Clomazone ³	400	PRE	174bc	182b	29d	31c	4,38bc	1,92cde				
Clomazone ³	700	PRE	69cd	112b	56bc	36bc	6,59ab	3,46bc				
Pendimethalin	1250	PRE	306a	629a	3e	4e	3,55cd	0,67de				
Pendimethalin	1750	PRE	322a	763a	6e	7de	0,98d	0,44e				
Penoxsulam	24	POS	104bc	194b	65b	29cd	5,77b	3,85bcd				
Penoxsulam	60	POS	182b	155b	41cd	24cd	4,23bc	2,32cde				
Imazethapyr+imazapic	37,5+12,5	PRE ⁴	66cd	70b	68b	57b	6,14ab	4,61bc				
Imazethapyr+imazapic	37,5+12,5	POS										
Imazethapyr+imazapic	56,25+18,75	PRE ⁴	2d	8c	95a	91a	9,58a	8,14ab				
Imazethapyr+imazapic	56,25+18,75	POS										
Imazapyr+imazapic	73,5+24,5	POS	29d	35bc	95a	88a	9,70a	9,16a				

¹PRÉ, pré-emergência; POS, pós-emergência.

²DESS, dessecação; NDES, não-dessecação (previamente a emergência).

³Sementes do arroz previamente tratadas com Permit[®]

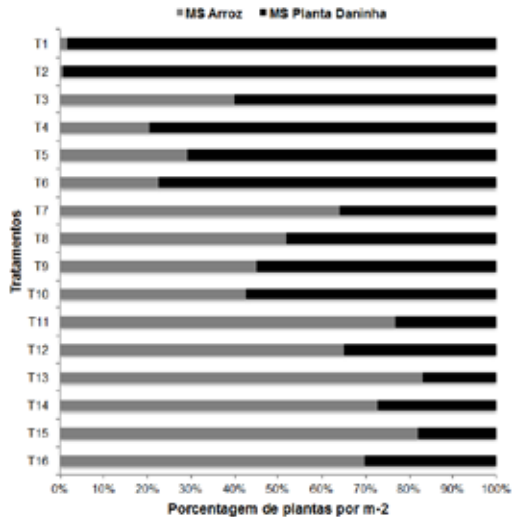
⁴Aplicações sequenciais.

Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan (P<0,05).

No entanto, quando a opção foi o uso de produtos registrados para a tecnologia Clearfield®, os estudos mostraram que o emprego sequencial de imazethapyr+imazapic, nas doses de 56,25 + 18,75g ha⁻¹ (pré e pós-emergência), proporcionou resultados satisfatórios, tanto no controle de plantas daninhas como em produtividade de grãos de arroz. Doses inferiores da mistura formulada (imazethapyr + imazapic), em aplicação sequencial (pré e pós-emergência), não se mostraram satisfatórias no controle das plantas daninhas, com reflexos na produtividade de grãos do arroz. Porém, para esse tratamento, a associação com glyphosate em ponto-de-agulha, proporcionou menor produção de massa de matéria seca de plantas daninhas e, assim, resultou em produtividade de grãos de arroz adequada. A mistura formulada de imazapyr + imazapic (73,5 + 24,5 g ha⁻¹), aspergida em pré ou em pós-emergência, em dose única, foi eficiente em reduzir a produção de massa de matéria seca de plantas daninhas, permitindo que o arroz expressasse seu potencial produtivo. Nas áreas com uso dos herbicidas da tecnologia Clearfield® também houve o aparecimento de plantas “escapes” de capim pé-de-galinha, milhã e papuã, sendo necessária a complementação do controle químico com o uso de herbicida inibidor da ACCase.

Outra alternativa avaliada foi o uso de duas aplicações do herbicida clomazone, aspergido em pré-emergência (360 g ha⁻¹) no ponto-de-agulha do arroz e a outra, em pós-emergência (360 g ha⁻¹), associada em sequência com o herbicida inibidor de ACCase (cyhalofop-butyl). Este último proporcionou o controle de gramíneas anuais, como capim-arroz, capim-pé-de-galinha, milhã e papuã, presentes na área. Essa estratégia colabora também na ampliação do período de tempo em que o arroz permanece sem competição das plantas daninhas e foi realizada quando as plantas daninhas apresentavam até três folhas (17 dias após a emergência do arroz). Todavia, também com o uso desses herbicidas (clomazone e cyhalofop-butyl), houve “escape” de plantas daninhas ciperáceas.

De um modo geral, durante o período de estudos, observaram-se benefícios da associação do uso de herbicidas, imediatamente após a semeadura do arroz (na pré-emergência das plantas daninhas), como clomazone, penoxsulam, imazethapyr + imazapic e imazapyr + imazapic, e a aplicação de glyphosate no estágio de ponto-de-agulha do arroz. Essa associação permitiu reduzir a produção de massa de matéria seca de plantas daninhas no momento da colheita (Figura 2), possibilitando atingir-se índice de controle de gramíneas na pré-colheita do arroz superior a 90%.



(T1) Glyphosate em ponto de agulha, (T2) Testemunha sem aplicação de herbicida, (T3) Glyphosate*/Clomazone 360 g i.a. ha⁻¹ em pré-emergência, (T4) Clomazone 360 g i.a. ha⁻¹ em pré-emergência, (T5) Glyphosate*/Clomazone 450 g i.a. ha⁻¹ em pré-emergência, (T6) Clomazone 450 g i.a. ha⁻¹ em pré-emergência, (T7) Glyphosate*/Penoxsulam 48 g i.a. ha⁻¹ em pré e pós-emergência, (T8) Penoxsulam 48 g i.a. ha⁻¹ em pré e pós-emergência, (T9) Glyphosate*/Penoxsulam 36 g i.a. ha⁻¹ em pré e pós-emergência, (T10) Penoxsulam 36 g i.a. ha⁻¹ em pré e pós-emergência, (T11) Glyphosate*/Imazethapyr+imazapic (75+25 g i.a. ha⁻¹) em pré-emergência, (T12) Imazethapyr+imazapic (75+25 g i.a. ha⁻¹) em pré-emergência, (T13) Glyphosate*/Imazethapyr+imazapic (75+25 g i.a. ha⁻¹) em pré e pós-emergência, (T14) Imazethapyr+imazapic (37,5+12,5 g i.a. ha⁻¹) em pré e pós-emergência, (T15) Glyphosate*/Imazapyr+imazapic (73,5+3,5 g i.a. ha⁻¹) em pré-emergência, (T16) Imazapyr+imazapic (73,5+3,5 g i.a. ha⁻¹) em pré-emergência. *Aplicação de glyphosate 720 g e.a ha⁻¹ no estágio de ponto-de-agulha.

Figura 2. Massa de matéria seca de plantas de arroz e de plantas daninhas por metro em função da aplicação de herbicida no controle de plantas daninhas em sistema de produção de arroz irrigado por aspersão. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS.

O conhecimento obtido nos estudos realizados permitem a elaboração de um quadro com estratégias e indicativos de controle de plantas daninhas em arroz irrigado sob aspersão, utilizando uma escala em cores, associado aos custos parciais de alguns produtos utilizados no manejo (Tabela 3).

Tabela 3. Estratégias de manejo de plantas daninhas em arroz irrigado por aspersão. Embrapa, Pelotas, RS - 2015

Estratégia	Época de aplicação	Herbicida	Dose (g e.a. / i.a ha ⁻¹)	Principais plantas daninhas [#] e eficiência de herbicidas [#]						Estimativa de custo ^{##} (US\$/ha)
				Arroz-daninho	Capim-arroz	Capim-pé-de-galinha	Milhã	Papuã	CYP*	
1	Dessecação	Glyphosate	1400							19,0
	PRE ¹	Imazethapyr+ imazapic	56,25+18,75							20,4
	PAG ²	Glyphosate	720							6,4
	POS ³	Imazethapyr+ imazapic	56,25+18,75							20,4
	POS ⁴	Cyhalofop-butyl	360							59,8
				=US\$ 126						
2	Dessecação	Glyphosate	1400							19,0
	PRE ¹	Imazapyr + imazapic	73,5+24,5							27,5
	PAG ²	Glyphosate	720							6,4
	POS ³	Cyhalofop-butyl	360							59,8
				=US\$ 112,7						

continua...

Continuação Tabela 3.

Estratégia	Época de aplicação	Herbicida	Dose (g e.a. / i.a ha ⁻¹)	Principais plantas daninhas [#] e eficiência de herbicidas [#]							Estimativa de custo ^{##} (US\$/ha)
				Arroz-daninho	Capim-arroz	Capim-pé-de-galinha	Milhã	Papuã	CYP*	Folhas largas**	
	Dessecação	Glyphosate	1400								19,0
	PRE ¹	Clomazone	360								21,8
	PAG ²	Glyphosate	720								6,4
Para todas as 3 cultivares de arroz	POS ³	Cyhalofop-butyl	360								59,8
	POS ⁴	Cyhalofop-butyl	360								59,8
	POS ³	Metsulfuron-methyl	2								2,7
	POS	Bentazon	960								14,1
										=US\$ 183,6	

continua...

Continuação Tabela 3.

Estratégia	Época de aplicação	Herbicida	Dose (g e.a. / i.a ha ⁻¹)	Principais plantas daninhas* e eficiência de herbicidas##						Estimativa de custo### (US\$/ha)
				Arroz-daninho	Capim-arroz	Capim-pé-de-galinha	Milhã	Papuã	CYP*	
Para todas as 4 cultivares de arroz	Dessecação	Glyphosate	1400							19,0
	PRE ¹	Penoxsulam	48							32,8
	PAG ²	Glyphosate	720							6,4
	PRE ¹	Clomazone	360							21,8
	POS ⁴	Cyhalofop-butyl	360							59,8
									=US\$ 199,6	

^ Doses registradas (Agrofit, 2015).

* Ciperáceas (*Cyperus difformis*, *C. esculentus*, *C. ferax*, *C. iria*, *C. brevifolia*).

** Folhas largas (*Alternanthera philoxeroides*, *Polygonum persicaria*, *Aeschynomene denticulata*).

#Para programar a estratégia, observar a presença de espécies resistentes a herbicidas.

Levantamento de preços realizado no dia 28 de outubro de 2015 no comércio local (1 US\$ = 3,90 R\$). Ao custo do produto, em cada aplicação terrestre deve adicionar-se o valor de US\$ 6,40/ha, referente ao custo, que envolve trator, equipamentos, mão de obra e combustível.

Escala de cores (vermelho, controle insatisfatório; amarelo, controle intermediário; verde, controle acima de 95%).

¹ Pré-emergente (essa aplicação pode ser realizada no momento da PAG) ou em pós no momento da primeira aplicação dos herbicidas pós-emergentes.

² Ponto-de-agulha do arroz (máximo até cinco dias após a semeadura).

³ Pós-emergente precoce (2-4 folhas) – Observar a necessidade de uso de adjuvantes conforme o fabricante.

⁴ Pós-emergente tardio (acima de 5 folhas), em alguns casos pode ser necessário 3 aplicações em pós-emergência.

Considerações Finais

Estudos indicam que a presença de plantas daninhas no cultivo de arroz irrigado pelo método de aspersão em terras baixas afeta a produtividade de grãos do arroz, se as estratégias de controle adotadas não forem eficientes. Embora medidas culturais de manejo possam reduzir a população de plantas daninhas nas áreas irrigadas por aspersão, a condição ambiental proporcionada por esse método de irrigação é muito favorável à ocorrência de infestação elevada de plantas daninhas. Assim, o controle químico com o uso de herbicidas é a ferramenta de controle mais efetiva para evitar a interferência das plantas daninhas sobre a cultura.

A lavoura do arroz irrigado por aspersão deve iniciar sem infestação de plantas daninhas, para evitar a competição inicial com o arroz irrigado. Quando as plantas daninhas estão estabelecidas, a dificuldade de controle aumenta com o avanço do estágio de desenvolvimento e, em consequência, os índices de controle são menores. Estudos indicam que o incremento na dose de herbicidas nem sempre proporciona o aumento esperado no controle das plantas daninhas e, assim, poderá haver prejuízos à produtividade de grãos do arroz. Assim, é importante a associação de estratégias de manejo de plantas daninhas.

Os resultados de pesquisa evidenciam a importância da associação de ferramentas de controle com outras práticas de manejo, com vistas a minimizar a densidade de plantas daninhas na lavoura de arroz, atenuar a velocidade de crescimento dessas, ou mesmo para controlar aquelas plantas daninhas que escaparam ao controle inicial. Ainda, em situações de elevada presença de sementes de plantas daninhas no solo, indica-se planejar e empregar ferramentas de manejo para reduzir o banco de sementes de infestantes do solo, como o preparo do solo de verão e a rotação de culturas com cultivo de milho ou de soja, que auxiliam também o sucesso do desempenho do sistema de irrigação por aspersão.

A adoção de cobertura vegetal de solo no período do inverno pode minimizar a presença/desenvolvimento de espécies de difícil controle na implantação da semeadura direta. O uso de herbicidas pré-emergentes, com a dessecação não seletiva previamente à emergência do arroz (aplicação em ponto-de-agulha), e o uso eventual de herbicidas pós-emergentes podem auxiliar em minimizar a presença das plantas daninhas em arroz cultivado sob irrigação por aspersão. Ainda, a adoção do sistema Clearfield® (REUNIÃO..., 2014), que emprega cultivares de arroz irrigado resistentes a herbicidas do grupo das imidazolinonas (grupo de herbicidas que atuam inibindo a enzima ALS), é uma alternativa eficiente para manejo de plantas daninhas em cultivos de arroz irrigado por aspersão.

Finalmente, os estudos com arroz irrigado cultivado por aspersão evidenciam o grande potencial dessa técnica em termos de produção, economia de água e de diversificação do sistema de produção. Entretanto, sob o ponto de vista do controle de pragas, é necessário adotar estratégias integradas de manejo, que devem compreender, além do controle químico de plantas daninhas, formas de prevenção (manejo preventivo) e de supressão natural (manejo cultural) das plantas infestantes. Ainda, é importante conhecer, por meio do monitoramento das áreas, quais espécies de plantas daninhas estão presentes na lavoura, para escolher os produtos químicos adequados para seu manejo. Sugere-se sempre consultar as recomendações da pesquisa para a cultura do arroz irrigado para verificar questões relativas ao uso de um ou mais herbicidas.

Manejo de Doenças

Cley Donizeti Martins Nunes

Introdução

As plantas de arroz estão sujeitas ao ataque de doenças em todas as fases do ciclo de desenvolvimento, as quais reduzem a produtividade e qualidade dos grãos colhidos. Os níveis de danos econômicos são diferentes para cada espécie de patógeno e variam de ano para ano e de local para local, em função de variações naturais nas condições ecológicas, meteorológicas, prevalência de raças e suscetibilidade de cultivares, bem como com as práticas culturais. Portanto, a ocorrência de doenças é resultante de um processo dinâmico de interação entre três fatores: hospedeiro X patógeno X ambiente, tendo os dois primeiros uma relação íntima com o último. Modificando-se um ou mais desses fatores para condições favoráveis à planta, reduzem-se os danos provocados pelas doenças (NUNES et al., 2004).

No ambiente, as variáveis climáticas temperatura e umidade relativa do ar são as mais atuantes na ocorrência de doenças fúngicas. Esses fatores influenciam na duração de água livre sobre as folhas, que está altamente correlacionada com a evolução da doença, incluindo a infecção, crescimento da lesão e esporulação. Ao longo de quatro anos de pesquisas com arroz irrigado por aspersão na Embrapa Clima

Temperado, a severidade das doenças observadas foi relativamente baixa. Provavelmente, a irrigação por aspersão teve pouca influência no prolongamento do período de tempo de água livre sobre as folhas.

Por outro lado, é conhecido que quando as plantas são cultivadas em diferentes níveis de estresse por deficiência hídrica, essas se tornam mais suscetíveis a doenças, como a brusone. Nesse sentido, quando cultivado em solo seco, o arroz é vulnerável à brusone; em solo úmido, a cultura é moderadamente resistente a essa doença e, sob condições de alagamento, resistente (OU, 1985).

Nos cultivos de arroz irrigado por aspersão acompanhados, a principal doença verificada foi a brusone (*Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc = *Magnaporthe grisea* Barr.). Em estudo de competição de fungicidas, os danos provocados pelo patógeno comprometeram em até 70% a produção, quando da ausência de controle químico com fungicidas (tratamento testemunha).

Outras doenças foliares de ocorrência comum e com baixo potencial de danos econômicos foram: a mancha-parda (*Helminthosporium oryzae* = *Bipolaris* sp.), a escaldadura-da-folha (*Gerlachia oryzae* = *Rhynchosporium oryzae*), o cavão-verde (*Ustilagoideia virens*), a cárie (*Tilletia barclayana*) e a mancha-de-glumas (causada por mais de um patógeno). Na sequência, serão abordadas as principais doenças em arroz irrigado por aspersão, bem como as principais estratégias de controle que, se adotadas de forma preventiva, minimizam os riscos de danos à produtividade.

Principais doenças

Brusone: *Magnaporthe grisea* (*Pyricularia grisea* = *P. oryzae*)

A doença tem a característica de ser cosmopolita e sua severidade está muito associada às condições climáticas de cada região. No clima

tropical, como em Goiás e em Tocantins, as epidemias são severas, ocorrendo em todos os estádios de desenvolvimento da cultura; enquanto na região de clima temperado, como no Rio Grande do Sul, que tem estações bem definidas, os ataques intensos de brusone são tipicamente epidêmicos; em determinados anos, ocorrendo principalmente na fase reprodutiva. A justificativa é o período de inverno, quando ocorrem baixas temperaturas, inviabilizando o cultivo de arroz irrigado e reduzindo os hospedeiros alternativos. Esse passa a ser um fator importante na redução de inóculo para a safra seguinte.

O sintoma mais típico da brusone ocorre nas folhas. Com a infecção do fungo no tecido foliar, desenvolvem-se pequenos pontos do tamanho de uma cabeça de alfinete, com coloração castanha, que, posteriormente, tornam-se castanho-avermelhados, sendo rodeados por um halo amarelado. Na sequência, há evolução para uma lesão alongada, com bordos irregulares e de coloração marrom, com centro grisáceo, onde aparecem as frutificações do fungo (Figura 1).



Foto: Cley Donizetti Martins Nunes.

Figura 1. Sintoma de brusone na folha e na panícula do arroz. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS. Safra 2014/2015.

As manchas podem coalescer e queimar as folhas, reduzindo a área fotossintética da planta. A doença ataca as plantas, apodrecendo os nós dos colmos, provocando o seu acamamento. Quando ocorre no primeiro nó abaixo da panícula, que é o caso mais comum, a doença é conhecida por brusone de pescoço. Quando a infecção ocorre antes da fase de grãos leitosos, a panícula inteira seca e nos estádios mais avançados, ocorre o desenvolvimento de grãos engessados, redução no peso de grãos e glumas estéreis.

Controle

Para prevenir a disseminação do patógeno de um plantio para outro em uma mesma área, é recomendada a aração profunda, o que permite a incorporação dos restos de cultura e o enraizamento da planta em camadas mais profundas, reduzindo, ainda, a severidade da brusone, pela diminuição do efeito do estresse hídrico.

A melhor forma para o controle da brusone é, sem dúvida, a escolha de uma cultivar com reação de resistência, por ser mais econômica e considerada o principal componente no manejo integrado da brusone.

No entanto, deve-se evitar a alta densidade de plantas e a semeadura tardia da cultura. A pesquisa recomenda que a semeadura ocorra no período compreendido entre o início de setembro até meados de novembro, quando o riscos de ocorrência de brusone é menor. O excesso de plantas favorece o sombreamento mútuo, gerando microambiente favorável ao desenvolvimento da maioria das doenças. Desta forma, o produtor deverá utilizar a quantidade de sementes e o espaçamento recomendados para garantir uma população 150 a 300 plantas por metro quadrado.

Quando houver disponibilidade de mais de uma cultivar, é recomendada a alternância com uma cultivar com reação de resistência à brusone, a cada 3 a 4 anos, pois o uso continuado de

uma mesma cultivar aumenta a pressão de seleção de raças virulentas mais específicas.

O escalonamento da época de semeadura evita que eventuais condições de ambiente favoráveis às doenças atinjam todo o cultivo.

Indica-se o uso de adubação equilibrada. O desbalanço nutricional favorece a ocorrência de doenças, principalmente quando da aplicação excessiva de nitrogênio, que causa o crescimento vegetativo exagerado das plantas, aumentando a suscetibilidade à brusone.

No sistema de irrigação por aspersão, a manutenção do solo saturado durante todo o ciclo da cultura pode contribuir para diminuir os riscos da doença e minimizar a necessidade de uso de fungicidas.

O controle eficiente de plantas daninhas é outra medida importante no controle da brusone, pois as plantas daninhas são hospedeiras de diversos fitopatógenos, que podem transmitir doenças e/ou propiciarem condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento, como sombreamento, temperatura e umidade.

O controle da brusone pode ser feito, também, com o emprego de fungicidas. A proteção contra a brusone nas panículas é mais importante em cultivares suscetíveis ou moderadamente suscetíveis.

Estudo envolvendo quatro fungicidas na safra 2014/2015 (Tabela 1) mostrou que a mistura de Trifloxistrobina + Tebuconazol com Triciclazol proporcionou melhor controle da brusone nas panículas, chegando a 68%, mas não diferiu de outros produtos testados, que também não diferiram entre si quanto ao efeito na produtividade de grãos (NUNES et al., 2015).

Tabela 1. Severidade de brusone da panícula, controle, produtividade de grãos e rendimento de engenho, em resposta ao controle químico com fungicidas. Cultivar Puita INTA CL. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS. Safra 2014/2015.

Ingrediente ativo	Brusone (%)	Controle (%)	Prod. (kg ha ⁻¹)	Rendimento de engenho	
				Inteiros (%)	Queb. + Ges. (%)
Testemunha	35,0b	0	6890a	56,5a	13,8c
Casugamicina	32,5ab	7	6640a	60,8ab	11,1bc
Tetraconazol	23,8ab	32	7292a	58,9ab	11,8bc
Trifloxistrobina + Tebuconazol	21,0ab	39	7573a	59,4ab	9,8ab
Triciclazol	20,0ab	43	7836a	60,3ab	10,5abc
Trifloxistrobina + tebuconazol + triciclazol	11,3a	68	7447a	64,0b	7,3a
CV	21,7	---	12,87	2,08	7,40

¹Queb+Ges = Grãos quebrados + Gessados.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A escolha do fungicida para o controle da brusone pode ser feita de acordo com sua eficiência, disponibilidade no mercado e economicidade. A viabilidade econômica, o número e a época das aplicações dependem do grau de suscetibilidade da cultivar, das práticas culturais adotadas, das condições climáticas e do histórico de ocorrência da doença. Recomenda-se que a primeira aplicação seja ser feita no emborrachamento tardio (até 5% de plantas com panícula emitida) e no caso de uma segunda, 10 a 15 dias após, de acordo com o período residual de cada fungicida.

Mancha-parda: *Cochiobolus miyabeanus* (*Bipolaris oryzae*)

A mancha-parda é uma doença causadora de danos econômicos secundários, que está amplamente distribuída nas regiões orizícolas

do mundo. Na realidade, a grandeza dos danos causados pela doença tem sido subestimada pelo fato de ser frequentemente confundida com a brusone.

Os danos associados à doença são decorrentes da infecção dos grãos, redução na germinação das sementes, morte das plântulas originadas de sementes infectadas e da distribuição de área foliar.

Os sintomas são mais frequentemente encontrados nas folhas e nos grãos. Nas folhas, as lesões na fase inicial caracterizam-se por pequenos pontos marrons, que podem ser facilmente confundidos com sintomas de brusone. Com a evolução da lesão, os sintomas diferenciam-se da brusone, pela forma oval e com bordos lisos das manchas (NUNES, 2013). Posteriormente, quando as manchas são maiores, desenvolve-se um centro mais claro, acinzentado. Em ataques severos, a doença atinge os grãos, desenvolvendo-se manchas que podem cobrir parcial ou totalmente suas superfícies; como consequência, ocorre chochamento, redução de peso e gessamento do grão (Figura 2).



Foto: Cley Donizetti Martins Nunes.

Figura 2. Sintoma de mancha-parda em folhas do arroz. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS. Safra 2014/2015.

O desenvolvimento da doença é mais favorável em solos de baixa fertilidade, especialmente com deficiência de potássio, sendo mais frequente em solos arenosos ou decapitados na operação de sistematização.

Controle

O principal método de controle da mancha-parda consiste no uso de cultivares com elevado grau de resistência. A utilização de sementes de alta qualidade é desejável, para evitar a introdução dos patótipos em novas aéreas de plantio, além melhorar o estabelecimento inicial da lavoura (maior percentagem e velocidade de emergência).

Também é recomendável a correção da acidez e fertilidade do solo. O uso de adubação adequada e a manutenção de um bom manejo de água podem contribuir para minimizar os efeitos da doença. Práticas como a rotação de culturas e a eliminação de gramíneas das proximidades da área cultivada com arroz prejudicam a sobrevivência do fungo.

A utilização de pulverização com produtos químicos é uma opção de controle que deve ser analisada com cuidado, em função do baixo nível de dano à produtividade de grãos da cultura.

Escaldadura-das-folhas: *Monographella albescens* (*Rhynchosporium oryzae*)

A escaldadura está presente em praticamente todas as lavouras de arroz do Rio Grande Sul. Após o lançamento das cultivares do tipo moderno em 1980, a doença tornou-se mais severa. Os danos em produtividade, entretanto, são pequenos. Nas cultivares altamente suscetíveis, em anos favoráveis ao patógeno, a doença seca as folhas, reduzindo muito a área fotossintética da planta. Esse sintoma é muito acentuado após o enchimento de grãos. As lavouras atacadas pela doença apresentam amarelecimento geral, em virtude do secamento das folhas.

Os sintomas típicos ocorrem nas folhas, iniciando pelo ápice e/ou margens, mas podem ser observados no centro do limbo foliar. As manchas são oblongas, apresentando um aspecto de encharcamento, pela disposição em faixas sucessivas, de coloração alternada, mais escura e mais clara, dando a formação típica de áreas concêntricas, com o aspecto de franja (Figura 3).

Controle

O principal método de controle da escaldadura-das-folhas consiste na semeadura de cultivares tolerantes ou mediamente resistentes, sendo muito importante, porém, o uso sementes de alta qualidade.

É recomendável evitar o uso de adubação nitrogenada em cobertura em excesso, prática que favorece o desenvolvimento rápido da doença.

O controle da doença com fungicidas é uma opção que também deve ser analisada com atenção, verificando-se a viabilidade econômica, em virtude do baixo nível de dano causado pela doença. Alguns fungicidas de espectro de ação mais amplo proporcionam bons resultados, com menores percentuais de sementes com presença de *Rhynchosporium*.



Foto: Cley Donizetti Martins Nunes

Figura 3. Sintoma de escaldadura em folhas do arroz. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS. Safra 2014/2015.

Carvão-verde: *Ustilaginoidea virens*

Trata-se de uma doença de ocorrência esporádica e com danos insignificantes, uma vez que normalmente incide sobre poucas panículas e, dentro da panícula, em pequeno número de grãos.

Os sintomas causados pelo patógeno, *Ustilaginoidea virens*, caracterizam-se pelo envolvimento das glumas por uma massa de esporos, clamidósporos ou teliósporos, de forma globosa (bola) de 1 cm a 1,5 cm de diâmetro, circundada por uma membrana fina. Essa massa apresenta inicialmente coloração creme, passando para amarelo, verde oliva e, finalmente, marrom escuro (Figura 4).

Controle

O controle específico para o carvão-verde não é feito, devido à pequena importância da doença para a cultura do arroz. Deve-se evitar semeaduras tardias (dezembro), visto favorecerem a ocorrência de ambiente favorável ao fungo na fase de floração.

Foto: Cley Donizetti Martins Nunes



Figura 4. Sintoma de carvão-verde em folhas de arroz. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS. Safra 2014/2015.

Cárie-do-arroz: *Telletia barclayana*

A doença está presente em lavouras de arroz do Rio Grande do Sul, mas causa danos pequenos em alguns grãos de cada panícula. Embora a cárie seja considerada como uma doença de importância econômica secundária, sob o ponto de vista de produtividade, pode causar perda substancial na qualidade de grãos.

A doença é observada a campo na fase de maturação fisiológica da semente, mas a infecção ocorre ainda durante a antese. Os sintomas caracterizam-se pela presença de pequenas pústulas pretas visualizadas através da ruptura das glumas ou dispostas sobre os grãos, que ficam quebradiços como se fosse um dente cariado (Figura 5). Algumas vezes, o grão é inteiramente substituído por pó negro (massa de esporos do carvão).

Controle

Evitar adubação nitrogenada em excesso em semeaduras tardias, prática que proporciona aumento na suscetibilidade da planta e na severidade da doença, assim como a presença de gramíneas hospedeiras.

Os fungicidas aplicados para o controle de doenças foliares, como a mancha-parda, apresentam eficiência razoável contra a cárie, mas a aplicação tem de ser feita antes da floração. Por outro lado, o uso de tratamento de sementes não tem mostrado valor prático, porque a infecção da doença somente ocorre durante a floração.



Foto: Cley Donizetti Martins Nunes

Figura 5. Sintoma de cárie do arroz. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS. Safra 2014/2015.

Mancha de glumas (causada por mais de um patógeno manchador de gluma)

Os principais patógenos causadores das manchas das glumas são fungos: *Bipolaris* sp., *Pyricularia oryza*, *Alternaria padwickii*, *Phoma* sp., *Nigrospora* spp, *Epicocum* spp., *Curvularia lunata* e *Fusarium* sp. No entanto, outros agentes etiológicos podem estar associados, como as bactérias *Ervinia* sp. e *Pseudomonas fuscovaginae*.

As manchas das glumas e de espiguetas estéreis ocorrem com menor frequência no cultivo de arroz irrigado pelo método de aspersão. Os danos causados pela doença são pequenos, particularmente no rendimento de inteiros, depreciando a aparência e qualidade dos grãos de arroz. Os maiores prejuízos estão associados à produção de sementes. Normalmente, o frio causa danos físicos iniciais, favorecendo a infecção dos fungos nas glumas. Também alguns insetos, como *Oebalus poecillus*, que atacam o grão, podem causar manchas e facilitar a entrada no endosperma dos microrganismos manchadores de grãos.

A doença proporciona sintomas nas glumas, caracterizados pela presença de manchas marrom-avermelhadas ou escurecimento total. Em alguns casos, as manchas restringem-se à parte superior ou inferior das glumas e apresentam um centro mais claro, no qual são encontradas estruturas dos fungos (Figura 6). O sintoma é diferenciado dos danos causados exclusivamente pelo frio pelo fato de, neste caso, ocorrerem apenas espiguetas estéreis, sem manchas nas glumas. Além disso, nos primeiros dias após a ocorrência do estresse, as espiguetas mostram-se transparentes, se observadas contra a luz.



Foto: Cley Donizetti Martins Nunes

Figura 6. Sintoma de mancha-de-glumas na panícula de arroz. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS. Safra 2014/2015.

Manejo de Insetos e Outros Fitófagos

José Francisco da Silva Martins

Introdução

Os insetos-pragas incluem-se entre os fatores que reduzem a produtividade da orizicultura em terras baixas na região Sul do Brasil (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2004). Nesse agroecossistema está concentrado o cultivo de arroz irrigado por inundação; mas, basicamente apenas no Estado do Rio Grande do Sul há iniciativas para a implantação do cultivo irrigado pelo método de aspersão, gerando demanda regional por informações sobre alterações na dinâmica de insetos-praga em cultivos irrigados por aspersão. Tal demanda tem suporte no fato de que mudanças tecnológicas em sistemas agrícolas, como novas técnicas de irrigação, interferem no equilíbrio do agroecossistema e alteram a relação entre insetos, plantas e ambiente, podendo condicionar a ocorrência de surtos de espécies típicas ou alheias a uma determinada cultura, como a do arroz (REISSIG et al., 1986), eliminando ou permitindo o estabelecimento de espécies que somente eram prejudiciais em outros sistemas de cultivo.

Diversas espécies de insetos historicamente têm danificado a cultura do arroz irrigado por inundação, desde a semeadura à fase de formação de grãos. Dependendo da época e da parte da planta atacada, esses insetos são classificadas em: a) da fase de pré-perfilhamento, que danificam sementes, raízes e plântulas; b) da fase vegetativa, que danificam os colmos em formação e as folhas; c) da fase reprodutiva, que danificam os colmos durante o desenvolvimento da panícula e os grãos, nas diferentes etapas de formação. Os insetos mais prejudiciais têm sido: o pulgão-da-raiz (*Rhopaloshiaphum rufiabdominale*), a pulga-do-arroz (*Chaetocnema* sp.), a lagarta-elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*), o cascudo-preto (*Euethoeola humilis*), a lagarta-da-folha (*Spodoptera frugiperda*), o gorgulho-aquático (*Oryzophagus oryzae*), o percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*), o percevejo-do-grão (*Oebalus poecilus*) e a lagarta-da-panícula (*Pseudaletia* spp.).

A não formação de uma lâmina de água sobre o solo no cultivo de arroz irrigado por aspersão é considerado o principal fator determinante de alterações na incidência de insetos-praga nesse sistema, em relação ao que ocorre em cultivos irrigados por inundação. Os insetos que ocorrem na fase de pré-perfilhamento do arroz, danificando sementes, raízes e plântulas, também conhecidos como “pragas de solo”, subterrâneas (como o cascudo-preto) ou de superfície (como a lagarta-da-folha) são particularmente beneficiados pela ausência da lâmina de água em cultivos irrigados por aspersão. O não estabelecimento de condições anaeróbicas no solo, pela aspersão, ao contrário da inundação, não exige o deslocamento dos insetos do solo para evitar a morte por afogamento, nem os expõem à ação de predadores (basicamente pássaros), quando flutuam na superfície da lâmina de água de irrigação.

O objetivo deste capítulo é apresentar e discutir as possíveis causas por meio das quais a irrigação por aspersão pode favorecer ou dificultar, física ou biologicamente, a incidência de insetos-pragas na

cultura do arroz, de modo a estabelecer boas práticas de manejo com base em efeitos favoráveis às plantas, visando redução no custo de produção e no risco de contaminação ambiental, bem como maior qualidade de grãos.

Efeitos da irrigação por aspersão sobre insetos-praga do arroz

Fase de pré-perfilhamento

- **Pulgão-da-raiz:** praga de solo (subterrânea) que, ao sugar as raízes de arroz, provoca uma toxemia nas plantas, levando-as a um elevado grau de definhamento ou à morte. É de ocorrência tradicional em áreas onde o solo não foi preparado de forma adequada (destorroado). Tal condição facilita o acesso do inseto às raízes, formando colônias. É um inseto mais frequente no Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul (MARTINS et al., 2004), onde predominam arrozais em terrenos inclinados ("lavouras de coxilha"). Nessas lavouras, devido ao maior desnível do solo, muitas das plantas são cultivadas sobre as taipas e, conseqüentemente, não tendo contato direto com a lâmina da água de irrigação. Cria-se, portanto, uma condição que permite ao inseto refugiar-se na base das plantas e manter o ataque às raízes, mesmo em condição de solo saturado, similar a que ocorre em áreas irrigadas por aspersão.

- **Pulga-do-arroz:** praga de solo polífaga (subterrânea (fase larval) e superficial (fase adulta)). As larvas se alimentam de raízes de várias espécies vegetais, como o arroz. No inverno, o inseto adulto permanece inativo, abrigado em vegetais próximos às lavouras. Na primavera, torna-se ativo e invade os arrozais, principalmente no sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Como a pulga-do-arroz é mais frequente, especialmente em períodos pouco chuvosos (MARTINS et al., 2004), fica evidente que a irrigação é antagônica ao crescimento de sua população.

- **Lagarta-elasma:** praga de solo (superfície) de ocorrência esporádica em áreas de cultivo de arroz irrigado. Como as infestações são constatadas principalmente em anos com escassez de chuva, também no caso desse inseto, infere-se que a irrigação por aspersão reduz a população da lagarta-elasma. Nesse contexto, como método de controle cultural do inseto, é recomendado que, até o início do perfilhamento das plantas de arroz, proceda-se à irrigação por aspersão, mas com manutenção do solo saturado (FERREIRA, 2006).

- **Cascudo-preto:** praga de solo (subterrânea), de ocorrência tradicional e aguda (esporádica), na forma de surtos, no cultivo de arroz irrigado por inundação. O cascudo-preto   de difícil controle depois de instalado no solo, quando dilacera quantidade significativa de raízes, com as patas fossoriais (MARTINS et al., 2006). Apesar da antecipac o da inunda o das áreas atacadas ser recomendada para o controle do cascudo-preto, não há garantia de que a irriga o por aspersão seja suficiente para deslocá-lo do solo. Ademais, as larvas mant m-se vivas, mesmo em solo saturado.

- **Lagarta-da-folha:** praga de solo (superfície), cujas lagartas cortam os colmos de plantas novas rente ao solo. A inunda o das áreas infestadas   recomendada para o controle do inseto (FERREIRA, 2006), não havendo garantia de que a irriga o por aspersão umede a suficientemente a superfície do solo ao ponto afetar o inseto.

Fase de perfilhamento

- **Gorgulho-aquático:** praga-chave da cultura do arroz irrigado na região Sul do Brasil, com cerca de 2,9 mm a 3,4 mm de comprimento (Figura 1), que para infestar os arrozais e gerar as larvas conhecidas por bicheira-da-raiz, obrigatoriamente, necessita de acúmulo de água na superfície do solo (Figura 2). Portanto, áreas de arroz irrigadas por aspersão, onde não há forma o de lâmina de água, são extremamente antag nicas às necessidades biológicas do gorgulho

(MARTINS; CUNHA, 2015) e, portanto, não infestadas pela bicheira-da-raiz. Assim, em áreas de cultivo de arroz irrigado por aspersão não há necessidade de usar sementes tratadas com inseticidas para o controle do inseto, medida de controle predominantemente utilizada no Rio Grande do Sul.

Foto: Luiz Antônio Suiça de Castro



Figura 1. Gorgulho-aquático do arroz.



Foto: José Francisco da Silva Martins

Figura 2. Folhas de arroz lesionadas pelo gorgulho-aquático em lavoura inundada.

- **Percevejo-do-colmo:** praga extremamente agressiva à cultura do arroz em distintas regiões produtoras no Brasil (MARTINS et al., 2007). O inseto adulto surge nos arrozais cerca de três semanas após a emergência das plântulas, quando os colmos atingem um crescimento capaz de suportar a perfuração pelo estilete. Localiza-se, principalmente, em partes do arrozal não atingidas pela lâmina da água de irrigação, na base dos colmos (Figura 3), onde as condições de umidade e temperatura elevadas na superfície do solo são altamente favoráveis à biologia do inseto e, portanto, ao crescimento populacional. Isso pode justificar o fato de o percevejo-do-colmo ser mais abundante e prejudicial ao arroz no Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul, onde predominam as lavouras implantadas em terreno inclinado, com pouco acúmulo de água nos quadros e grande quantidade de plantas sobre taipas, condição altamente favorável ao inseto. Assim, a irrigação por aspersão do arroz, ao não condicionar a formação de lâmina de água no solo, configura-se como altamente favorável às infestações do percevejo-do-colmo. Há evidências de que essa condição tenha sido a causa de surto do percevejo-do-colmo

detectado na safra 2013/2014, em área de arroz irrigado por aspersão da Embrapa Clima Temperado (Capão do Leão, RS), onde foi detectada uma população de até 18 insetos/m² (MARTINS et al., 2015), sendo que para apenas 1 percevejo/m² é esperada uma redução de 1,2% na produção do cereal (REUNIÃO..., 2014).

Foto: Honório Francisco Prando



Figura 3. Percevejo-do-colmo na base de plantas de arroz em área não inundada.

- **Broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*):** praga de importância secundária que perfura os colmos de arroz a partir da fase intermediária de perfilhamento (estádio de quatro a cinco folhas – V₄-V₅). Nas últimas cinco safras de arroz, porém, foi detectado aumento na incidência em áreas irrigadas por aspersão, também no Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul. Há a hipótese de que a não formação de lâmina de água, condicionada por esse sistema de irrigação, possibilita, ao inseto, perfurar os colmos num ponto mais próximo do solo, intensificando os danos, principalmente se forem utilizadas práticas culturais como a adubação nitrogenada excessiva, que aumenta a suscetibilidade das plantas ao inseto (NASCIMENTO et al., 2015).

Fase reprodutiva

- **Percevejo-do-grão:** praga que migra aos arrozais, geralmente quando aparecem os primeiros grãos leitosos. Afeta significativamente a quantidade e qualidade dos grãos em distintas regiões orizícolas do Brasil (MARTINS et al., 2004).

- **Lagarta-da-panícula:** inseto-praga de ocorrência mais recente, que ataca as plantas de arroz desde o início da fase de emissão das panículas até poucos dias antes da maturação, sendo mais comum nas regiões da Planície Central e do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul. Corta quantidade significativa de panículas, causando perda significativa de produtividade (OLIVEIRA et al., 2009).

Até então se desconhece qualquer interferência de sistemas de irrigação do arroz na incidência do percevejo-do-grão e da lagarta-da-panícula (GOMES; MAGALHÃES JÚNIOR, 2004; SANTOS et al., 2006).

Efeitos da irrigação por aspersão sobre outros fitófagos do arroz

- **Caramujos:** praga altamente prejudicial, basicamente em cultivos de arroz pré-germinado irrigado por inundação, sendo a espécie *Pomacea canaliculata* a mais prejudicial (REUNIÃO..., 2014). Os caramujos invadem as lavouras via água de irrigação, havendo maior concentração em pontos correspondentes a depressões do terreno, onde há maior acúmulo de água na fase de implantação da cultura (Figura 4). Assim, similarmente ao que ocorre em relação à bicheira-da-raiz, também no caso de caramujos (Figura 5), a irrigação por aspersão, ao não condicionar a formação de lâmina de água, é extremamente antagônica à incidência dessa praga nos arrozais, eliminando a necessidade de medidas de controle.

Fotos: Eduardo Rodrigues Hickel



Figura 4. Lavoura de arroz inundada atacada por caramujo.



Figura 5. Caramujo na base de plantas de arroz em lavoura inundada.

Considerações Finais

O conteúdo deste capítulo, que trata da interferência da irrigação por aspersão na incidência de insetos e outros fitófagos na cultura do arroz, evidenciou três situações:

- O sistema de cultivo de arroz irrigado por aspersão é antagônico às infestações da bicheira-da-raiz e caramujos, tornando desnecessário o controle dessas pragas.
- O sistema de cultivo de arroz irrigado por aspersão, ao não formar lâmina de água na superfície do solo, é favorável ao aumento de infestações do percevejo-do-colmo, exigindo a adoção das táticas de manejo do inseto (REUNIÃO..., 2014).
- O efeito do sistema de cultivo de arroz irrigado por aspersão sobre os demais insetos fitófagos abordados neste capítulo necessita ser mais bem estudado, priorizando dois aspectos: efeitos físicos diretos da água sobre os insetos (afogamento; desalojamento do solo, entre outros) e efeitos indiretos da umidade do solo na sua biologia.

Custos de Produção

Germani Concenço

Isabel Helena Verneti Azambuja

Introdução

A sustentabilidade do processo produtivo no meio rural depende cada vez mais do custo de produção das lavouras; enquanto os preços pagos pela produção estão estagnados ou com pouca flutuação, os custos dos insumos, principalmente fertilizantes, sementes, pesticidas e óleo combustível, sobem a cada ano. Como consequência, constata-se constante redução na renda líquida do produtor rural, de forma que a sustentabilidade da produção ao longo do tempo depende da otimização dos custos de produção, sem redução significativa da produtividade da cultura (SOUZA et al., 2014).

O próprio processo de comercialização é sempre uma dúvida: o produtor constantemente tem de decidir entre vender a produção antecipadamente ou esperar para vender somente após a colheita (RICHETTI, 2015). Para tomar essa decisão acertadamente, o produtor precisa estar informado acerca das expectativas do mercado e saber quanto custa cada saca produzida em sua propriedade.

O cultivo de arroz irrigado por aspersão (pivô-central) não é recente, sendo estudado desde meados da década de 1980 (OLIVEIRA et al., 1977). O sucesso na produção de arroz nessa modalidade, com altas produtividades e qualidade de grãos, no entanto, somente foi alcançado recentemente, em virtude de diversos fatores, principalmente a disponibilização no mercado de herbicidas mais eficientes no controle de plantas daninhas e menos tóxicos à cultura do arroz. Esse sistema de cultivo de arroz possui suas peculiaridades e, em determinados ambientes, pode ser economicamente vantajoso.

Neste capítulo é apresentado um estudo contendo os custos estimados de produção de áreas com cultivo de arroz sob pivô-central, bem como a determinação da renda líquida ao produtor e a viabilidade desse sistema de cultivo, comparando-o ao sistema tradicional de irrigação por inundação.

Coleta das Informações

Foram monitorados, continuamente, durante a safra 2009/2010, os itens que compõem os custos de produção do cultivo de arroz sob pivô-central em 4 propriedades, sendo 3 no Rio Grande do Sul e 1 em Minas Gerais (Tabela 1), onde foram aplicadas as mesmas tecnologias e processos desenvolvidos para cultivo de arroz sob pivô no ambiente do Rio Grande do Sul. Ao lado de cada área, exceto daquela localizada em Minas Gerais, foram monitoradas áreas de cultivo de arroz no sistema tradicional de inundação, de forma a obter os custos dos principais fatores de produção, que foram utilizados para estimar os custos de produção da lavoura inundada de forma complementar às estimativas do IRGA na referida safra (IRGA, 2009).

Tabela 1. Localização, área plantada e finalidade do cultivo de arroz sob irrigação mecanizada (pivô central) nas áreas monitoradas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2016.

Fazenda Município / UF	Área Plantada	Finalidade	Variedade
1 São Borja - RS	45 ha	Semente	Irga 417
2 Garruchos - RS	~ 45 ha	Grão	Irga 423
3 Santo Antônio das Missões - RS	22 ha	Grão	Irga 423 / 424
4 Paracatu - MG	63 ha	Grão	BRS 7 'Taim'

Todas as operações, maquinário, insumos e pessoal utilizados para o preparo, implantação, condução, colheita, transporte, secagem e armazenagem da produção de cada área sob pivô foram anotados, sendo posteriormente utilizados para as estimativas dos custos de produção. O custo médio do cultivo inundado foi usado como comparativo para a estimativa da viabilidade econômica do cultivo de arroz sob pivô-central. Nos raros eventos em que os custos na propriedade não puderam ser levantados por falta de informações, esses foram estimados como se o serviço tivesse sido terceirizado/contratado. Os preços foram apresentados em dólar americano (US\$) do mês de abril de 2010.

Resultados

O custo da terra (Item 1 –Tabela 2) foi considerado idêntico para todas as áreas, independentemente do sistema de irrigação adotado, pois se por um lado nas áreas de pivô foi possível o cultivo de grãos, como o trigo, no inverno, nas áreas irrigadas por inundação seria possível estabelecer uma pastagem para o gado, o que também acabaria por diluir o custo da terra. A terra descreve o capital básico do produtor, sendo de relativa permanência e de alto investimento (BERGER et al., 2011). Similarmente ao custo da terra, foram considerados idênticos entre todas as áreas e independentes do sistema de cultivo os custos com sementes (item 5), manutenção de instalações e construções na

fazenda (item 14), taxas (item 15) e juros de financiamento (item 16) e de capital próprio (item 17) (Tabela 2). Os demais itens componentes do custo de produção variaram em função da produtividade obtida e de particularidades do sistema de cultivo do arroz.

Os custos com o preparo do solo, que incluem a depreciação e manutenção do maquinário utilizado, combustível e pessoal para o preparo do solo e construção de taipas, bem como correções das imperfeições do solo causadas pelo maquinário durante os tratos culturais e colheita, foram 55% menores nos cultivos sob aspersão quando comparados aos cultivos inundados (Tabela 2). As observações relativas aos diferenciais nos custos de produção desse item encontram-se na Tabela 3. O dispêndio adicional com drenagem no sistema de cultivo inundado refere-se à necessidade de ter-se a área com menor teor de umidade para o plantio e colheita do arroz (Tabela 3). Tais custos não incluem os valores gastos com a manutenção de canais de condução de água e irrigação (Tabela 2 – Item 6), sendo que se constituiu em outro importante diferencial nos custos quando da comparação dos dois sistemas de irrigação, pelos motivos descritos na Tabela 3 – Item 6.

Salienta-se que nos cultivos sob pivô, a Fazenda 1 utilizou o sistema de irrigação por aspersão para a produção de sementes de arroz (Tabela 1) em área livre de arroz-vermelho e, portanto, o nível de investimento em insumos foi maior, comparativamente às demais fazendas, cujo objetivo era a produção de grãos, em virtude do maior valor agregado e, portanto, maior risco do produto final. Esse custo diferencial pode ser verificado no item “fertilizantes” (Tabela 3), em que as demais fazendas sob pivô investiram em média US\$ 279,08 por hectare, enquanto a lavoura cuja finalidade era a produção de sementes sob aspersão investiu US\$ 316,38 por hectare, o que equivaliu ao investimento médio necessário para as áreas de produção de grãos sob cultivo inundado.

O custo com controle de pragas, doenças e plantas daninhas, que inclui o custo de maquinário, combustível, pesticidas e pessoal para a aplicação, foi maior nas Fazendas 1 e 4 relativamente à área sob inundação; na Fazenda 1, em virtude do alto valor da produção (arroz-semente), o produtor optou por três aplicações de fungicidas que não foram utilizadas nas demais áreas (aspersão ou inundação) e, na Fazenda 4, o alto custo deveu-se a equívocos técnicos no manejo de plantas daninhas, tanto em pré-plantio do arroz como no manejo químico das infestantes na pós-emergência inicial. Em ambas as áreas, os custos com o manejo de pragas, doenças e plantas daninhas foram 47% e 85% maiores, respectivamente, para as Fazendas 1 e 4, comparativamente ao custo para as mesmas práticas no cultivo inundado. Os custos nas Fazendas 2 e 3, no entanto, foram 21% e 13% menores, respectivamente, em comparação àqueles determinados para os cultivos inundados.

Tabela 2. Custos de produção de arroz na safra 2009/2010, em função do sistema de irrigação. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Descrição da operação	Pivô - Fazenda 1		Pivô - Fazenda 2		Pivô - Fazenda 3		Pivô - Fazenda 4		Inundação - Média	
	US\$/ha	% total	US\$/ha	% total	US\$/ha	% total	US\$/ha	% total	US\$/ha	% total
1. Custo da terra	275,09	11,86	275,09	16,64	275,09	14,92	275,09	13,59	275,09	11,34
2. Preparo do solo	103,72	4,47	103,72	6,27	103,72	5,62	103,72	5,12	230,49	9,50
3. Drenagem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,22	2,65
4. Fertilizantes e plantio (+ custo op.)	316,38	13,64	305,75	18,49	305,75	16,58	225,65	11,15	316,75	13,05
5. Sementes	78,20	3,37	78,20	4,73	78,20	4,24	78,20	3,86	78,20	3,22
6. Irrigação, canais e mão de obra	135,75	5,85	86,22	5,21	86,22	4,68	80,28	3,97	327,78	13,51
7. Controle de pragas, doenças e plantas daninhas (+ custo op.)	375,45	16,18	202,01	12,22	222,56	12,07	472,50	23,34	255,47	10,53
8. Operação de colheita	193,18	8,33	109,13	6,60	177,33	9,62	182,79	9,03	241,48	9,95
9. Transporte interno na fazenda	63,47	2,74	29,08	1,76	42,53	2,31	43,84	2,17	51,48	2,12
10. Transporte externo à fazenda	181,00	7,80	105,21	6,36	121,29	6,58	125,02	6,18	132,13	5,44
11. Secagem	201,14	8,67	82,94	5,02	134,78	7,31	138,93	6,86	146,83	6,05
12. Custos administrativos (2,5%)	153,31	6,61	32,66	1,98	53,07	2,88	54,71	2,70	58,08	2,39
13. Manutenção de estradas e vias	9,03	0,39	9,03	0,55	9,03	0,49	9,03	0,45	14,12	0,58
14. Instalação e construção na fazenda	32,56	1,40	32,56	1,97	32,56	1,77	32,56	1,61	32,56	1,34
15. Taxas	82,40	3,55	82,40	4,98	82,40	4,47	82,40	4,07	82,40	3,40
16. Juros de financiamento	35,12	1,51	35,12	2,12	35,12	1,90	35,12	1,73	35,12	1,45

continua...

Continuação Tabela 2.

Descrição da operação	Pivô - Fazenda 1		Pivô - Fazenda 2		Pivô - Fazenda 3		Pivô - Fazenda 4		Inundação - Média	
	US\$/ha	% total	US\$/ha	% total	US\$/ha	% total	US\$/ha	% total	US\$/ha	% total
17. Juros de capital próprio	84,46	3,64	84,46	5,11	84,46	4,58	84,46	4,17	84,46	3,48
TOTAL (Custos - US\$ / ha)	2320,26		1653,58		1844,12		2024,30		2426,66	
Produtividade / ha (sc. 50kg)	194		80		130		134		141,62	
Tipo de produto	Semente		Grão		Grão		Grão		Grão	
Preço por sacco de 50kg (US\$)	31,61		16,33		16,33		16,33		16,33	
Custo médio por sacco (US\$)	11,96		20,67		14,19		15,11		17,13	
Renda Líquida (US\$ / ha)	3812,08		-347,18		278,78		163,92		-114,01	

NOTA: algumas operações e valores foram coletados "in situ", enquanto outros foram estimados com base nas informações fornecidas pelos produtores. Cotação média do dólar em abril de 2010: US\$ 1.00 = R\$ 1,77.

Tabela 3. Determinantes dos custos diferenciais de produção de arroz em função do sistema de irrigação adotado. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Operação *	Detalhamento do custo diferencial
2. Preparo do solo	Todas as fazendas monitoradas utilizaram o sistema convencional de preparo do solo. Embora o preparo tenha sido feito em todas as áreas, nos cultivos sob pivô não houve necessidade de sistematização das áreas com sistema laser e construção de taipas, reduzindo as despesas com combustível, mão de obra e a demanda de maquinário.
3. Drenagem	Menor investimento em drenagem, principalmente nas operações de semeadura e colheita, nos cultivos sob pivô, pois as áreas localizam-se usualmente em locais mais altos.
6. Irrigação, canais e mão de obra	Inclui o ganho (salário + comissão) dos operários que manejaram a irrigação, tanto por inundação como por aspersão. Nos cultivos em pivô-central, menor contingente foi necessário. Na inundação, as operações incluíram a manutenção de taipas, os custos com comportas, limpeza de canais e o controle do nível da água ao longo do cultivo.
7. Controle de pragas, doenças e plantas daninhas (+ custo op.)	Maiores problemas com plantas daninhas são observados no sistema irrigado por aspersão, nas seguintes situações: (1) cultivo em área tradicional de arroz altamente infestada por plantas daninhas; (2) manejo incorreto das plantas daninhas antes do plantio do arroz (plantio em área suja); e (3) plantio em área limpa não tradicional de arroz, mas com atraso no manejo inicial das plantas daninhas em pós-emergência.

continua...

Continuação Tabela 3.

Operação *	Detalhamento do custo diferencial
8. Colheita	Não linearmente proporcional à produtividade. Há pelo menos 10% a mais de rendimento na operação nos cultivos sob pivô, em virtude da menor patinação do maquinário; ao redor de 15% de economia deveu-se ao menor consumo de combustível. São utilizadas máquinas menores, com maior velocidade e menor rotação/carga no motor. O maquinário apresentou problemas mecânicos mais frequentemente na colheita em áreas sob inundação, o que aumentou custos com manutenção e perdas por atrasos na colheita.
9. Transporte interno na fazenda	Parcialmente proporcional à produtividade. Em níveis tecnológicos equivalentes, custos com transporte de insumos e pesticidas são os mesmos, independentemente das produtividades obtidas.
10. Transporte externo à fazenda	Parcialmente proporcional à produtividade. Em níveis tecnológicos equivalentes, custos com transporte de insumos e pesticidas são os mesmos, independentemente das produtividades obtidas.
11. Secagem	Proporcional à produtividade.
12. Custos administrativos	Fixado como 2,5% da produtividade obtida, como média de todas as fazendas analisadas.
13. Manutenção de estradas e vias	Menor dano é causado às estradas nos cultivos sob pivô, uma vez que não há necessidade de rodas de ferro em tratores e colhedoras. Há a possibilidade de uso de máquinas menores e com menor potência.

* Numeração das operações conforme apresentado na Tabela 2.

Isso não significa, no entanto, que os custos com manejo de pragas, doenças e plantas daninhas nos cultivos sob aspersão por pivô-central sejam essencialmente maiores ou menores que os observados

nos cultivos inundados. O manejo de pragas (pragas, doenças e plantas daninhas) nas áreas sob pivô aparentemente pode ser feito com custos idênticos aos do cultivo sob inundação, se o manejo for tecnicamente correto, mas gastos adicionais podem ser necessários se o produtor se descuidar, principalmente no manejo das plantas daninhas.

Os custos com a opera o de colheita são usualmente maiores nas áreas cultivadas sob inunda o, quando comparadas aos cultivos sob irriga o mecanizada (Tabela 2 – Item 8), em virtude dos motivos resumidos na Tabela 3. Quanto aos custos com transporte interno e externo e secagem, esses foram quase lineares   produtividade, com as ressalvas relatadas na Tabela 3.

Com rela o aos custos de produ o, salienta-se que não se deve considerar, somente, o custo absoluto por hectare, mas também o custo por saca de arroz produzido. Assim, reduzir demasiadamente o uso de insumos na lavoura seguramente reduzir  os custos, mas também reduzir  a produtividade. Nessa situa o, o custo por saca produzida pode ser maior que o obtido em um cenário racional de uso de insumos. Similarmente, o uso pesado de insumos, além da faixa de recomenda o, aumentar  os custos de produ o absolutos sem proporcional aumento em produtividade, o que também poderá aumentar o custo por unidade produzida. O melhor cenário de produ o geralmente   aquele em que o custo de produ o por unidade do produto   o mais baixo, proporcionando maior rentabilidade ao produtor.

A renda líquida foi negativa para a estimativa das áreas cultivadas sob inunda o, tanto para as safras 2009/10, como para 2014/15 (IRGA, 2009, 2015), mostrando que a média dos produtores de arroz nesse sistema obt m lucro porque considera somente o custo desembolsado para a implanta o e condu o da lavoura, desconsiderando, no cáculo, itens como o custo da terra, a

depreciação do maquinário e o custo da própria mão de obra, dentre outros. Para a média da lavoura inundada no estado nas safras 2009/10 e 2014/15, respectivamente, o custo médio estimado (completo, não somente o desembolso) ficou em 147,91 e 154,57 sacas por hectare, enquanto a produtividade média obtida foi de 141,62 e 147,91 sacas por hectare (IRGA, 2009, 2015). Em relação às áreas sob irrigação mecanizada, somente a Fazenda 2 não obteve saldo positivo, em virtude principalmente da menor produtividade. Segundo técnicos locais, a infestação de plantas daninhas foi alta nessa área, sem o devido dispêndio para seu controle adequado (Tabela 2).

Embora os custos de produção do arroz irrigado por aspersão tenham sido ao redor de 20% menores (Tabela 2) comparativamente ao irrigado por inundação, a proporção dos dispêndios relacionados à semeadura, tratos culturais e à colheita não foram alterados significativamente em função do sistema de irrigação (Figura 1), ficando a maior diferença para o manejo da área, que representou 16,6% do custo de produção na área inundada, e apenas 8,35% do custo total da lavoura na média das áreas irrigadas por aspersão (Figura 1).

Considerações Finais

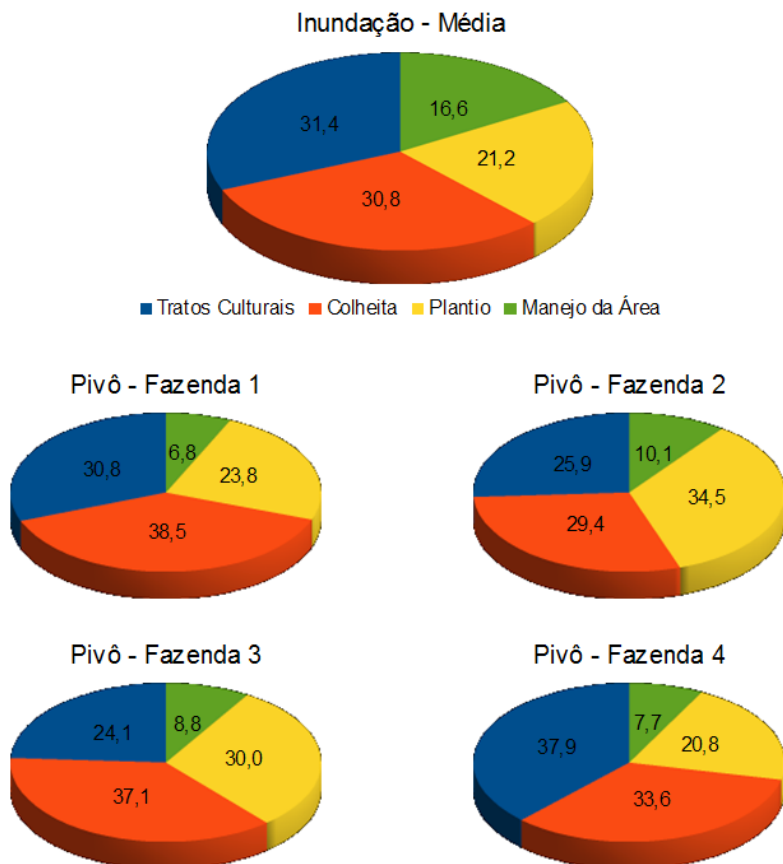
O cultivo de arroz irrigado por aspersão no sistema de pivô-central mostrou-se bastante interessante ao produtor sob o ponto de vista econômico, sendo o custo de produção em torno de 20% menor, quando comparado ao custo de uma lavoura irrigada por inundação.

A principal redução nos custos deveu-se ao menor dispêndio com preparo da área, construção de taipas e sistema de drenagem, bem como ao menor custo com combustíveis e manutenção de maquinário, com maior rendimento nas operações de tratos culturais e colheita.

O principal item de aumento nos custos do arroz irrigado sob pivô, comparativamente à inundação, foi a maior necessidade de monitoramento e desembolso necessários para o manejo de pragas, principalmente plantas daninhas, e à pequena redução na produtividade. Esses itens, no entanto, não chegaram a aumentar o custo por saca produzida e ainda auxiliaram a garantir maior lucro líquido ao produtor, comparativamente à irrigação por inundação.

Diversos critérios técnicos devem ser considerados para a implantação do cultivo do arroz irrigado por aspersão na propriedade. Por exemplo, em áreas mais baixas, o atolamento das rodas do pivô poderia se constituir em problema à produção. Por isso, um técnico capacitado nesse sistema deve ser consultado antes de sua implantação.

Embora o cultivo de arroz para a produção de grão já seja vantajoso sob sistema pivô-central, a produção de sementes de arroz mostra-se particularmente interessante já que essas poderiam ser produzidas em áreas mais altas, não tradicionais para a produção de arroz e, portanto, isentas de contaminantes proibidos, como o arroz-vermelho. Os resultados do referido estudo mostraram renda líquida altamente positiva à produção de sementes nesse sistema de irrigação.



Nota: Foram consideradas as seguintes operações (conforme numeração na Tabela 2): Tratos culturais: 6, 7; Colheita: 8, 9, 10, 11; Plantio: 4, 5; Manejo da área: 2, 3, 13.

Figura 1. Participação dos principais itens na composição dos custos de produção estimada (%), em função do sistema de irrigação no cultivo do arroz. Pivô: fazendas 1 a 4. Inundação: média estimada para o Estado do Rio Grande do Sul, corrigida com base em informações coletadas em lavouras inundadas de referência.

Referências

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. 2015. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofitcons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 28 out. 2014.

ANDRES, A.; MACHADO, S. L. O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 457-546.

ANGHINONI, I.; GENRO JUNIOR, S. A.; SILVA, L. S.; BOHNEN, H.; RHEINHEIMER, D. S.; OSÓRIO FILHO, B. D.; MACEDO, V. R. M. **Fertilidade dos solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Cachoeirinha: IRGA. Divisão de Pesquisa, 2004. 52 p. (Boletim Técnico, 1).

ASSOCIAÇÃO DOS USUÁRIOS DO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO DO ARROIO DURO – AUD. **O Perímetro**. 2013. Disponível em: http://www.aud.org.br/o_perimetro.htm. Acesso em: 10 abril 2014.

BARRIGOSI, J. A. F.; LANNA, A. C.; FERREIRA, E. **Agrotóxicos no cultivo de arroz no Brasil: análise do consumo e medidas para reduzir o impacto ambiental negativo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 67).

BERGER, R.; SANTOS, A. J.; TIMOFEICZYK JÚNIOR, R.; BITTENCOURT, A. M.; SOUZA, V. S.; EISFELD, C. L. O efeito do custo da terra na rentabilidade florestal: um estudo de caso para Santa Catarina. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 599-610, 2011.

BOENI, M.; ANGHINONI, I.; GENRO JUNIOR, S. A.; OSÓRIO FILHO, B. D. **Evolução da fertilidade dos solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Cachoeirinha: IRGA. Divisão de Pesquisa, 2010. 38 p. (Boletim Técnico, 10).

BORTOLOTTO, R. P.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; MATTIONI, N. M. Teor de proteína e qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Bragantia**, v. 67, p. 513-520, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio - Brasil 2012/2013 a 2022/2023**. Projeções de longo prazo. Brasília, DF, jun. 2013. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-20versao%20atualizada.pdf. Acesso em: 13 nov. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

BRESEGHELLO, F.; STONE, L. **Tecnologias para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. 161 p.

CARMONA, L. C. **Efeitos associados aos fenômenos El Niño e La Niña no rendimento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul**. 2001. 77 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **A produção de alimentos**. Brasília: CTNBio, 2007. Disponível em: http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0001/1058.pdf. Acesso em: 14 mar. 2010.

CONCENÇO, G.; BATALHA, B. R.; LARUE, J. L.; GALON, L.; TIRONI, S. P.; MANTOVANI, E. C.; ROLFES, C. R.; SILVA, A. A. Eficiência do uso da água na produção de arroz sob irrigação mecanizada ou inundação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2009, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2009b. 1. CD-ROM.

CONCENÇO, G.; LARUE, J. L.; MELO, V.; ROLFES, C. R.; KIEP, B. L.; LOPES, M. B. Análise de custos variáveis em lavouras de arroz em sistema de rotação no Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2009, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2009a. 1. CD-ROM.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: EMBRAPA. Rio de Janeiro, 2013. 353 p.

ENGELMAN, R.; CINCOTTA, R. P.; DYE, B.; GARDNER-OUTLAW, T.; WISNEWSKI, J. **People in the balance**: population and natural resources at the turn of the millennium. Washington, DC: Population Action International, 2000. 1. CD-ROM.

FERREIRA, E. Fauna prejudicial. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 485-560.

FIETZ, C. R.; CAUDURO, F. A.; BELTRAME, L. S. Modelo de cálculo de demanda hídrica em lavoura de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 7., 1986, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: CONIRD, 1986. v. 1. p. 155-167.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. Passo Fundo: UPF, 2004. 528 p.

FREITAS, G. D. **Desempenho do arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar BRS Pelota e controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) submetidos a quatro épocas de entrada d'água após a aplicação de doses reduzidas de herbicidas**. 2004. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 899 p.

GUIMARÃES, C. M.; SANTOS, A. B.; MAGALHÃES A. M.; STONE, L. F. Sistema de cultivo In: SANTOS, A. B. de; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de. (Ed.) **A cultura do arroz no Brasil**. 2.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 53-96.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Séries estatísticas**. 2015. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

IRGA (Instituto RioGrandense do Arroz). **Custo de produção do arroz irrigado (médio ponderado) no Rio Grande do Sul - Safra 2014/15**. Porto Alegre: IRGA, 2015. 72 p. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/5835/mercado>>. Acesso em: 08 jan. 2016.

IRGA (Instituto RioGrandense do Arroz). **Custo de produção estimado do arroz irrigado no Rio Grande do Sul - sistema semi-direto - Safra**

2009/10. Porto Alegre: IRGA, 2009. 01 p. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/5835/mercado>>. Acesso em 12 nov. 2009.

JENSEN, M. E. Water consumption by agricultural plants. In: KOZLOWSKY, T.T. (Ed.). **Water deficits and plants growth**. New York: Academic Press, 1968. p. 1-22.

MARTINS, J. F. S.; CUNHA, U. S. Gorgulho-aquático-do-arroz, *Oryzophagus oryzae* (Lima). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (eds.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 908 p.

MARTINS, J. F. S.; GRÜTZMACHER, A. D; CUNHA, U. S. da. Descrição e manejo integrado de insetos-praga em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES, JÚNIOR., A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 635-675.

MARTINS, J. F. S.; OLIVEIRA, J. V.; SALVADORI, J. R.; CUNHA, U. S. Invasão de cascudos. **Cultivar: grandes culturas**, Pelotas, Ano 8, n. 91, p. 10-13, 2006.

MARTINS, J. F. S.; PAZINI, J. B.; SCIVITTARO, W. B.; DUTRA, A. D.; SILVA, F. F.; SEIDEL, E. J. Associação entre doses de nitrogênio aplicadas em arroz e incidência de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9., 2015, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa, SOSBAI, 2015. 1.CD-ROM.

MARTINS, J. F. S.; PRANDO, H. F.; BARRIGOSI, J. A. F.; CUNHA, U. S. Colmos perfurados. **Revista Cultivar: grandes culturas**, Pelotas, Ano 9, n. 94, p.30-32, 2007.

MOTA, F. S. da; ALVES, E. G. P.; BECKER, C. T. Informação climática para planejamento da necessidade de água para irrigação do arroz no Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 392, p. 3-6, 1990.

NASCIMENTO, J. B.; BARRIGOSI, J. A. F.; BORBA, T. C. O.; MARTINS, J. F. S.; FERNANDES, P. M.; MELLO, N. M. Evaluation of rice genotypes for sugarcane borer resistance using phenotypic methods and molecular markers. *Crop protection*, v. 67, p. 43-51, 2015.

NUNES, C. D. M. **Doenças da cultura do arroz irrigado**. Embrapa Clima Temperado, 2013, 83 p. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, 360).

NUNES, C. D. M.; PARFITT, J. M. B.; MAGALHÃES, JÚNIOR. A. M.; FAGUNDES, P. R. R.; ALVES, Y. S. Avaliação dos fungicidas no controle da brusone em arroz em sistema de irrigação por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9. 2015, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: SOSBAI, 2015. 1. Pendrive.

NUNES, C. D. M.; RIBEIRO, A. S.; TERRES, A. L. Principais doenças em arroz irrigado e seu controle. In: GOMS, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, p. 579-621.

OLIVEIRA, A. B.; BRANDÃO, S. S.; CONDE, A. R.; DEL GIUDICE, R. M. Espaçamento entre fileiras e densidade de plantio em dois cultivares de arroz, sob irrigação por aspersão. **Revista Ceres**, v. 24, n. 135, p. 427444, 1977.

OLIVEIRA, A. B.; BRANDÃO, S. S.; CONDE, A. R.; DEL GIUDICE, R. M. Espaçamento entre fileiras e densidade de plantio em dois cultivares de arroz, sob irrigação por aspersão. **Revista Ceres**, v. 24, n. 135, p. 427444, 1977.

OLIVEIRA, J. V. de; FREITAS, T. F. S. de; BARROS, J. I.; DOTTO, J.; FREITAS, J. P. de; CREMONESE, J. Controle químico da lagarta-da-panícula *Pseudaletia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) em arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Palotti, 2009. p. 354-356.

OU, H. S. Fungos diseases: foliage diseases. In: **Rice diseases**. 2.ed. Kew: Commonwealth Micological Institute, 1985. p.109-246.

PINTO, M. A. B. **Irrigação por aspersão em arroz em função da tensão de água no solo**. 2015. 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

PIOLLI, A. L. **Participação pública e novas expertises**: um estudo de caso na câmara técnica rural dos comitês de bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 2009. 110 p. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências/ Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

REISSIG, W. H.; HEINRICH, E. A.; LITSINGER, J. A.; MOODY, K.; FIEDLER, L.; MEW, T. W.; BARRION, A. T. **Illustrated guide to integrated pest management in rice**. Los Baños: IRRI, 1986. 411 p.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192 p.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192 p.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192 p.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2016. 200 p.

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2015/2016, em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 13 p. (Comunicado Técnico 202).

SANTOS, A. B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p.

SCIVITTARO, W. B.; COSTA, J. E. T.; GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; FAGUNDES, P. R. R.; STEINMETZ, S.; SEVERO, A. C. M.; TEIXEIRA, J. B. Eficiência de uso da água de cultivares de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2009. p. 223.

SCIVITTARO, W. B.; GOMES, A. da S. Manejo da adubação mineral e da calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de; SANTOS, A. B. dos (org.). **Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil**. 1ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, p. 73-87.

SCIVITTARO, W. B.; MACHADO, M. O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: Algenor da Silva Gomes; Ariano Martins de Magalhães Júnior. (org.), **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, v.1, p. 259-303.

SCIVITTARO, W. B.; PARFITT, J. M. B.; KLUMB, E. K.; SILVA, P. S.; MATTOS, G. S. **Desempenho produtivo e acumulação de nitrogênio pelo arroz irrigado por inundação e aspersão**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2013a. 24 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de P&D, 182).

SCIVITTARO, W. B.; PARFITT, J. M. B.; KLUMB, E. K.; SILVA, P. S. **Absorção de nutrientes pelo arroz irrigado por aspersão**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2013b. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de P&D, 176).

SCIVITTARO, W. B.; PARFITT, J. M. B.; SILVA, P. S.; SILVEIRA, A. D. **Manejo da adubação nitrogenada para o arroz irrigado por aspersão**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2012. 27 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de P&D, 177).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. [s. l.] : SBCS - NRS - CQFS, 2016. 376 p.

SOUSA, R. O.; CAMARGO, F. A. de O.; VAHL, L. C. Solos Alagados (Reações de Redox). In: MEURER, E. J. (org.). **Fundamentos de Química do Solo**. 3 ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. p. 185-211.

SOUZA, A. R. L.; RÉVILLION, J. P. P.; WAQUIL, P. D.; BELARMINO, L. C. Competitividade da cadeia produtiva de arroz beneficiado do Rio Grande do Sul: um estudo utilizando a matriz de análise de políticas (MAP). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 52., 2014, Goiânia. **Anais...** Viçosa: SOBER, 2014. 1. CDROM.

STEINMETZ, S. Influência do clima na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.).

Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 45-74.

STEINMETZ, S.; DEIBLER, A. N.; SILVA, J. B. da. Estimativa da produtividade de arroz irrigado em função da radiação solar global e da temperatura mínima do ar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 2, p.206-211, 2013.

STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; PETRINI, J. A.; DEIBLER, A. N.; COSTA, A. V. da; ULGUIM, A. R. Temperatura do solo na fase de implantação do arroz irrigado nos sistemas convencional, plantio direto e pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 8., 2006, Brasília, DF. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006a. 1 CD-ROM. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 196).

STEINMETZ, S.; SCIVITTARO, W. B.; PINTANEL, J. B. A.; SCHNEIDER, A. B.; SEVERO, A. C. M.; SILVA, M. F. da. Efeito da altura da lâmina de irrigação na temperatura da água e do solo em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri/Sosbai, 2011. p. 469-472.

STEINMETZ, S.; SILVA, S. C. da.; SANTANA, N. M. P. de. Clima. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. (Ed.). 2ed. **A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006b. p. 117-160.

STEVENS, G.; VORIES, E.; HEISER, J.; RHINE, M. Experimentation on cultivation of rice irrigated with a center pivot system. In: LEE, T. S. (Ed.). **Irrigation systems and practices in challenging environments.** Rijeka, Croatia: InTech, 2012. p. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/irrigation-systems-and-practices-in-challenging->

environments/experimentation-on-cultivation-of-rice-irrigated-with-a-center-pivot-system>. Acesso em: 8 março 2016.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; RABELO, R. R.; BIAVA, M. **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Arroz e Feijão; Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 232 p.

STONE, L. F.; SILVA, S. C. da. Requerimento de água do arroz irrigado por aspersão em diversas regiões produtoras do RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 487-489

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

THEISEN, G.; XAVIER, F. M.; BONOW, J. F. L.; PARFITT, J. M. B.; ANDRES A.; SILVA J. J. C. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de produção de arroz irrigado por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8. 2013, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SOSBAI, 2013. v. 1. p. 367-370.

TOESCHER, C. F.; KOPP, L. M.; ANCINELO, A. G.; COLETTI, L. S. **Lâmina de água aplicada no arroz, via pivô central, em Uruguaiana-RS**. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/seriedocumentos/>. 2005.

TOKESHI, H. Modelo de agricultura sustentável suprimindo a necessidade de adubações nitrogenadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO AMBIENTAL, 13., 2008, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Mokiti Okada, 2008. 1 CD-ROM.

VEDELAGO, A.; CARMONA, F. de C.; BOENI, M.; LANGE, C. E.; ANGHINONI, I. **Fertilidade e aptidão de uso dos solos para o cultivo da soja nas regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul**. Cachoeirinha: IRGA, 2012, 48 p. (Boletim Técnico, 12).

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.

Literatura Recomendada

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Custos de produção**. Safra 2010/11 (out. 2010) completo. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1293728428Custo_de_Produção.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2014.

COUNCE, P.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: Versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

SAS. **User's Guide**: statistics. Version 5. Edition Cary, NC SAS Institute Inc., 1985. 965 p.

Agradecimento

À Valmont Indústria e Comércio Ltda, Uberaba-MG, pelo apoio financeiro e cooperação técnica fornecidos à execução do projeto “Desenvolvimento de tecnologias para sistemas de produção de arroz irrigado por aspersão no RS”, que gerou o presente conjunto de informações técnicas.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

