



XXXIII REUNIÃO TÉCNICA
DA CULTURA DO

arroz **IRRIGADO**

**RECOMENDAÇÕES
TÉCNICAS DA PESQUISA
PARA O SUL DO BRASIL**

2022

SOSBAI 
SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO

ARROZ IRRIGADO:

Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil

XXXIII REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Restinga Seca - RS - Brasil

25 e 26 de julho de 2022

Promoção:

SOSBAI - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado

Realização:

Epagri

Co-Realização:

**Embrapa Clima Temperado, Embrapa Arroz e Feijão, IRGA, UFPel,
UFRGS, UFSM**

Restinga Seca, RS

2022

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO

Av. Bento Gonçalves, 7712 - Edifício Prédio 41210

Bairro Agronomia - Porto Alegre, RS

CEP: 91.540-000

Fone: (53) 3275-8410

Cópias digitalizadas desta publicação podem ser obtidas em:

www.sosbai.com.br, na aba Publicações

Outras informações acessar:

<http://www.sosbai.com.br/>

E-mail: contatososbai@gmail.com

Tiragem: 6.000 exemplares

Editoração Eletrônica:

Augusto Tavares Leite Barros - Triplo/RS

Revisores Editoração Eletrônica:

Klaus Konrad Scheuermann (Epagri) e André Andres (Embrapa)

Capa:

Augusto Tavares Leite Barros - Triplo/RS

Fotolitos e Impressão:

Gráfica e Editora Pallotti

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

XXXIII Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado (7. : 2022 : Restinga Seca, RS)
Arroz irrigado [livro eletrônico] : recomendações técnicas da pesquisa para o sul do
Brasil -- 33. ed. -- Restinga Seca, RS : SOSBAI ; Porto Alegre, RS: Epagri, Embrapa,
Irga, UFPel, UFRGS, UFSM, 2023. -- (Reunião técnica da cultura do arroz irrigado ; 33)
PDF

Bibliografia.

ISBN 978-85-69582-03-8

1. Agricultura 2. Arroz - Cultivo 3. Irrigação na agricultura 4. Sustentabilidade I.
Título. II. Série.

23-174215

CDD-637.181

Índices para catálogo sistemático:

1. Agricultura : Engenharia de produção : Tecnologia agrícola 637.181

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

APRESENTAÇÃO

O boletim “ARROZ IRRIGADO: Recomendações da Pesquisa para o Sul do Brasil” é uma publicação técnico-científica da Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI), produzido e editado por meio da Comissão Técnica do Arroz Irrigado (CTAR-I), com o objetivo de divulgar tecnologias de produção, industrialização e comercialização de arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Esse documento teve sua primeira edição publicado em 1991 e vem sendo atualizado periodicamente para acompanhar a evolução da cadeia produtiva do arroz. A cada nova edição, o boletim passa por uma revisão geral para a correção de pequenas inconformidades e para a inclusão de novas recomendações de pesquisa para o cultivo do arroz irrigado.

A presente edição do boletim de recomendações técnicas para o arroz irrigado terá distribuição gratuita para orizicultores, extensionistas rurais, técnicos de cooperativas e de empresas privadas, pesquisadores, professores, estudantes e demais interessados na cultura.

SUMÁRIO

1 – ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DO ARROZ	9
1.1 - Caracterização da lavoura de arroz nos estados do RS e de SC.....	9
1.2 - Importância econômica e social do arroz para os estados do RS e de SC.....	12
2 - DESENVOLVIMENTO DA PLANTA	14
2.1 - Escala de desenvolvimento.....	14
2.2 - Subperíodo de desenvolvimento da plântula.....	15
2.3 - Subperíodo de desenvolvimento vegetativo.....	16
2.4 - Subperíodo de desenvolvimento reprodutivo.....	17
3 - EXIGÊNCIAS EDAFO-CLIMÁTICAS	29
3.1 - Exigências edáficas.....	31
3.2 - Exigências climáticas.....	31
3.2.1 - Elementos climáticos que influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do arroz.....	32
3.2.2 - Influência dos fenômenos “El Niño” e “La Niña”.....	37
4 - CALAGEM, ADUBAÇÃO E DESORDENS NUTRICIONAIS	40
4.1 - Evolução das recomendações.....	40
4.2 - Recomendações de calagem e de adubação.....	40
4.2.1 - Amostragem do solo.....	41
4.2.2 - Recomendação de calagem.....	41
4.2.3 - Interpretação da análise do solo para a adubação.....	44
4.2.4 - Recomendação da adubação.....	45
4.3 - Calcário e fertilizantes.....	49
4.3.1 - Calcário.....	49
4.3.2 - Fertilizantes minerais.....	50
4.3.3 - Fertilizantes orgânicos.....	50
4.3.4 - Fertilizantes organo-minerais.....	51
4.3.5 - Fertilizantes e adubação foliar.....	51
4.3.6 - Outros produtos, como condicionadores, aditivos, bioestimulantes e inoculantes.....	52
4.4 - Desordens nutricionais.....	52
4.4.1 - Toxidez por excesso de ferro.....	52
4.4.2 - Toxidez por ácidos orgânicos.....	53
4.4.3 - Toxidez por salinidade.....	54
4.5 - Calagem e adubação em solos orgânicos.....	54
4.6 - Padrões nutricionais para a cultura do arroz irrigado.....	55
4.7 - Interações entre adubação e ambiente.....	56
5 - ADEQUAÇÃO DA ÁREA E SISTEMAS DE CULTIVO	58
5.1 - Adequação da área.....	58
5.1.1 - Sistematização com nivelamento da superfície do solo com declividade.....	58
5.1.2 - Sistematização com nivelamento da superfície do solo sem declividade.....	58
5.2 - Sistemas de cultivo.....	59
5.2.1 - Sistema convencional.....	61
5.2.2 - Sistema cultivo mínimo.....	61
5.2.3 - Sistema plantio direto.....	62

5.2.4 - Sistema pré-germinado.....	62
5.2.5 - Sistema por transplante de mudas.....	64
6 - CULTIVARES	65
6.1 - Características agrônômicas importantes	
para a escolha e o manejo de cultivares e híbridos	66
6.1.1 - Ciclo e potencial produtivo	66
6.1.2 - Cultivares adaptadas ao sistema de cultivo pré-germinado.....	66
6.1.3 - Cultivares resistentes a herbicidas não seletivos à cultura.....	67
6.1.4 - Tolerância à toxidez por excesso de ferro no solo	67
6.1.5 - Resistência à brusone.....	67
6.1.6 - Tolerância a estresses de temperatura do ar.....	67
6.1.7 - Aspecto visual, rendimento industrial e características de cocção	68
6.1.8 - Tipos especiais de arroz.....	69
6.2 - Redução de custos de produção e de impactos ao ambiente	
pela correta escolha da cultivar ou do híbrido.....	69
6.3 - Chave para a escolha de cultivares e de híbridos	70
6.4 - Resumo das características das cultivares e híbridos inscritos	
no Registro Nacional de Cultivares (RNC/MAPA) e recomendadas	
para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.....	70
6.4.1 - Cultivares desenvolvidas pelas Empresas / Instituições Públicas	72
6.4.2 - Cultivares desenvolvidas pelas empresas privadas e/ou parcerias público-privadas.....	77
6.4.3 - Cultivares de Tipos Especiais de Arroz.....	79
6.5 - Endereço dos detentores das cultivares de arroz irrigado:.....	89
7 - ESTABELECIMENTO DA CULTURA	90
7.1 - Época de semeadura	90
7.2 - Qualidade de sementes.....	92
7.3 - Densidade de semeadura	92
7.4 - Profundidade de semeadura	93
7.5 - Precisão na operação de semeadura	93
8 - MANEJO DA ÁGUA	95
8.1 - Necessidade de água.....	95
8.2 - Qualidade da água	96
8.2.1 - Salinidade	97
8.2.2 - Temperatura da água.....	98
8.3 - Manejo da água de irrigação	98
8.3.1 - Início da irrigação	99
8.3.2 - Altura da lâmina	99
8.3.3 - Supressão da irrigação.....	100
8.3.4 - Manejos alternativos da irrigação.....	100
8.4 - A água de irrigação e o ambiente.....	101
9 - PLANTAS DANINHAS	102
9.1 - Principais espécies de plantas daninhas	102
9.2 - Métodos de manejo e controle	102
9.2.1 - Prevenção.....	102
9.2.2 - Manejo cultural	102
9.2.3 - Controle biológico	103
9.2.4 - Controle mecânico.....	104
9.2.5 - Controle químico.....	104

9.3 - Resistência de plantas daninhas a herbicidas.....	107
9.4 - Manejo do arroz-daninho.....	108
9.4.1 - Sementes de arroz isentas de arroz-daninho	108
9.4.2 - Plantio direto da cultura.....	108
9.4.3 - Semeadura direta após cultivo mínimo.....	108
9.4.4 - Sistema pré-germinado de semeadura e transplante de mudas.....	109
9.4.5 - Uso de cultivares resistentes a herbicidas.....	109
9.4.5.1 – Arroz resistente a herbicidas inibidores da ALS (imidazolinonas)	109
9.4.5.2 – Como obter os melhores resultados com arroz resistente às imidazolinonas	110
9.4.5.3 –Arroz resistente a herbicidas inibidores da ACCase.....	111
9.4.5.4. Recomendações fundamentais para obter os melhores resultados no controle do arroz-daninho em arroz resistente a ACCase	112
9.4.6 - Prática de pousio da área.....	113
9.4.7 - Prática de rotação de culturas.....	113
9.4.8 - Manejo da área na entressafra (pós-colheita)	114
9.4.9 – Controle de escapes.....	114
9.4.10 - Uso de marrecos-de-pequim.....	115
9.5 - O manejo de plantas daninhas e o ambiente.....	115
9.6 - Riscos da deriva de herbicidas.....	115
10 - INSETOS E OUTROS FITÓFAGOS.....	127
10.1 - Insetos-pragas de importância primária, épocas de ocorrência, tipo de dano e medidas de controle	127
10.1.1 - Pulgão-da-raiz (<i>Rhopalosiphum rufiabdominale</i>).....	127
10.1.2 - Lagarta-da-folha (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	128
10.1.3 - Gorgulho-aquático/ Bicheira-da-raiz (<i>Oryzophagus oryzae</i>)	129
10.1.4 - Percevejo-do-colmo (<i>Tibraca limbativentris</i>).....	130
10.1.5 - Percevejo-do-grão (<i>Oebalus poecilus</i> e <i>Oebalus ypsilongriseus</i>).....	131
10.1.6 - Lagarta-da-panicula (<i>Pseudaletia</i> spp.).....	132
10.2 - Insetos-pragas de importância secundária, épocas de ocorrência, tipo de dano e medidas de controle	133
10.2.1 - Cascudo-preto (<i>Euethoela humilis</i>) e Pulga-do-arroz (<i>Chaetocnema</i> sp.).....	133
10.2.2 - Lagarta-boiadeira (<i>Nymphula</i> spp.) e Brocas-do-colmo (<i>Ochetina uniformis</i> , <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Rupela albinella</i>).....	133
10.2.3 - Percequito (<i>Collaria scenica</i>).....	134
10.2.4 - Verme-de-sangue ou minhoca-vermelha (<i>Chironomus</i> spp.).....	134
10.2.5 - Sogata (<i>Tagosodes orizicolus</i>)	135
10.3 - Outros fitófagos, épocas de ocorrência, tipo de dano e medidas de controle	135
10.3.1 - Pássaros granívoros (<i>Agelaius ruficapillus</i> , <i>Molothrus bonariensis</i> e <i>Sicalis flaveola</i>)	135
10.3.2 - Caramujos	146
11 – DOENÇAS.....	144
11.1 - Principais doenças, sua ocorrência e danos.....	144
11.2 - Condições edafoclimáticas que favorecem as doenças	145
11.3 - Identificação das doenças	145
11.4 - Controle integrado de doenças.....	146
11.4.1 - Controle genético.....	146
11.4.2 - Manejo da cultura	149
11.4.3 - Controle químico.....	151
11.4.4 - Controle biológico	153

12 - TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS	155
12.1 - Segurança operacional.....	155
12.2 - Aplicações simultâneas de agrotóxicos	156
12.3 - Condições ambientais	156
12.4 - Equipamentos de pulverização	157
12.5 - Uniformidade de aplicação.....	158
12.6 - Destino das embalagens vazias de agrotóxicos.....	159
12.6.1 - Obrigações dos usuários (agricultores)	159
12.6.2 - Lavagem sob pressão.....	160
12.6.3 - Tríplíce lavagem.....	160
12.6.4 - Importância da tríplíce lavagem e da lavagem sob pressão.....	160
12.7 - Recomendações complementares.....	161
13 - TECNOLOGIA DE COLHEITA, PÓS-COLHEITA E INDUSTRIALIZAÇÃO DE GRÃOS E SEMENTES 162	
13.1 - Colheita e transporte	162
13.2 - Recepção, pré - limpeza e secagem.....	162
13.3 - Armazenamento e beneficiamento industrial de grãos.....	165
13.3.1 - Manejo Integrado de Pragas dos Grãos Armazenados – MIPGRÃOS.....	166
13.4 - Produção, beneficiamento e legislação de sementes	171
13.4.1 - Categorias de sementes.....	172
13.4.2 - Padrões para produção e comercialização de sementes de arroz	173
14 - ARROZ IRRIGADO NO CONTEXTO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	175
14.1- Cenário para a diversificação	175
14.2 - Benefícios e desafios da diversificação	175
14.3- Adequação das terras baixas para cultivos de terras altas.....	177
14.3.1- Drenagem da lavoura	177
14.3.2- Manejo do solo, das culturas e da irrigação.....	177
14.4 - Arroz em sistemas de rotação e sucessão de culturas.....	180
14.4.1- Espécies e cultivares a serem utilizadas	180
14.5 - Arroz em sistemas integrados de produção.....	182
14.5.1 - Inserção do animal no sistema.....	182
14.5.2 - Manejo dos sistemas em terras baixas.....	182
15 - GERENCIAMENTO DA ATIVIDADE ORIZÍCOLA	184
15.1 - O custo como ferramenta de gerenciamento.....	184
15.2 - Custos variáveis e custos fixos	184
15.3 - Planilha de custo	185
15.4 - Interpretação econômica da planilha e seu uso prático.....	185
15.5 - Preços e comercialização do arroz	186
15.6. Relações de troca	187
15.7. Financiamento da produção	188
16 - LITERATURA CITADA.....	190
17 - INSTITUIÇÕES EXECUTORAS DE PESQUISA DA COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE ARROZ - CTAR	192
18 - DIRETORIA E CONSELHO FISCAL DA SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI.....	193
19 - MEMBROS DA COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE ARROZ - CTAR (2018/20)	194
20 - PARTICIPANTES NAS REUNIÕES DAS SUBCOMISSÕES DA CTAR.....	196
21 - APOIADORES DA XXXII REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO	199

1 – ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DO ARROZ

Dentre os cereais mais cultivados e consumidos no mundo o arroz merece destaque especial. Primeiro por ser um alimento em que o grão sai do campo e é consumido praticamente sem processo de industrialização. Segundo, atende populações com alto e baixo poder aquisitivo, sendo que nesta última tem grande importância por ter preço relativo menor a outros cereais e responder pelo suprimento de 20% das calorias. Portanto, desempenha papel estratégico na solução de questões de segurança alimentar. O arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas. É o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando área aproximada de 161 milhões de hectares. A produção de cerca de 756,5 milhões de toneladas de grãos em casca corresponde a 29% do total de grãos usados na alimentação humana. O milho é o grão com maior volume produzido no mundo, correspondendo a 33%.

O consumo aparente médio mundial de arroz beneficiado é de 54 kg/pessoa/ano, sendo que os países asiáticos, onde são produzidos mais de 90% desse cereal, apresentam as médias mais elevadas (78 kg/pessoa/ano). Na América do Sul, são consumidos, em média, 29 kg/pessoa/ano, destacando-se o Brasil como grande consumidor (32 kg/pessoa/ano).

Em decorrência, desempenha papel estratégico na solução de questões de segurança alimentar. Apesar do grande volume produzido, o arroz é um produto com pequeno comércio internacional. Os países maiores produtores são em ordem decrescente: China, Índia, Indonésia, Bangladesh, Vietnã, Tailândia, Myanmar, Filipinas e Brasil.

O Brasil, com uma produção anual, base casca, entre 11 e 13 milhões de toneladas de arroz nas últimas safras, participa com 78% da produção do Mercosul (na média de 2009/10 até 2017/18), seguido pelo Uruguai, Argentina e, por último, o Paraguai, que na safra 2017/18 representou em torno de 6,00% do total produzido pelo bloco (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Evolução da produção de arroz nos principais países do Mercosul, no período 2009/10 a 2017/18.

País/ Região	Produção por safra (mil t – base casca)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 ¹
Brasil	12449	10603	12328	12065	10500	11179	11766	10800	10441
Uruguai	1396	1304	1410	1247	1200	1209	1309	1260	1300
Argentina	1560	1400	1328	1368	1191	1223	1292	1200	1277
Paraguai	858	858	924	896	1069	1179	919	1045	1146
Mercosul	16263	14165	15990	15576	13960	14790	15286	14305	14164

¹ Estimativas. Fonte: USDA (Argentina, Paraguai e Uruguai).

Os orizicultores brasileiros destinam sua produção basicamente para três canais: venda para formação de estoques públicos e privados e venda para indústrias e exportação. A comercialização para o governo compor os estoques públicos, faz parte da política de regulamentação de mercado. As transações com intermediários ou entrega para cooperativas é respon-

sável pelo maior volume comercializado e por último, venda direta para a indústria arroseira, que também obtém matéria prima via importação. Por sua vez, a indústria arroseira pode exportar, vender para outras indústrias embalarem, vender diretamente para grandes e médios varejistas ou para o mercado atacadista, que abastece os pequenos varejistas.

O volume exportado ainda é baixo. No entanto, o Brasil possui condições para deixar de ser um ofertante residual de arroz no mercado internacional e se tornar um importante país exportador desse cereal, tendo em vista a capacidade de expansão de áreas de cultivo nos dois principais sistemas de produção, capacidade de inovar em aspectos ligados a tecnologia de produção, visto que possui várias instituições de pesquisas e universidades que disponibilizam tecnologias que aumentam potencial de produção da orizicultura, por exemplo, o arroz híbrido para o sistema irrigado, arroz do sistema Clearfield® e superação de problemas em plantio direto para arroz de sequeiro, alternativas sustentáveis para manejo de pragas.

Informações mais detalhadas sobre a produção e comércio mundial e nacional podem ser obtidas nas publicações mais recentes da “Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina” da Epagri/Cepa e site “Safras” e “Mercado” do IRGA.

1.1 - Caracterização da lavoura de arroz nos estados do RS e de SC

A área cultivada com arroz no estado do Rio Grande do Sul aumentou até a safra 2004/05, estabilizando-se em torno de um milhão de hectares, enquanto a de Santa Catarina tem se mantido constante ao longo do tempo, em torno de 150 mil hectares. Na safra 2017/2018 a área cultivada com arroz de 1.942.921 hectares, foram colhidas 11.558.109 toneladas (IBGE, 2018b) Brasil, vem diminuindo, pela redução do cultivo de terras altas, estando, atualmente, em torno de 2 milhões de hectares (Figura 1.1). Exceção feita a algumas safras, consideradas atípicas, tem havido aumento, tanto na produção (Figura 1.2) como na produtividade (Figura 1.3) de arroz no RS, enquanto em SC a produtividade está estabilizada desde a safra 2004/05. Em ambos os estados a produtividade está acima de 7.000 kg/ha (Figura 1.3) e as áreas estão estabilizadas há mais de 10 anos. Esse desempenho da lavoura de arroz irrigado no sul do Brasil é similar ao obtido em países tradicionais no cultivo desse cereal e abaixo do obtido nos EUA, na Austrália e no Japão.

O Rio Grande do Sul se destaca como o maior produtor nacional, sendo responsável por em torno de 70% do total produzido no Brasil, seguido por Santa Catarina com produção de 8,5% e 9,8%, nas safras 2014/15 e 2015/16, respectivamente. Esse grande volume produzido nos dois estados sulinos, totalizando cerca de 80%, é considerado estabilizador para o mercado brasileiro e garante o suprimento desse cereal à população brasileira.

A quase totalidade do arroz produzido no RS e em SC apresenta grãos da classe longo-fino, com alta qualidade de cocção, características exigidas no mercado brasileiro, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Cerca de 12% do arroz produzido no RS e 30% da produção de Santa Catarina são consumidos nos respectivos Estados e o restante é comercializado para os demais centros consumidores ou exportado.

No Rio Grande do Sul, o arroz é produzido em 129 municípios localizados na metade sul do Estado, onde 232 mil pessoas vivem direta ou indiretamente da exploração dessa cultura. O setor agroindustrial opera, atualmente, com 184 indústrias de beneficiamento e responde por quase 50% do beneficiamento do arroz no País. Segundo os dados do Censo Agropecuário

2017 (IBGE, 2018a), 9.271 produtores produziram arroz no RS em 2016/17.

Em Santa Catarina o arroz é produzido em 83 municípios, onde a maior área se localiza no Litoral Sul do estado (61,9%), seguido da região Médio/Baixo Vale do Itajaí e Litoral Norte (25,2%). O restante encontra-se no Alto Vale do Itajaí (9,04%) e Litoral Centro (3,9%). Dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2018a) apontam para a existência de 5.916 propriedades produzindo arroz irrigado no estado. Observa-se uma redução significativa no número de estabelecimentos em relação ao Censo Agropecuário de 2006, e consequentemente, no número de produtores, haja vista que em levantamento realizado pela Epagri/Cepa em 2017 constatou-se que cerca de 60% da área destinada a produção de arroz no estado é arrendada. O setor agroindustrial operou com 66 indústrias de beneficiamento, concentradas nas Regiões de Araranguá (30) e Criciúma (18), com capacidade para beneficiar 1.500 mil t/ano de arroz em casca, bem superior à produção estadual, o que o leva a importar arroz em casca de outros estados e países, principalmente do Rio Grande do Sul e Paraguai. O principal produto originário das indústrias catarinenses é o arroz parboilizado.

Nota-se que a produção de arroz vem passando por um processo de concentração em um menor número de produtores, que estão produzindo volumes maiores.

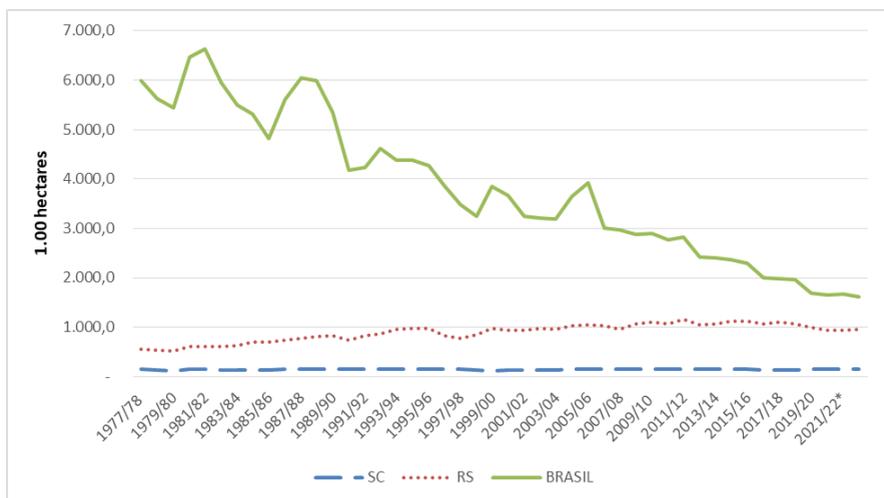


Figura 1.1- Evolução da área plantada de arroz no Brasil e nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina no período de 1977/78 a 2021/22*. Fonte: CONAB (2022).

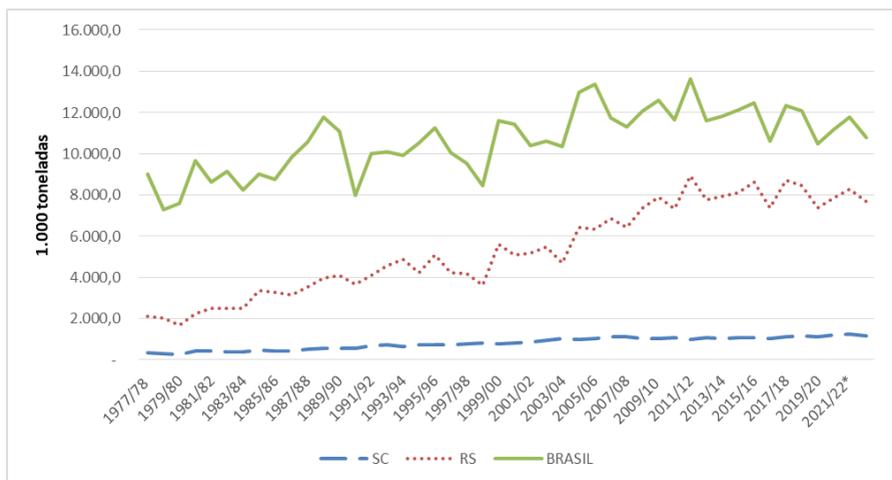


Figura 1.2 - Evolução da produção de arroz no Brasil e nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina no período de 1977/78 a 2021/22*. Fonte: CONAB (2022).



Figura 1.3 - Evolução da produtividade de arroz no Brasil e nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina no período de 1977/78 a 2021/22*. Fonte: CONAB (2022).

1.2 - Importância econômica e social do arroz para os estados do RS e de SC

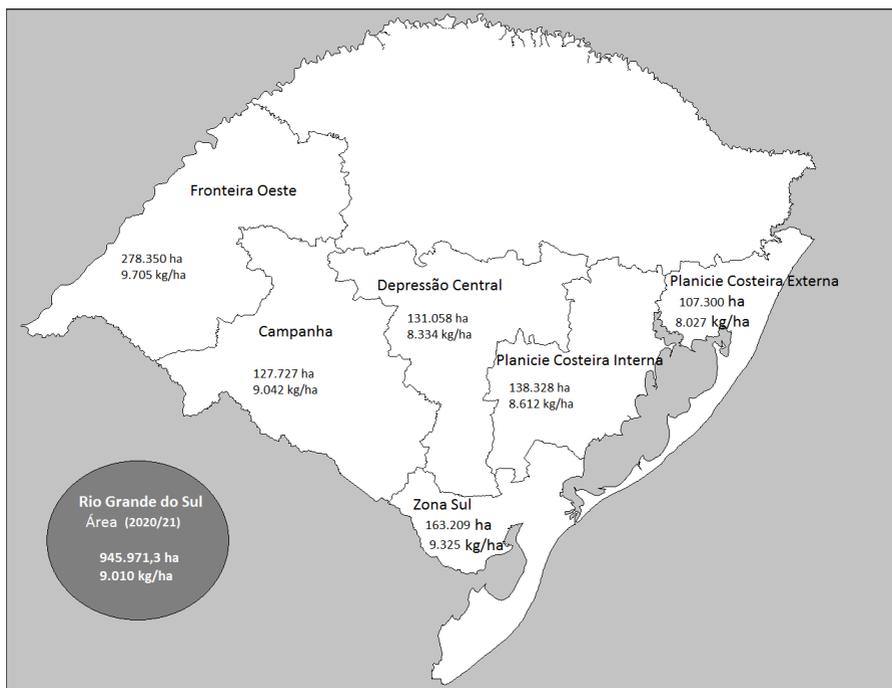
No RS, o arroz apresentou em 2020 um valor bruto de produção de R\$ 7,7 bilhões, e é a segunda cultura de lavouras temporárias em importância econômica. Quanto ao aspecto social, a importância do arroz é representada pela possibilidade de ser cultivado tanto em pequenas como em médias e grandes áreas. Esta flexibilidade da cultura permite que a agricultura familiar e a empresarial se desenvolvam e utilizem o arroz como alternativa para geração de renda e de

empregos. Atuam na lavoura de arroz em torno de 37,2 mil trabalhadores, sendo 27% temporários. Na média do Rio Grande do Sul, cada trabalhador atende 27,8 ha de arroz cultivado. Na metade sul do Rio Grande do Sul, o arroz irrigado é a principal atividade econômica, chegando a representar mais de 50% do valor bruto da produção agrícola para diversos municípios.

Outra possibilidade de ampliação do potencial econômico relacionado à exploração de áreas de arroz irrigado é o uso da rotação de culturas, com apoio das estruturas de irrigação e de drenagem já implantadas para a cultura de arroz irrigado.

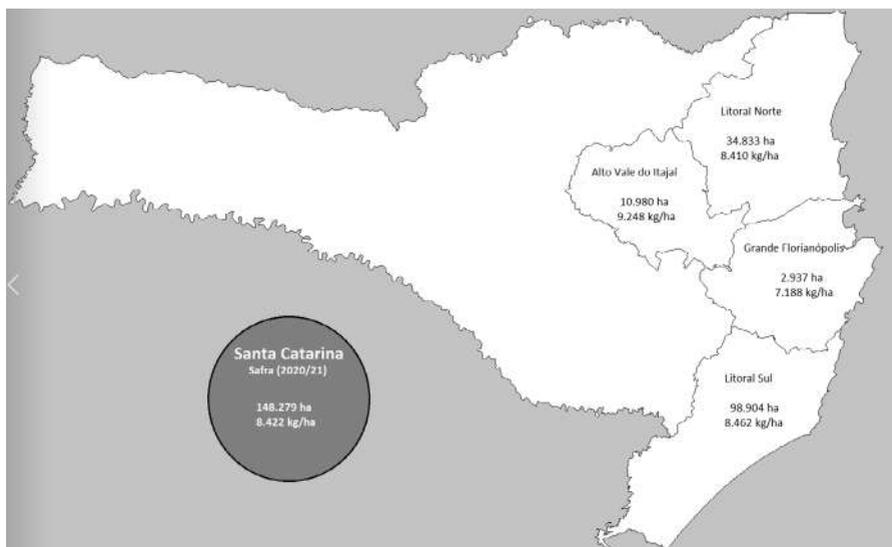
Em Santa Catarina, o arroz é o 4º produto em importância econômica dentre as culturas de lavouras temporárias e o valor bruto da produção (VBP) do arroz no ano de 2021 foi de R\$ 2,2 bilhões, representando 3,95% do VBP dos principais produtos da agropecuária do Estado. Atualmente, mais de 30 mil pessoas dependem economicamente desta atividade. Não é um valor que impressiona pela participação, mas é importante por sua contribuição na diversificação da economia catarinense. Em levantamento de informações feito pelo Epagri/Cepa na safra 2015/16, constatou-se que cerca de 90% da mão de obra ocupada na produção é familiar. Em média, estão envolvidas na atividade cerca de 2 pessoas por propriedade, sendo este valor maior quanto maior a propriedade. Além disso, o cultivo de arroz ocupa áreas sujeitas à inundação, que seriam exploradas com pecuária pouco produtiva e com baixa ocupação de mão de obra, como já ocorreu no passado.

Nos mapas a seguir (Figura 1.4 e 1.5), identificam-se as regiões produtoras de arroz nos



dois estados do sul do Brasil, com sua respectiva área e produtividade referente à safra 2020/21.

Figura 1.4 - Mapa esquemático do estado do Rio Grande do Sul, com os dados de área



semeada e de produtividade por região orizícola na safra 2020/21. Fonte: Irga (2022).

Figura 1.5 - Mapa esquemático do estado de Santa Catarina, com os dados de área semeada e de produtividade por região orizícola na safra 2020/21. Fonte: Epagri/Cepa (2022).

2 - DESENVOLVIMENTO DA PLANTA

O arroz é uma espécie anual da família das poáceas, classificada no grupo de plantas com sistema fotossintético C3, e adaptada ao ambiente aquático. Essa adaptação é devida à presença de aerênquima no colmo e nas raízes da planta, que possibilita a passagem de oxigênio do ar para a rizosfera.

2.1 - Escala de desenvolvimento

A eficiência da adoção de tecnologias agrícolas depende da aplicação correta e da determinação do momento oportuno de sua aplicação. O uso de escala apropriada para expressar o desenvolvimento da planta permite maior precisão na época de aplicação de práticas de manejo, além de melhorar a comunicação entre técnicos e produtores. Não é correto relacionar o desenvolvimento da planta à idade cronológica, expressa em dias após a semeadura ou emergência, uma vez que ela pode variar muito em função de cultivar, temperaturas do solo, do ar e da água, disponibilidade de radiação solar, condições hídricas e nutricionais, época de semeadura, região de cultivo e estação de crescimento.

Assim, faz-se necessária a identificação, com maior precisão, dos estádios de desenvolvimento da planta em que: a) são aplicadas as práticas de manejo; b) são avaliadas as respostas das plantas aos diferentes tratamentos e c) ocorrem condições meteorológicas ad-

versas, tais como baixas temperaturas e danos por granizo, que causam estresses às plantas. Dessa forma, haverá maior entendimento do desenvolvimento da planta e melhoria nas condições de manejo da cultura.

Existem diversas escalas fenológicas para a cultura do arroz. Dentre essas, a escala proposta por Counce et al. (2000) é uma das mais utilizadas no Sul do Brasil. A avaliação da ontogenia da planta utilizada pela escala subdivide o crescimento e desenvolvimento da planta em três subperíodos: desenvolvimento da plântula, vegetativo e reprodutivo. Os estádios do desenvolvimento da plântula são identificados pela letra S e por um número que varia de 0 a 3. Já os estádios vegetativos são identificados pela letra V e por um número que varia de 1 a n. Esse número é indicativo do número de folhas expandidas ou desenvolvidas apresentado pelo colmo principal da planta num dado momento. Uma folha é considerada expandida quando ela apresenta a região do colar, que separa a bainha da lâmina foliar, totalmente visível. Nesse momento, se consegue visualizar facilmente as aurículas e a lígula na região do colar. A partir da iniciação da panícula (IP), a escala utiliza a letra R (reprodutivo) associada a um número, que varia de 1 a 9. Esse número indica o estágio de desenvolvimento em que se encontram os grãos.

O sistema proposto por essa escala identifica os principais estádios de desenvolvimento da planta. Os intervalos de tempo específicos entre os estádios e os números totais de folhas desenvolvidas podem variar entre cultivares, estações de crescimento, épocas de semeadura e regiões de cultivo. Além disso, todas as plantas em uma lavoura não estarão no mesmo estágio de desenvolvimento ao mesmo tempo. Assim, quando se estiver caracterizando o estágio de desenvolvimento de uma lavoura de arroz, cada estágio específico de V ou R somente estará sendo definido quando pelo menos 50% das plantas apresentarem a característica indicativa do mesmo.

2.2 - Subperíodo de desenvolvimento da plântula

Para germinar, a semente de arroz precisa absorver água. Nas sementes em germinação, tanto o coleóptilo quanto a radícula podem emergir primeiro. Em condições de emergência em solo com umidade adequada, a radícula emerge primeiro, mas quando as sementes são imersas em água para pré-germinação (sistema de cultivo pré-germinado), o coleóptilo pode emergir primeiro.

Nos sistemas de semeadura em solo com umidade adequada, o número de dias da semeadura à emergência depende da temperatura e da umidade do solo. Já no sistema de semeadura em solo com lâmina de água (sistema pré-germinado), a duração desse subperíodo é função das temperaturas do solo e da água e do grau de desenvolvimento da plântula por ocasião da semeadura.

A emergência da plântula de arroz em solo com umidade adequada ocorre devido ao alongamento do mesocótilo. A capacidade de desenvolvimento dessa estrutura depende da temperatura do solo, se não há deficiência ou excesso de umidade do solo. Por essa razão, nas épocas de semeadura anteriores a 15 de outubro, quando a temperatura do solo é baixa, a profundidade de semeadura deve ser menor do que nas semeaduras posteriores a essa data, quando os solos têm temperaturas mais altas. Por essa razão, nas semeaduras antecipadas, a duração do subperíodo semeadura-emergência é maior do que nas semeaduras realizadas após 15 de outubro.

Durante essa fase, o desenvolvimento e a emergência das plântulas podem ser limitados, dentre outros fatores, por temperatura baixa, falta ou excesso de umidade no solo, efeito tóxico de fertilizantes químicos colocados muito próximos das sementes, ataque de pragas e de patógenos do solo e profundidade de semeadura inadequada. Todos esses fatores podem reduzir a porcentagem de emergência, afetando o número de plantas por unidade de área, que está relacionado diretamente a um dos principais componentes do rendimento, o número de panículas por unidade de área.

A Tabela 2.1 apresenta os estádios de desenvolvimento da plântula de arroz com os indicadores morfológicos. Na Figura 2.1 pode ser visualizada uma semente no estádio S_0 e plântulas de arroz nos estádios S_1 , S_2 e S_3 .

Tabela 2.1 - Estádios de desenvolvimento de plântula de arroz com os identificadores morfológicos.

Estádio	Descrição
S_0	Semente de arroz não embebida
S_1	Emergência do coleóptilo/radicula
S_2	Emergência da radícula e coleóptilo
S_3	Emergência do perfilo do coleóptilo

2.3 - Subperíodo de desenvolvimento vegetativo

As raízes seminais, originárias da semente, são as responsáveis pela sustentação da plântula durante esse período (Figura 2.2). Esse sistema radicular é temporário, pois entra em degeneração logo que começam a surgir as raízes adventícias dos nós do colmo, logo abaixo da superfície do solo. Esse segundo sistema radicular constitui-se no principal mecanismo de absorção de água e nutrientes e de fixação da planta ao solo até o final do ciclo de desenvolvimento.

Após o estabelecimento inicial, a planta de arroz começa a diferenciar a sua estrutura foliar, formando uma folha em cada nó, de forma alternada no colmo. Durante as primeiras quatro a cinco semanas de desenvolvimento, todas as folhas já estão diferenciadas, mas não visíveis externamente, sendo que o número total de folhas por planta varia com o ciclo da cultivar e a época de semeadura.

A planta começa a emissão de perfilhos quando a quarta folha do colmo principal está com o colar formado, correspondendo aproximadamente a três semanas após a emergência, podendo o processo de afilhamento (perfilhamento) durar de quatro a seis semanas, dependendo da época de semeadura e do ciclo da cultivar. Os perfilhos surgem dos nós do colmo em ordem alternada. Essa capacidade de perfilhamento faz com que o arroz tenha resposta elástica à densidade de plantas, podendo compensar baixas densidades pela maior emissão de perfilhos. A capacidade de perfilhamento depende da cultivar, da densidade de semeadura, da temperatura do solo, da disponibilidade de nitrogênio no solo e da altura da lâmina de água de irrigação, dentre outros fatores. O ápice do processo de perfilhamento ocorre próximo da IP.

A Tabela 2.2 apresenta os estádios de desenvolvimento vegetativo (V) com os identificadores morfológicos de uma cultivar de arroz com 13 folhas. A Figura 2.3 ilustra plantas de arroz em diferentes estádios de desenvolvimento vegetativo.

2.4 - Subperíodo de desenvolvimento reprodutivo

Esse subperíodo inicia-se quando o meristema apical se transforma no primórdio da panícula (R_0) e termina quando os grãos estão completamente formados e prontos para serem colhidos (R_9).

A partir da IP (R_0), os entrenós do colmo se alongam rapidamente e a planta cresce a taxas muito elevadas e começa a ser definido o número de espiguetas por panícula. No estágio R_1 ocorre a diferenciação das ramificações da panícula. Logo após esse estágio, a panícula começa a se expandir dentro do colmo, atingindo seu máximo no emborrachamento da planta, estágio R_2 . Nesse estágio está ocorrendo a divisão das células-mãe dos grãos de pólen, sendo um dos mais críticos no desenvolvimento da planta à ocorrência de estresses, principalmente os causados por baixa temperatura (inferior a 17°C) e deficiência de nutrientes. Por isto, a semeadura deve ser realizada em uma época que possibilite a coincidência dessa fase com o mês que tenha as menores probabilidades de ocorrência de temperaturas baixas no estágio R_2 . A ocorrência de condições favoráveis ao desenvolvimento da planta durante os estádios R_0 a R_4 (antese) determina baixa esterilidade de espiguetas, o que resulta em maior número de grãos por panícula.

Tabela 2.2 - Estádios de desenvolvimento vegetativo (V) de arroz com os identificadores morfológicos.

Estádio	Descrição
V_1	Colar formado na primeira folha do colmo principal
V_2	Colar formado na segunda folha do colmo principal
V_3	Colar formado na terceira folha do colmo principal
V_4	Colar formado na quarta folha do colmo principal
V_5	Colar formado na quinta folha do colmo principal
V_6	Colar formado na sexta folha do colmo principal
V_7	Colar formado na sétima folha do colmo principal
V_8	Colar formado na oitava folha do colmo principal
$V_9 (V_{F-4})$	Colar formado na nona folha do colmo principal. O VF refere-se à folha bandeira e o número subsequente refere-se ao número do nó que antecede a folha bandeira
$V_{10}(V_{F-3})$	Colar formado na 10ª folha do colmo principal e faltam três folhas para o surgimento da folha bandeira
$V_{11}(V_{F-2})$	Colar formado na 11ª folha do colmo principal e faltam duas folhas para o surgimento da folha bandeira
$V_{12}(V_{F-1})$	Colar formado na 12ª folha do colmo principal e falta uma folha para o surgimento da folha bandeira
$V_{13}(VF)$	Colar formado na 13ª folha (folha bandeira) do colmo principal.

A Tabela 2.3 apresenta os estádios de desenvolvimento reprodutivo (R) com os identi-

ficadores morfológicos. A Figura 2.4 ilustra os estádios R_1 , R_2 , R_4 e R_9 do período reprodutivo.

A planta de arroz é autofecundada, com a polinização ocorrendo primeiro nas flores das espiguetas situadas na extremidade superior da panícula, seguindo para a base. A Figura 2.5 ilustra as partes componentes de uma espiguetas de arroz. A ocorrência de ventos quentes, secos ou úmidos, diminui a fecundação dos estigmas, reduzindo o número de grãos formados. Por outro lado, baixas temperaturas da água e do ar também podem causar efeito similar.

Na antese (estádio R_4), a planta atinge sua máxima estatura e área foliar. Condições de luminosidade adequadas no período compreendido entre 20 dias antes a 20 dias após o florescimento aumenta a taxa fotossintética e a eficiência de uso do nitrogênio e, consequentemente, a produtividade.

Tabela 2.3 - Estádios de desenvolvimento reprodutivo (R) de arroz com os identificadores morfológicos.

Estádio	Descrição
R_0	Iniciação da panícula (evento em um dado momento)
R_1	Diferenciação da panícula (processo através do tempo; diferenciação das ramificações da panícula)
R_2	Formação do colar na folha bandeira
R_3	Exserção da panícula
R_4	Antese (uma ou mais espiguetas)
R_5	Elongação de um ou mais grãos (cariopse) na casca
R_6	Expansão de um ou mais grãos em profundidade
R_7	Ao menos um grão da panícula apresenta casca com coloração típica da cultivar
R_8	Maturidade de um grão isolado (com coloração de casca típica da cultivar)
R_9	Maturidade completa dos grãos na panícula (ponto de colheita)

A duração do subperíodo de formação e enchimento de grãos varia entre 30 a 40 dias, dependendo, principalmente, da variação da temperatura do ar, havendo pouca influência do ciclo da cultivar. Após a fecundação, os grãos passam pelas fases de grãos leitosos, grãos pastosos e grãos em massa dura até atingirem a maturação fisiológica. Considera-se maturação fisiológica quando os grãos estão com o máximo acúmulo de massa seca, estando a umidade dos grãos ao redor de 30%. Durante esse subperíodo está sendo definido o peso do grão. A ocorrência de deficiência nutricional e de ataque de pragas e doenças nesse subperíodo resulta em menor peso do grão.

No subperíodo compreendido entre a maturação fisiológica e a maturação de colheita, os grãos passam por processo físico de perda de umidade até atingir aproximadamente 22% de umidade para a colheita. Sua duração pode variar de uma a duas semanas, dependendo das condições meteorológicas vigentes. Temperatura do ar elevada e umidade relativa baixa, associadas à ocorrência de ventos, aceleram o processo de perda de umidade nos grãos.

As relações entre os diferentes estádios fenológicos com o desenvolvimento morfológico visualizado na planta são apresentadas no Quadro 2.1.



Figura 2.1 - Semente no estágio S₀ e plântulas de arroz nos estádios S₁, S₂ e S₃ (ponto de agulha) (Fotos: T.F.S. de Freitas e D. Grohs).

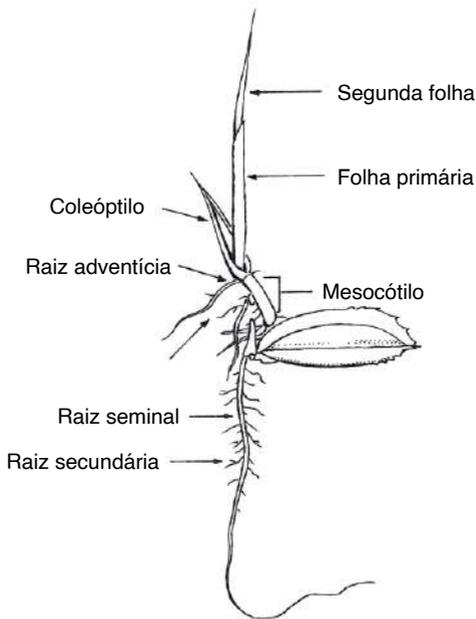


Figura 2.2 - Estruturas morfológicas externas de uma plântula de arroz no estágio V1.

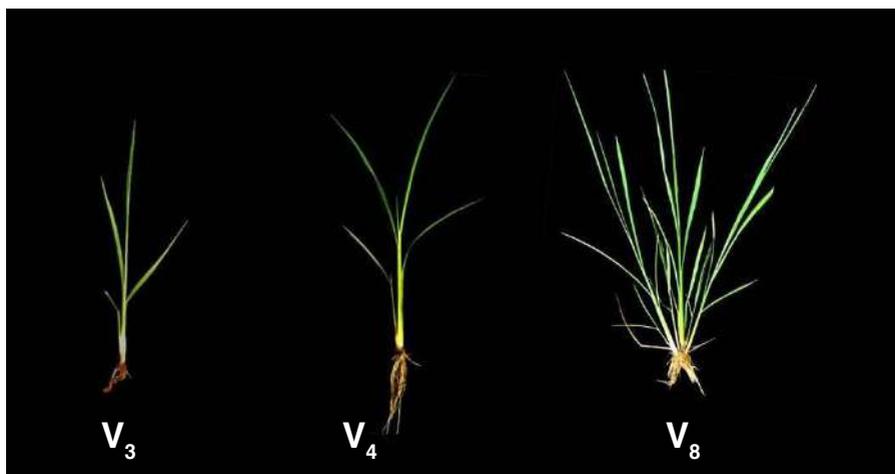


Figura 2.3 - Plantas de arroz em três estádios de desenvolvimento vegetativo (V_3 , V_4 e V_8) (Fotos: T.F.S. de Freitas e D. Grohs).

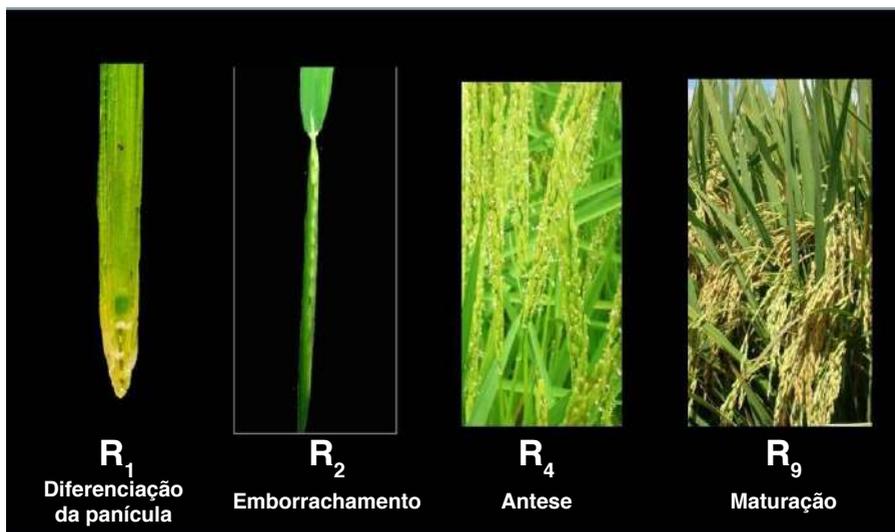


Figura 2.4 - Plantas de arroz em quatro estádios de desenvolvimento reprodutivo (R_1 , R_2 , R_4 e R_9) (Fotos: T.F.S. de Freitas, D. Grohs e S.I.G. Lopes).

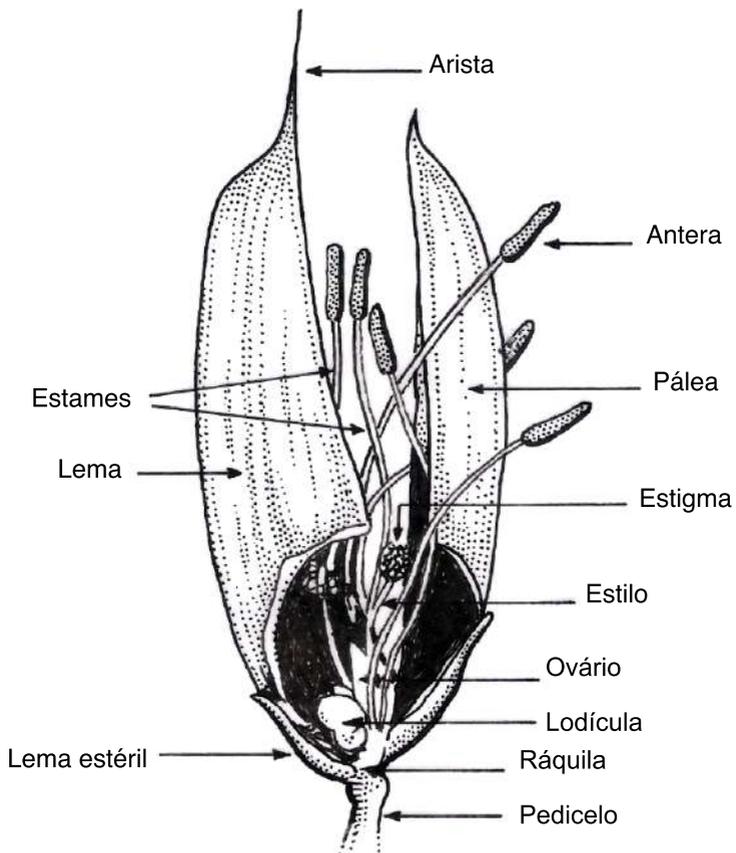
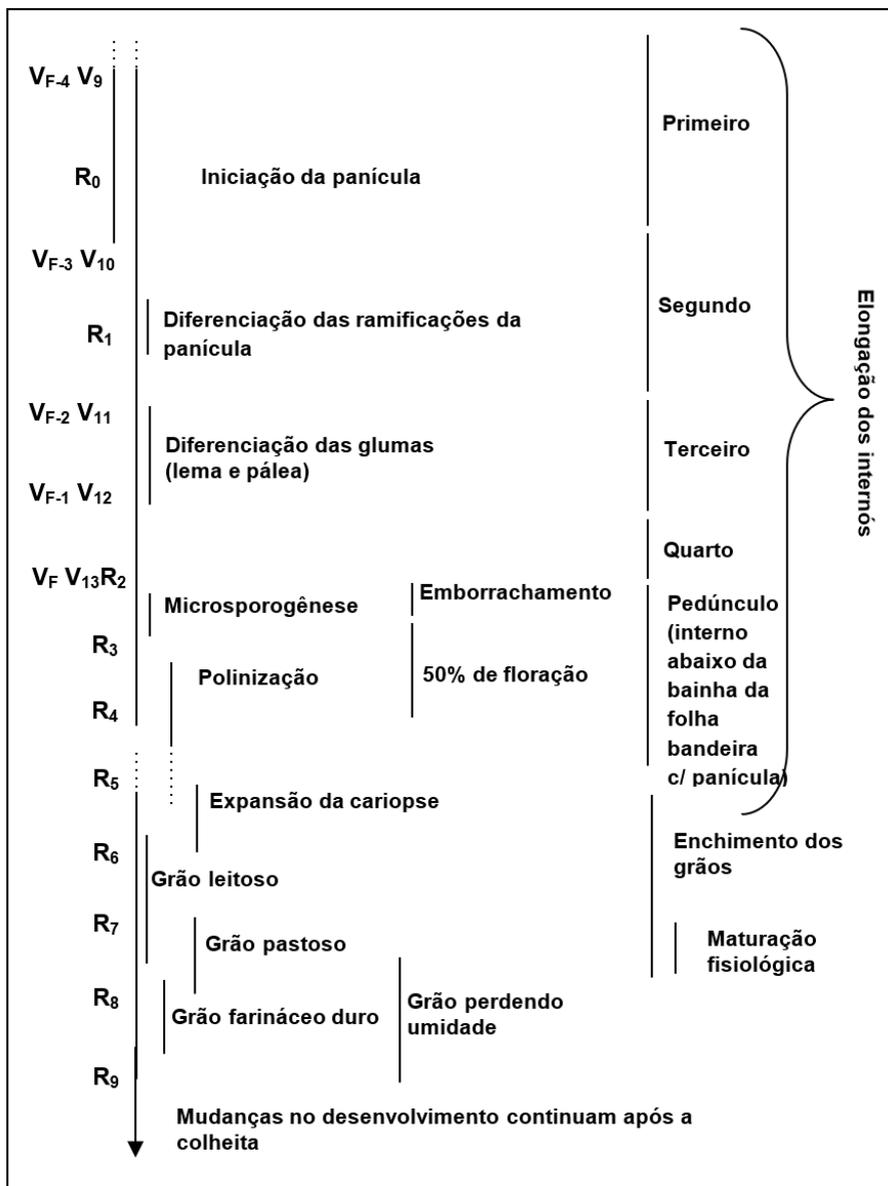


Figura 2.5 - Partes componentes de uma espiguita de arroz.

Tabela 2.4 - Ontogenia da planta de arroz, segundo Counce et al. (2000). continua...

Estádio de Desenvolvimento	Desenvolvimento Morfológico
S_0	
S_1	Emergência da radícula ou coleóptilo
S_2	Emergência da radícula e coleóptilo
S_3	Emergência do perfilo do coleóptilo
V_1	Formação das raízes nodais
V_2	
V_3	Início do perfilhamento
V_4	
V_5	Metade do perfilhamento
V_6	
V_7	Final do perfilhamento

Tabela 2.3. - Continuação



A Tabela 2.4 relaciona os estádios de desenvolvimento da planta em que são definidos os componentes de rendimento do arroz. Já nas Tabelas 2.5 a 2.8 são propostos alguns exercícios para associar a época de aplicação das principais práticas de manejo da cultura descritas neste boletim.

As Tabelas 2.5 e 2.6 tratam, respectivamente, do manejo da adubação e da água. Por sua vez, as Tabela 2.7 e 2.8 tratam das épocas de ocorrência e de controle das principais pragas e doença que atacam a cultura do arroz, respectivamente.

É importante enfatizar que as tabelas apresentadas são tratativas iniciais para relacionar a aplicação de práticas de manejo ao estágio de desenvolvimento da planta de arroz ao invés de à idade cronológica. Elas certamente deverão ser melhoradas através de sugestões feitas pelos técnicos que atuam em pesquisa com esta cultura. Nos capítulos seguintes são feitos alguns comentários associando os estádios de desenvolvimento da planta em que são definidos os componentes do rendimento de grãos de arroz, assim como os estádios de desenvolvimento da planta em que devem ser aplicadas distintas práticas de manejo da cultura.

Tabela 2.4 - Estádios do desenvolvimento em que são definidos os componentes do rendimento de grãos de arroz.

Componentes de rendimento	Estádio de desenvolvimento
Nº de panículas/m ²	S ₀ a R ₄
Nº de espiguetas/panícula	R ₀ a R ₄
Nº de grãos/panícula	R ₄ a R ₆
Massa do grão	R ₄ a R ₈

Tabela 2.5 - Relação da época de aplicação das práticas de adubação com o estágio de desenvolvimento da planta de arroz.

Adubação	Estádios de desenvolvimento	
	Designação	Descrição
<u>Semeadura</u>		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Nitrogênio</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Semeadura em solo seco ▪ Pré-germinado ▪ <i>Fósforo e potássio</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Semeadura em solo seco ▪ Pré-germinado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S₀ ▪ ---- ▪ S₀ ▪ Antes da semeadura ou ▪ V₄ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Na semeadura ▪ Não é recomendada a aplicação ▪ Na semeadura ▪ Antes da semeadura, na formação da lama ou após o renivelamento da área ▪ Início do perfilhamento
<u>Cobertura</u>		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Nitrogênio</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Semeadura em solo seco ▪ Pré-germinado <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cultivares ciclos precoce e médio ▪ Cultivares ciclo tardio ▪ <i>Potássio</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Solos arenosos e orgânicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ V₃/V₄ e R₀ ▪ V₃/V₄ e R₀ ▪ V₃/V₄; V₈-V₉ e R₀ ▪ R₀ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Antes ou no início do perfilhamento e início do desenvolvimento da panícula ▪ Antes ou no início do perfilhamento e início do desenvolvimento da panícula ▪ Antes ou no início do perfilhamento; perfilhamento pleno e início do desenvolvimento da panícula ▪ Início do desenvolvimento da panícula, juntamente com a aplicação de nitrogênio

Tabela 2.6 - Relação da época de manejo da água com o estágio de desenvolvimento da planta de arroz.

Manejo da água	Estádios de desenvolvimento	
	Designação	Descrição
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Início da irrigação definitiva 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Antes ou no início do perfilhamento
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sist. semeadura em solo seco 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ V_3/V_4 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sist. pré-germinado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Antes de S_0 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preparo do solo (20 a 30 dias antes da semeadura) ou ▪ Renivelamento da área (imediatamente antes da semeadura)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevação da altura da lâmina de água para aumentar seu efeito termorregulador 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ R_2 a R_4 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emborrachamento até a floração
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supressão da irrigação 		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solos argilosos (difícil drenagem) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ R_6 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10 a 15 dias após a floração
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solos arenosos (bem drenados) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ R_7 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Completo enchimento de grãos

Tabela 2.7 - Relação da época de ocorrência e de controle⁽¹⁾ de pragas com o estágio de desenvolvimento da planta de arroz.

Pragas	Estádios de desenvolvimento	
	Designação	Descrição ⁽²⁾
▪ Pulgão-da-raiz (<i>Rhopalosiphum rufiabdominale</i>)	▪ S ₀ /V ₃	▪ Pré-semeadura (tratamento de semente)
▪ Cascudo-preto (<i>Euethela humilis</i>)	▪ V ₁ /V ₃	▪ Fase inicial de desenvolvimento da planta ⁽³⁾
▪ Pulga-do-arroz (<i>Chaetocnema</i> sp.)	▪ V ₁ /V ₃	▪ Fase inicial de desenvolvimento da planta ⁽³⁾
▪ Lagarta-da-folha (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	▪ V ₁ /V ₇	▪ Fase inicial de desenvolvimento da planta até o final do perfilhamento
▪ Bicheira-da-raiz (<i>Oryzophagus oryzae</i>)		
▪ Adultos	▪ V ₃ /V ₅	▪ 3 a 5 dias após a inundação
▪ Larvas	▪ V ₄ /V ₆	▪ Pré-semeadura (tratamento de semente)
▪ Percevejo-do-colmo (<i>Tibraca limbativentis</i>)	▪ V ₅ /V ₆ a R ₄	▪ Metade do perfilhamento ao início da floração
▪ Broca-do-colmo (<i>Diatraea saccharalis</i>)	▪ V ₅ /V ₆ a R ₇	▪ Metade do perfilhamento ao grão pastoso. ⁽³⁾
▪ Percevejo-do-grão (<i>Oebalus</i> spp.)	▪ R ₅ a R ₉	▪ Final da floração/ início da formação à maturação de grãos
▪ Lagarta-da-panícula (<i>Pseudaletia</i> spp.)	▪ R ₇ a R ₉	▪ Final de enchimento à maturação de grãos
▪ Caramujo ⁽⁴⁾ (<i>Pomacea canaliculata</i>)	▪ S ₁ /S ₂ a V ₄	▪ Emergência do coleóptilo/ radícula ao início do perfilhamento ⁽³⁾
▪ Pássaros granívoros	▪ S ₀ a V ₂	▪ Semeadura ao início de desenvolvimento da planta
	▪ R ₆ a R ₉	▪ Grãos leitosos à maturação ⁽³⁾

⁽¹⁾Métodos químico e não químico; ⁽²⁾Período recomendado para realizar o monitoramento e o controle de pragas; ⁽³⁾Não há produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle químico dessa praga; ⁽⁴⁾Ocorrência no sistema pré-germinado.

Tabela 2.8 - Relação da época de ocorrência e de controle da brusone com o estágio de desenvolvimento do arroz.

Controle de moléstias	Estádios de desenvolvimento	
	Designação	Descrição
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação de fungicida para controle de brusone (<i>Pyricularia oryzae</i> (Cooke) Sacc) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ R₂ a R₄ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Final do emborrachamento (próximo a R₃) até a floração

3 - EXIGÊNCIAS EDAFO-CLIMÁTICAS

3.1 - Exigências edáficas

As exigências edáficas se referem aos atributos de solo requeridos para o cumprimento de suas funções, que são: dar sustentação e fornecer oxigênio, água e nutrientes às plantas. No caso do arroz irrigado, o cumprimento de parte dessas funções é facilitado pela abundância de água na irrigação e pelas características inerentes da cultura, de possuir aerênquima, que conduz o oxigênio aos pontos de crescimento das raízes.

No entanto, o sistema de irrigação por inundação requer que o solo apresente algumas características favoráveis: intrínsecas, como o caráter hidromórfico (resultado da presença de horizonte com condutividade hidráulica baixa ou nula abaixo da superfície, ou da proximidade do lençol freático em relação à superfície do solo), e do ambiente, como as baixas declividade e irregularidade superficial da área. Além dessas, as seguintes exigências edáficas são requeridas para evitar a degradação do solo e para propiciar o bom desenvolvimento do arroz irrigado: profundidade efetiva moderada a profunda (≥ 80 cm), ausência de pedregosidade e ausência de carácter vértico no horizonte superficial (argilas expansivas do tipo 2:1). Entretanto, todas essas condições ideais dificilmente são encontradas em uma mesma lavoura de arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

A sustentabilidade da produção orizícola depende do uso da terra segundo a sua aptidão para essa cultura e da adoção de práticas de cultivo e de manejo do solo que permitam corrigir ou minimizar as possíveis limitações e favorecer a produtividade do arroz. Dentro dessa visão, um planejamento conservacionista da propriedade rural deve se basear na ocorrência e na magnitude dos fatores limitantes ao uso agrícola da terra e atender à legislação ambiental. É importante, no entanto, ressaltar que as limitações edáficas envolvem as características intrínsecas do solo e do ambiente, anteriormente citadas, que apresentam possibilidades diferenciadas de alteração pelo manejo, conforme apresentado nos Capítulos 4 e 5.

No intuito de melhor entender as exigências edáficas dentro da aptidão do uso da terra com arroz irrigado no RS e SC, foi elaborada a Tabela 3.1. Verifica-se, nessa tabela, que a grande maioria das classes satisfaz a maior parte das exigências edáficas para o arroz irrigado. A baixa fertilidade natural, o fator de maior frequência nas classes de solos, não se constitui em limitação ao seu uso, pois o suprimento de nutrientes é plenamente atendido pelo manejo adequado da calagem e da adubação (Capítulo 4).

Os Planossolos e os Gleissolos, classes de solo de maior ocorrência nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, respectivamente, são os que apresentam menores limitações nas características edáficas, como um todo. As limitações devido ao relevo são variáveis nos Planossolos, Neossolos e Vertissolos, pois esses solos podem ocorrer tanto em áreas planas, como suave onduladas a onduladas; as limitações relacionadas ao uso, devidas à declividade, vão depender, portanto, da possibilidade de adequação e de sistematização da área ao cultivo, conforme apresentado no Capítulo 5. As limitações devidas à presença de pedras se restringem aos Neossolos derivados de basalto. As limitações ao cultivo que ocorrem nos Neossolos Litólicos e em alguns Organossolos, por sua vez, decorrem da pequena profundidade efetiva (< 60 cm). Quando drenados, os Organossolos estão sujeitos à acentuada subsidência e à diminuição gradativa no teor de matéria orgânica. Nos Neossolos Litólicos, ocorre, ainda, limitação decorrente da susceptibilidade à erosão, devida ao teor de argila dis-

persa em água. A exigência de baixa condutividade hidráulica não é atendida somente nos Neossolos Quartzarênicos, Plintossolos e Organossolos de Santa Catarina, quando não ocorre horizonte subsuperficial impermeável; enquanto nos Planossolos e Espodossolos, a existência de horizonte superficial arênico (50 cm < A + E < 100 cm) ou espessarênico (A + E > 100 cm) determina elevado uso de água, mesmo na presença de horizonte subsuperficial impermeável. O carácter vértico do horizonte superficial somente é encontrado nos Neossolos e Vertissolos derivados de basalto e constitui-se em limitação ao preparo e cultivo do arroz, por serem muito plásticos e pegajosos, quando molhados, e extremamente duros, quando secos.

Tabela 3.1 - Ocorrência⁽¹⁾ e limitações das classes de solos utilizados no cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina.

Classes ⁽¹⁾ de solo	Ocorrência (%)		Limitações ao cultivo de arroz irrigado					
	RS	SC	Relevo	Prof. Efetiva	Pedregosidade	Cond. hidráulica	Carácter vértico ⁽²⁾	Fert. natural
Planossolos	56,0	-	Variável	Não	Não	Variável	Não	Sim
Gleissolos	7,0	61,0	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Chernossolos	16,1	-	Variável	Não	Não	Não	Não	Não
Neossolos	11,6	20,0	Variável	Sim	Variável	Variável	Não	Variável
Organossolos	-	9,1	Não	Variável	Não	Não	Não	Sim
Plintossolos	7,0	-	Sim	Não	Não	Variável	Não	Sim
Espodossolos	-	7,1	Não	Não	Não	Variável	Não	Sim
Vertissolos	1,4	-	Variável	Variável	Variável	Não	Sim	Não
Manguezais ⁽³⁾	-	2,1	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Total	100,0	100,0						
Área total⁽⁴⁾	5.398	686						

⁽¹⁾Fonte: Pinto et al. (2004); ⁽²⁾Horizonte superficial; ⁽³⁾Não se trata de classe de solo, mas de uma denominação geral; ⁽⁴⁾Área em mil hectares.

Com o objetivo de facilitar a identificação dos solos nas lavouras, são apresentadas, a seguir, as unidades de mapeamento dentro de cada classe, nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (PINTO et al., 2004).

Unidades de mapeamento no Rio Grande do Sul:

- a) **Planossolo Háplico:** Bagé, Barros, Mangueira (parte), Pelotas, Associação Pelotas/Formiga, Associação Pelotas/Guaíba, Associação Pelotas/Lagoa, Palmares, São Gabriel e Vacacaí.
- b) **Gleissolo: b.1) Háplico** - Banhado; **b.2) Melânico** - Colégio, Itapeva e Associação Taim/Mangueira.
- c) **Chernossolo: c.1) Ebânico** - Uruguaiana; **c.2) Argilúvico** - Formiga, Associação Formiga/Banhado e Ponche Verde; **c) Háplico** - Vila.
- d) **Neossolo: d.1) Litólico** - Pedregal; **d.2) Quartzarênico** - Ibicuí, Osório, Curumim, Associação Curumim/Itapeva, Lagoa e Associação Lagoa/Taim/Mangueira; **d.3) Flúvico** - Guaíba.
- e) **Organossolo Tiomórfico:** Taim.
- f) **Plintossolo Argilúvico:** Durasnal, Tuia (parte) e Virgínia (parte).
- g) **Vertissolo Ebânico:** Escobar.

Unidades de mapeamento em Santa Catarina:

- a) **Gleissolo: a.1) Háplico** - Unidades simples, Associação com Cambissolos e Argissolos, Associação com Gleissolos Melânicos/Organossolos; **a.2) Melânico** - Unidades simples, Associação com Gleissolos Háplicos/Organossolos e Associação com Cambissolos.
- b) **Organossolo:** Unidades simples, Associação com Gleissolos Melânicos e Associação com Neossolos Quartzarênicos.
- c) **Neossolo: c.1) Flúvico** - Unidades simples e Associação com Gleissolos Háplicos; **c.2) Quartzarênico** - Unidades simples e associações.
- d) **Espodossolo:** Unidades simples e associações.
- e) **Manguezais:** Alagadiços e Gleissolos Sállicos e Tiomórficos (não constituem classes de solos, mas uma denominação geral).

3.2 - Exigências climáticas

Os níveis de produtividade do arroz irrigado no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina estão entre os mais altos do Brasil. Entretanto, em alguns anos, ocorrem decréscimos de produtividade devidos, fundamentalmente, a condições meteorológicas adversas. A ocorrência de baixas temperaturas e de baixa disponibilidade de radiação solar durante as fases críticas da planta são os principais fatores que estão relacionados com as quedas de produtividade.

Neste item são abordados os principais elementos climáticos que influenciam a cultura do arroz, bem como os fenômenos que interferem na variabilidade desses elementos como o El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Além disso, também são indicadas medidas que podem ser usadas com o objetivo de minimizar a influência negativa ou de aumentar a influência positiva das condições de tempo e clima sobre o arroz irrigado.

3.2.1 - Elementos climáticos que influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do arroz

a) 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. Como o arroz é uma planta de dias curtos, dias de curta duração (10 horas) encurtam o seu ciclo, antecipando a floração.

Embora a Região Sul seja a principal produtora de arroz irrigado, outras regiões do Brasil também produzem o cereal, em latitudes bem distintas, com diferenças acentuadas na duração máxima do dia, que varia de aproximadamente 12 horas, próximo ao Equador, até mais de 14 horas, no extremo sul do País.

De um modo geral, pode-se dizer que o fotoperíodo não chega a ser um fator limitante ao cultivo do arroz irrigado, desde que sejam utilizadas as cultivares recomendadas pela pesquisa e 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 de cada região. Entretanto, o fotoperíodo pode ser um fator limitante para as cultivares sensíveis, quando se pretende produzir arroz fora das épocas tradicionais de cultivo ou quando são utilizadas, sem a devida adaptação, cultivares provenientes de locais com latitudes muito distintas.

b) Temperatura

b.1) Exigências da cultura

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 suas temperaturas críticas ótima, mínima e máxima (Tabela 3.2). A temperatura ótima para o desenvolvimento do arroz situa-se na faixa de 20 a 35°C, para a germinação, de 30 a 33°C, para a floração, e de 20 a 25°C, para a maturação (Tabela 3.2). Essas faixas referem-se à temperatura média diária do ar, exceto para a germinação. O arroz não tolera temperaturas muito baixas nem muito altas. Entretanto, a sensibilidade da planta varia em função da fase fenológica.

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 7 a 14 dias antes da emissão das panículas, período esse 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 a 17°C, para os genótipos tolerantes ao frio, e de 17 a 19°C, para os mais sensíveis. Os genótipos respondem distintamente à tolerância ao frio, sendo que, em geral, os genótipos da subespécie Japônica são mais tolerantes do que os da subespécie Indica.

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 gran-

de diferença entre os genótipos quanto à tolerância a temperaturas altas.

A temperatura do solo é outro elemento que exerce papel de destaque nas fases iniciais da cultura e, em particular, na germinação e na emergência. As temperaturas críticas mínima, máxima e ótima para a emergência são, respectivamente, 10°C, 45°C e 20-35°C (Tabela 3.2).

No Rio Grande do Sul, a ocorrência frequente de precipitações pluviais no final de setembro ou início de outubro contribui para diminuir a temperatura do solo e do ar. Devido a isso, a germinação das sementes e/ou a emergência das plântulas pode ser retardada em mais de 20 dias, notadamente nas cultivares mais sensíveis. Em geral, as folhas das plântulas tornam-se cloróticas e apresentam taxa de crescimento muito baixa. A temperatura da água de irrigação é outro fator que afeta o arroz irrigado, como indicado no Capítulo 8.

Tabela 3.2 - Temperaturas críticas mínimas, máximas e ótimas para o crescimento e o desenvolvimento do arroz.

Fases 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

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

Fonte: Yoshida (1981).

b.2) Medidas para minimizar os problemas relacionados com a temperatura

Dentre as principais recomendações da pesquisa para amenizar o problema do frio estão as seguintes:

b.2.1) Na fase de implantação da lavoura:

- observar as épocas iniciais de semeadura recomendadas pelo zoneamento agrícola;
- semear o mais raso possível (em torno de 2 cm de profundidade), pois nas camadas superficiais a temperatura se eleva mais rapidamente e porque o gasto energético da semente para romper o solo na emergência será menor.

b.2.2) Durante o período reprodutivo:

- efetuar a semeadura de modo que as fases mais críticas da planta (pré-floração e floração) coincidam com os períodos de menor probabilidade de ocorrência do frio;
- escalonar as épocas de semeadura e usar cultivares de ciclos diferentes, para aumentar as chances de escape, semeando-se primeiro as cultivares de ciclo médio e depois as de ciclo precoce e muito precoce;
- elevar a lâmina de água em até 20 cm, se houver essa possibilidade, durante a fase mais sensível (pré-floração) às baixas temperaturas. Essa prática, que é também conhecida por “afogamento”, é recomendada pelo efeito termorregulador da água que, se estagnada, pode atingir até 6°C a mais que a temperatura ambiente, durante a noite, e de 1 a 2°C, durante o dia.

b.3) Uso de “graus-dia” para estimar os estádios de desenvolvimento visando o manejo da cultura

O conhecimento da época de ocorrência dos distintos estádios fenológicos da planta de arroz é de grande importância para o planejamento das práticas de manejo a serem usadas na lavoura. Dentre esses estádios, a “diferenciação da panícula” (DP), ou estádio R_0 da escala de Counce et al. (2000), é um dos mais importantes, pois está associado à adubação nitrogenada em cobertura. O problema é que a ocorrência deste estádio é variável, por ser dependente da temperatura. Em anos frios, a DP é retardada e, em anos quentes, é antecipada. Por isso, é preferível expressar a duração da fase da emergência das plântulas até a DP em dias, mas estimada pelo método de graus-dia, ou soma térmica, do que no número médio de dias, baseado em experimentos de épocas de semeadura, também chamados de bioclimáticos.

No Rio Grande do Sul (RS), o método de graus-dia tem sido utilizado no módulo “Manejo” do programa PlanejArroz para estimar, climatologicamente, a data de ocorrência de seis estádios de desenvolvimento da planta, das principais cultivares, a saber: V_4 (planta com quatro folhas); R_1 (diferenciação da panícula); R_2 (formação do colar da folha bandeira ou emborrachamento); R_4 (antese); R_8 (maturidade de um grão isolado); R_9 (maturidade completa dos grãos da panícula). As principais práticas de manejo associadas a esses estádios estão indicadas nas Tabelas 2.5, 2.6, 2.7 e 2.8. Deve-se ressaltar que a primeira adubação nitrogenada em cobertura deve ser feita no estádio V_3 ou V_4 . Como indicado no tópico 4.2.4.a, caso se pretenda realizar a adubação nitrogenada em cobertura no estádio de “iniciação da panícula” (IP), ou estádio R_0 da escala de Counce et al. (2000), deve-se realizá-la quatro dias antes da data estimada de ocorrência do estádio R_1 , de acordo com os resultados obtidos por De Carli et al. (2013).

O programa PlanejArroz, desenvolvido pela parceria da Embrapa Clima Temperado com a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) está disponível, gratuitamente, nos formatos aplicativo (*Google Play*) e Web (<http://planejarroz.cpact.embrapa.br>). O segundo módulo do PlanejArroz, denominado “Produtividade”, utiliza o modelo SimulArroz para estimar a produtividade de grãos das cultivares Irga 424 RI, Guri Inta CL e Puitá Inta CL.

A utilização de acúmulo de graus-dia para fins de planejamento de práticas de manejo também ocorre nos Estados Unidos da América do Norte, particularmente nos estados de Arkansas, Louisiana e Texas, em que não apenas a adubação nitrogenada em cobertura, mas

cerca de 26 práticas de manejo da cultura são baseadas na época de ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento da planta, estimados pelo método de graus-dia, por meio de um programa de computador denominado “DD 50”.

Em Santa Catarina, para a consulta do acúmulo de graus-dias durante a safra, o rizador ou o técnico envolvido com a cultura pode acessar gratuitamente o Agroconnect, que é o Sistema de Monitoramento Agrometeorológico da Epagri/Ciram com atualização horária dos dados meteorológicos: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/>.

c) Radiação solar

c.1) Exigências da cultura

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 micra, 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 a outra, sendo a fase reprodutiva a mais exigente. Nessa fase, os subperíodos mais importantes são os compreendidos entre a diferenciação da panícula e a floração, influenciando o número de grãos por panícula, e entre a floração e a maturação, influenciando 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.

c.2) Medidas para melhorar o aproveitamento da radiação solar

c.2.1) Definir a época de semeadura mais apropriada para cada cultivar para que as fases críticas da planta coincidam com os meses de maior disponibilidade de radiação solar (dezembro e janeiro). As semeaduras tardias devem ser evitadas, pois os níveis de radiação solar diminuem consideravelmente após o mês de fevereiro. Além disso, aumenta o risco de ocorrência de temperatura baixa a partir do segundo decêndio de março. Por outro lado, as semeaduras antecipadas podem ser favorecidas pela maior disponibilidade de radiação solar. Entretanto, dependendo da região, deve ser considerado, também, o risco de ocorrência de frio, que é maior em dezembro, comparativamente com os meses de janeiro e fevereiro.

c.2.2) Adequar os níveis de adubação, particularmente a nitrogenada, à época de semeadura, para que o índice de área foliar (IAF) seja apropriado e a planta aproveite, ao máximo, a radiação solar disponível. Nesse sentido, as semeaduras antecipadas são mais recomendadas do que as tardias.

d) Precipitação pluvial e suprimento de água para a irrigação

O regime de precipitação pluvial nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina influencia a lavoura de arroz de diferentes maneiras. Um dos aspectos importantes é o suprimento de água para satisfazer às necessidades da cultura.

No Rio Grande do Sul, 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, esses 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. Em Santa Catarina, o regime de precipitação é diferente entre as principais regiões produtoras, sendo os maiores volumes registrados no Litoral Norte e os menores, no Litoral Sul (PANDOLFO et al., 2002).

Estudos mostram que, em sete localidades representativas das principais regiões produtoras de arroz do Rio Grande do Sul, 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. 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 irrigar as lavouras de arroz.

Outro aspecto importante do regime pluviométrico é a sua influência no preparo da área e na época de semeadura. Essas duas práticas, principalmente no sistema convencional de semeadura, podem ser afetadas, tanto pelo excesso como pela falta de precipitação. Tais práticas são menos afetadas em Santa Catarina, pela predominância do sistema pré-germinado.

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

d.1) Medidas para minimizar os problemas relacionados com a precipitação pluvial

Dentre as medidas recomendadas para minimizar a influência da falta e do excesso de precipitação, destacam-se as seguintes:

- d.1.1) dimensionar a área a ser semeada de acordo com a disponibilidade de água;
- d.1.2) evitar a semeadura em áreas sujeitas a inundações;
- d.1.3) dar preferência aos sistemas de cultivo em que a semeadura seja menos afetada pela precipitação. Nesse sentido, a preferência deve ser pelo cultivo mínimo, com preparo antecipado da área, pré-germinado e mix, em relação ao sistema convencional;
- d.1.4) usar cultivares de ciclo adequado para a quantidade de água disponível nos mananciais;
- d.1.5) em anos previstos para serem chuvosos (El Niño), usar doses menores de nitrogênio em cobertura em relação à recomendada, uma vez que os níveis de produtividade esperados não são muito altos. As razões para isso são a menor disponibilidade de radiação solar em função do maior número de dias chuvosos e/ou encobertos e o provável aumento na incidência de doenças.

Mais informações a respeito da necessidade de água e do manejo de água de irrigação encontram-se no Capítulo 8.

e) Influência de outros elementos climáticos

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

3.2.2 - Influência dos fenômenos “El Niño” e “La Niña”

O El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de grande escala que é caracterizado pela interação entre oceano e atmosfera. A parte oceânica é caracterizada pelo aquecimento (ou fase positiva) e resfriamento (ou fase negativa) das águas no Oceano Pacífico Equatorial Central e são denominados de El Niño e La Niña, respectivamente. A parte atmosférica é caracterizada pela diferença de pressão entre duas regiões no Oceano Pacífico, Taiti e Darwin, e é denominado Índice de Oscilação Sul, na qual também possui as fases positiva e negativa. Dentre os diversos fenômenos climáticos que acontecem no sistema, o ENOS é um dos mais importantes, principalmente porque afeta, além de outras regiões do planeta, a região Sul do Brasil. Nos três estados do Sul, em geral, o ENOS é caracterizado pelo excesso de precipitações pluviais em anos de El Niño e estiagem em anos de La Niña. Nos anos considerados Neutros, tanto estiagens quanto excessos de precipitação pluvial podem ocorrer. No geral, os anos Neutros possuem boa disponibilidade de radiação solar, o que favorece as lavouras de arroz, tanto quanto os anos de La Niña no Rio Grande do Sul.

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 no 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 prejudica, ao passo que precipitação abaixo da média é benéfica.

No Rio Grande do Sul, os eventos El Niño são desfavoráveis para a cultura do arroz irrigado em 53% dos casos (Tabela 3.3). Isso é causado pelo excesso de precipitação pluvial, principalmente nos meses de primavera, que contribui para o atraso da semeadura e, em alguns casos, provoca perda de lavouras devido a enchentes.

Os eventos La Niña são favoráveis à cultura do arroz irrigado em 60% dos casos (Tabela 3.3). Esses resultados são explicados, em parte, pela redução das precipitações pluviais, principalmente nos meses de primavera, que favorece a semeadura na época recomendada e o bom desenvolvimento da cultura, bem como a maior eficiência da adubação nitrogenada. Os anos neutros, em 62% dos casos, são benéficos para o arroz irrigado (Tabela 3.3). Na Tabela 3.4 são apresentados os dados preliminares de Santa Catarina.

Tabela 3.3 - 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. Região 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(31%)
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).

Em Santa Catarina, analisando 26 safras (Tabela 3.4), pode-se observar que, em média, os eventos apresentam tendência ao aumento do rendimento médio de arroz. No Norte Catarinense, região que mais chove no estado, as safras com El Niño apresentaram 50% de ganhos e perdas em rendimento. O fenômeno La Niña proporcionou aumento de rendimento nas principais regiões produtoras e os anos Neutros não apresentaram tendência definida.

A recomendação geral para que os produtores possam minimizar a influência negativa ou maximizar a influência positiva das condições de tempo e clima na lavoura de arroz irrigado consiste no seguinte:

- a) efetuar a semeadura dentro dos períodos recomendados pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), que estão disponíveis no endereço eletrônico: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/portarias> ;
- b) usar os serviços de previsão de tempo disponíveis para a tomada de decisão a respeito de práticas de manejo a serem feitas a curto prazo (de um a sete dias). Em Santa Catarina o órgão oficial de previsão e monitoramento do tempo é a Epagri/Ciram (<http://www.ciram.sc.gov.br/>);
- c) Usar os prognósticos climáticos (de um a três meses) disponíveis para o planejamento de longo prazo. No Rio Grande do Sul, esses prognósticos estão disponíveis na página <https://wp.ufpel.edu.br/cppmet/boletim>. As recomendações técnicas para o arroz irrigado e outras culturas estão disponíveis na página www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia e são preparadas pelo Conselho Permanente de Agrometeorologia Aplicado do Estado do Rio Grande do Sul (COPAERGS). Os prognósticos climáticos para os três meses seguintes são disponibilizados todos os meses, enquanto que as recomenda-

ções técnicas são feitas antes do início da safra. A Epagri/Ciram também fornece essas previsões climáticas.

Tabela 3.4 - Ocorrência positiva e negativa do desvio da média do rendimento de arroz irrigado, para os anos de El Niño, La Niña e Neutros, período 1990-2015, para as regiões orizícolas do estado de Santa Catarina¹.

MESORREGIÃO	MICRORREGIÃO	EL NIÑO (8)		LA NIÑA (7)		NEUTRO (11)	
		+	-	+	-	+	-
Norte Catarinense	Joinville	4 (50%)	4 (50%)	5 (71%)	2 (29%)	6 (55%)	5 (45%)
	Blumenau	5 (63%)	3 (38%)	6 (86%)	1 (14%)	5 (45%)	6 (55%)
Vale do Itajaí	Itajaí	5 (63%)	3 (38%)	6 (86%)	1 (14%)	6 (55%)	5 (45%)
	Ituporanga	5 (63%)	3 (38%)	4 (57%)	3 (43%)	6 (55%)	5 (45%)
	Rio do Sul	5 (63%)	3 (38%)	4 (57%)	3 (43%)	6 (55%)	5 (45%)
	Florianópolis	5 (63%)	3 (38%)	3 (43%)	4 (57%)	5 (45%)	6 (55%)
Grande Florianópolis	Tabuleiro	5 (63%)	3 (38%)	4 (57%)	3 (43%)	6 (55%)	5 (45%)
	Tijucas	5 (63%)	3 (38%)	4 (57%)	3 (43%)	5 (45%)	6 (55%)
	Araranguá	5 (63%)	3 (38%)	5 (71%)	2 (29%)	5 (45%)	6 (55%)
Sul Catarinense	Criciúma	5 (63%)	3 (38%)	5 (71%)	2 (29%)	5 (45%)	6 (55%)
	Tubarão	5 (63%)	3 (38%)	4 (57%)	3 (43%)	6 (55%)	5 (45%)
	Santa Catarina	5 (63%)	3 (38%)	4 (57%)	3 (43%)	6 (55%)	5 (45%)

Fonte: Ricce et al. (2016)¹.

¹RICCE, W. S. et al. Influência do ENOS na agricultura Catarinense. 2016. Comunicação Pessoal.

4 - CALAGEM, ADUBAÇÃO E DESORDENS NUTRICIONAIS

4.1 - Evolução das recomendações

As recomendações de adubação e de calagem à cultura do arroz irrigado resultaram, ao longo do tempo, da análise de um grande número de experimentos, realizados pelas Instituições de Pesquisa que se dedicam a essa cultura no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. Em decorrência das mudanças de cenário, resultante principalmente de adequações no manejo da cultura, com respostas significativas do arroz irrigado à adubação, consistentes e com retorno econômico, houveram alterações nas recomendações: inicialmente (em 2004), para diferentes expectativas de produtividade (SOSBAI, 2005), na sequência (em 2007), para diferentes expectativas de incremento de produtividade (SOSBAI, 2007), a partir de 2010, para diferentes expectativas de resposta à adubação (REUNIÃO..., 2010), e a partir de 2022, para a inclusão de plantas de cobertura na entressafra e de novas expectativas de resposta à adubação pelo aumento de produtividade da cultura (REUNIÃO..., 2022).

Isso porque o potencial genético das cultivares, o manejo do solo, da cultura e do sistema de produção e as diferentes condições edafoclimáticas de cultivo no Sul do Brasil determinam potenciais diferenciados de produtividade e de resposta da cultura à adubação. Resultados de pesquisa demonstraram que a magnitude da resposta do arroz irrigado à adubação é determinada por esses fatores. Em decorrência, o estabelecimento das recomendações passou a considerar diferentes expectativas de resposta à adubação de cada lavoura.

Por sua vez, o estabelecimento da expectativa de resposta à adubação deve se fundamentar no nível de adequação de todos os fatores que influenciam a produtividade do arroz, elevando-se o nível de expectativa de incremento de produtividade proporcionalmente a sua adequação. Assim, **alta resposta à adubação** é esperada quando o arroz for cultivado em condições favoráveis de clima, especialmente elevada radiação solar no período reprodutivo, com o uso de cultivares com alto potencial produtivo, na época e densidade de semeadura adequadas para a região, com o manejo adequado da irrigação e o controle adequado de plantas daninhas, especialmente o arroz-vermelho, de pragas e de doenças. Em outras situações onde alguns desses fatores não estão adequados, **as respostas serão médias (ou até baixas)**, devendo-se ajustar as recomendações, diminuindo as doses de fertilizantes (as tabelas sugerem valores para respostas médias apenas). Entretanto, o uso de cultivares de potencial produtivo alto sob condições ambientais e de manejo excepcionalmente favoráveis propiciam uma **resposta muito alta à adubação**; nessas condições, as doses dos fertilizantes podem ser aumentadas, pois ainda apresentam respostas econômicas. Nesse contexto, as atuais recomendações passam a ser mais flexíveis e permitem ajustes para diferentes condições edafoclimáticas, potencial produtivo de cultivares, nível de manejo e de recursos financeiros por parte do produtor.

4.2 - Recomendações de calagem e de adubação

As recomendações de calagem e de adubação são direcionadas para o sistema de cultivo contínuo de arroz irrigado intercalado com o pousio, pastejo intensivo ou com plantas de cobertura de inverno. Nos casos em que forem incluídas outras culturas, como soja, milho, sorgo, plantas de cobertura ou pastagens de gramíneas ou leguminosas, deve-se: corrigir a acidez, elevando-se o pH do solo a 6,0; desconsiderar as quantidades de P e K aplicadas ao arroz e uti-

lizar as recomendações desses nutrientes para o primeiro cultivo em rotação, conforme indicado no Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Comissão..., 2016). Por fim, deve-se considerar que as recomendações descritas constituem uma ferramenta importante a ser utilizada por extensionistas e produtores; mas, por conterem indicações genéricas, devem ser utilizadas com cautela, sempre tendo em vista os demais fatores e custos de produção e, essencialmente, a situação socioeconômica do produtor.

4.2.1 - Amostragem do solo

Análises de solo para cada cultivo de arroz são indicadas para o sistema tradicional, ou seja, arroz seguido de arroz, intercalado com pousio ou pastejo. Em sistemas com rotação do arroz irrigado com espécies de sequeiro, recomenda-se monitorar a fertilidade do solo a cada dois cultivos em sequência (ver Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Comissão..., 2016)).

A coleta de amostra de solo para determinação dos atributos químicos é a etapa mais crítica do processo de avaliação da fertilidade. Uma amostra mal coletada pode constituir a principal fonte de erro do processo de recomendação de corretivos e de fertilizantes, uma vez que o laboratório de análise de solo não tem como diagnosticar nem corrigir erros de amostragem. O número de amostras a ser coletado na propriedade depende da uniformidade da área, do tipo de solo e do histórico de manejo, de modo que cada amostra deve representar uma área de lavoura com características semelhantes ou homogêneas.

Dentro de cada área homogênea, coletar em torno de 15 subamostras, utilizando pá de corte, trado de rosca ou calador (tubo de aço), na camada de 0-20 cm de profundidade do solo, colocando-as em um recipiente limpo e de material não metálico. No caso de o arroz ser cultivado em plantio direto, seguir as recomendações do Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Comissão..., 2016) para esse sistema. As subamostras devem ser misturadas e, da mistura, retirada uma amostra de aproximadamente 500 g para envio ao laboratório. A amostra deve ser acondicionada em saco isento de resíduos, para evitar contaminações, e etiquetada com informações que possibilitem identificá-la na propriedade. Para informações mais detalhadas, ver Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Comissão..., 2016).

4.2.2 - Recomendação de calagem

A calagem é definida como a prática de utilização de produtos que atuam como agentes corretivos da acidez do solo e como fonte de cálcio e de magnésio para as plantas, notadamente o calcário agrícola. A finalidade é proporcionar às plantas um ambiente adequado ao crescimento radicular, pela diminuição da atividade de elementos potencialmente tóxicos (alumínio, manganês e ferro) e/ou o aumento da disponibilidade de nutrientes. Entretanto, em solo inundado, a elevação do pH ocorre naturalmente como consequência do processo de redução do solo. Disso, resulta o fenômeno conhecido como “autocalagem”. As novas condições de pH e de disponibilidade de alguns nutrientes, decorrentes da redução do solo, atingem níveis estáveis num período variável de quatro a seis semanas após a inundação e perduram apenas enquanto o solo permanecer saturado.

a) Critérios de decisão

As indicações de calagem pressupõem a sua utilização integrada às recomendações de adubação e em consonância com as demais práticas agrônômicas. O objetivo da calagem é obter o máximo retorno econômico em médio prazo, ou seja, para um período de aproximadamente cinco anos. A indicação de uma nova aplicação de corretivo só deverá ser feita após esse período, mediante uma nova análise de solo, cuja decisão deverá se basear nas considerações aqui apresentadas e no acompanhamento do rendimento da cultura.

Quando o arroz é semeado em solo seco e a irrigação é iniciada em V_3/V_4 (em torno de 15 dias após a emergência), independentemente do sistema de manejo do solo (convencional, plantio direto ou cultivo mínimo), as condições de solo mais adequadas ao crescimento da cultura, provocadas pela inundação, ocorrem em duas a quatro semanas após o início da irrigação, o que pode coincidir com o estágio de diferenciação da panícula, para cultivares de ciclo precoce e médio. Considerando-se que, nesse período, a planta ainda está sensível aos efeitos da acidez do solo, a calagem passa a ser essencial para propiciar condições favoráveis para o estabelecimento da cultura. Assim, a indicação da calagem se justifica quando o pH em água for menor que 5,5 e a saturação por bases menor que 65% e houver saturação por Al igual ou maior do que 10% (Tabela 4.1).

Para os sistemas de cultivo de arroz irrigado em que a planta está sob condições de solo inundado desde o início do ciclo (pré-germinado e transplante de mudas), não é recomendada a calagem para a correção da acidez. A prática é recomendada, apenas para a correção de possíveis deficiências de cálcio e/ou de magnésio, ou seja, quando o solo apresentar saturação por bases $\leq 40\%$, exceção feita para situações em que o teor de Ca trocável for igual ou maior que $4,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ e o de Mg trocável for igual ou maior que $1,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$. Quando necessário, recomenda-se aplicar calcário dolomítico PRNT 100%, na quantidade indicada pela fórmula:

$$\text{NC} = (40 - V\%)/100 * \text{CTC}_{\text{pH}7,0}$$

Onde: NC = necessidade de calcário (PRNT 100%), em t/ha; V = saturação por bases atual, em %; e $\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$ = capacidade de troca de cátions do solo a pH 7,0, em $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$.

As indicações de necessidade de calagem para o arroz irrigado encontram-se na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Critérios para definição de necessidade, quantidades de corretivos da acidez (PRNT 100%) e procedimentos associados.

Sistema de semeadura	Critério de decisão	Quantidade de calcário equivalente
Solo seco	$\text{pH} < 5,5^{(1)}$	1 SMP para $\text{pH}_{\text{água}} 5,5$ Incorporado
Pré-germinado ou transplante de mudas	$V \leq 40\%^{(3)}$	$\text{NC} = (40 - V\%)/100 * \text{CTC}_{\text{pH}7,0}^{(2)}$

⁽¹⁾Não aplicar quando $V \geq 65\%$ e saturação por Al na $\text{CTC}_{\text{pH}7,0} < 10\%$. ⁽²⁾Calcário dolomítico para suprir Ca e Mg. ⁽³⁾Não aplicar se os teores de Ca trocável $\geq 4,0$ e de Mg trocável $\geq 1,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$.

b) Dose de calcário

Definida a necessidade de correção da acidez do solo, a Tabela 4.2 indica as quantidades de calcário determinadas pelo índice SMP para elevar o pH_{água} até o valor desejado.

Em sistemas de cultivo de arroz em sucessão e/ou rotação com culturas de sequeiro, como soja, sorgo, milho e pastagens de gramíneas ou leguminosas, deve-se fazer a correção para elevar o pH do solo até 6,0, pela maior exigência dessas culturas. A calagem do solo a pH 6,0 pode também minimizar os efeitos prejudiciais da toxidez por ferro ao arroz irrigado, que passou a se manifestar mais intensamente no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina para cultivares do tipo moderna. Ver mais informações no item 4.4.1.

Tabela 4.2 - Recomendações de calcário (PRNT = 100%) para corrigir a acidez, visando elevar o pH em água para 5,5 e 6,0 pelo índice SMP.

Índice SMP	pH desejado		Índice SMP	pH desejado	
	pH 5,5	pH 6,0		pH 5,5	pH 6,0
	----- t/ha -----			----- t/ha -----	
≤4,4	15,0	21,0	5,8	2,3	4,2
4,5	12,5	17,3	5,9	2,0	3,7
4,6	10,9	15,1	6,0	1,6	3,2
4,7	9,6	13,3	6,1	1,3	2,7
4,8	8,5	11,9	6,2	1,0	2,2
4,9	7,7	10,7	6,3	0,8	1,8
5,0	6,6	9,9	6,4	0,6	1,4
5,1	6,0	9,1	6,5	0,4	1,1
5,2	5,3	8,3	6,6	0,2	0,8
5,3	4,8	7,5	6,7	0,0	0,5
5,4	4,2	6,8	6,8	0,0	0,3
5,5	3,7	6,1	6,9	0,0	0,2
5,6	3,2	5,4	7,0	0,0	0,0
5,7	2,8	4,8			

Especificamente nos casos de solos com baixo poder tampão (arenosos e/ou pobres em matéria orgânica, geralmente com índice SMP maior que 6,3), este índice pode subestimar a acidez potencial e, conseqüentemente, indicar uma dose de calcário (Tabela 4.2) insuficiente para elevar o pH até o valor desejado, motivo pelo qual se recomenda usar equações polinomiais que levam em conta os teores de matéria orgânica e de Al trocável para definir a dose de calcário. No caso da necessidade de calcário para pH 5,5, a equação indicada é:

$$NC \text{ pH } 5,5 = - 0,653 + 0,480 \text{ MO} + 1,937 \text{ Al}$$

Onde: NC = necessidade de calcário (PRNT 100%), em t/ha, para corrigir a camada de 0 a 20 cm ao pH de referência 5,5; MO e Al = representam, respectivamente, os teores de matéria

orgânica, em porcentagem, e de Al trocável do solo, em $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$.

c) Aplicação de calcário

Para obter os efeitos desejados, o calcário deverá ser aplicado, preferencialmente, três ou mais meses antes da semeadura do arroz. Contudo, resultados experimentais demonstram que a aplicação do calcário de ótima qualidade (PRNT próximo a 100%) produz retorno econômico já no primeiro cultivo, quando aplicado até 30 dias antes da semeadura.

Uma boa incorporação de calcário, principalmente em solos já cultivados, tem sido obtida com gradagem ou pelo uso de enxada rotativa, seguida de aração e de nova gradagem. A finalidade da primeira gradagem é melhorar a distribuição e, ao mesmo tempo, promover a pré-incorporação do calcário na camada superficial do solo, anteriormente à lavração.

4.2.3 - Interpretação da análise do solo para a adubação

As recomendações de adubação para o arroz irrigado foram estabelecidas com base nos teores de matéria orgânica (para nitrogênio) e de fósforo e de potássio extraíveis no solo. Para fósforo e potássio, foram estabelecidas classes de interpretação, apresentadas a seguir.

Tabela 4.3 - Interpretação da análise de fósforo (P) para fins de recomendação de adubação fosfatada para o arroz irrigado.

Interpretação do teor de P do solo ⁽¹⁾	P extraído Mehlich-1 (mg/dm^3)
Muito Baixo	$\leq 2,0$
Baixo	2,1 a 4,0
Médio	4,1 a 6,0
Alto	6,1 a 12,0
Muito Alto	$> 12,0$

⁽¹⁾Caso a análise tenha sido feita pelo método Mehlich-3, transformar previamente os teores em 'equivalentes Mehlich-1', conforme a equação $PM1 = PM3 / (2 - (0,02 \cdot \text{arg}))$; onde: PM1 = fósforo por Mehlich-1 (mg/dm^3), PM3 = fósforo por Mehlich-3 (mg/dm^3) e arg = teor de argila (%).

O valor de $6,0 \text{ mg}/\text{dm}^3$ de P no solo obtido pelo método Mehlich-1 é considerado o teor crítico, acima do qual a probabilidade de retorno econômico da adubação fosfatada é muito pequena ou nula. O método Mehlich-1 não é indicado para avaliação de P em solos que receberam fosfato natural recentemente (últimos 3 anos), por superestimar a sua disponibilidade. Nestes casos é possível usar o método Mehlich-3 e no rodapé da Tabela 4.3 é apresentada a equação de conversão entre os métodos para interpretação. Os interessados em detalhes poderão ter acesso à informação no Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Comissão..., 2016).

Os teores de potássio (método Mehlich-1) são interpretados em função da capacidade de troca de cátions do solo, a partir dos teores críticos de 60; 90; 120 e $135 \text{ mg}/\text{dm}^3$, que foram estabelecidos para solos com $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0} \leq 7,5$; entre 7,6 e 15,0, entre 15,1 e 30,0 e $> 30,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, respectivamente. Independentemente do valor em cada faixa de CTC, admite-se que a

probabilidade de retorno econômico da adubação potássica em solos contendo teores acima do teor crítico é muito pequena ou nula.

Tabela 4.4 - Interpretação da análise de potássio⁽¹⁾ (K) para fins de recomendação de adubação potássica para o arroz irrigado.

Interpretação do teor de K do solo	CTC _{pH 7,0} (cmol _c /dm ³)			
	≤ 7,5	7,6 – 15,0	15,1 – 30,0	> 30,0
	----- K (mg/dm ³) -----			
Muito Baixo	≤ 20	≤ 30	≤ 40	≤ 45
Baixo	21 a 40	31 a 60	41 a 80	46 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⁾Método Mehlich-1. ⁽²⁾Caso a análise tenha sido feita pelo método Mehlich-3, transformar previamente os teores em “equivalentes Mehlich-1”, conforme equação $KM1 = KM3 * 0,83$; onde: KM1 = potássio por Mehlich-1 (mg/dm³) e KM3 = potássio por Mehlich-3 (mg/dm³).

4.2.4 - Recomendação da adubação

Neste item são apresentadas, em tabelas, as indicações de adubação para o arroz irrigado, considerando **as expectativas de resposta Média, Alta e Muito Alta** à adubação, conforme definidas no item 4.1, que valem para ambos os sistemas de semeadura: solo seco e pré-germinado nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. As recomendações são ajustadas visando à obtenção de retornos econômicos em curto prazo (por cultivo), tendo como base o sistema de produção de cada lavoura e levando em consideração as condições edafoclimáticas, o potencial produtivo de cultivares e os níveis de manejo e de comprometimento de recursos financeiros por parte do produtor. A aplicação das doses de nutrientes indicadas nas tabelas não assegura necessariamente a obtenção das respostas esperadas à adubação. O conjunto de fatores que afetam o rendimento do arroz irrigado é que determina o nível de resposta à adubação.

a) Nitrogênio

A Tabela 4.5 indica as doses de nitrogênio (N) com base no teor de matéria orgânica do solo para o arroz irrigado cultivado nos sistemas de semeadura em solo seco e pré-germinado no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. Os valores estabelecidos neste boletim correspondem a uma dose média de 90% da máxima eficiência técnica dos experimentos de resposta ao N utilizados para a confecção da tabela.

Tabela 4.5 - Recomendação de adubação nitrogenada⁽¹⁾ para o arroz irrigado, considerando a expectativa de resposta à adubação.

Teor de matéria orgânica do solo	Expectativa de resposta à adubação		
	Média	Alta	Muito Alta ⁽²⁾
%	----- kg/ha de N -----		
≤ 2,5	110	135	165
2,6 - 5,0	100	120	150
> 5,0	≤ 90	≤ 110	≤ 135

⁽¹⁾ Em sucessão a leguminosas hibernais com produção de matéria de seca > 3,0 t/ha, a dose de nitrogênio na cultura do arroz pode ser reduzida em 15%, independentemente se a área é proveniente do cultivo de arroz irrigado ou da soja no período de verão antecedente. Em sucessão a gramíneas hibernais, aumentar a dose a aplicar na semeadura em até 30 kg/ha, dependendo da quantidade de biomassa residual, sem alterar a dose total recomendada.

⁽²⁾ Para recomendar a expectativa de resposta muito alta, deve-se considerar condições ideais de manejo, o uso de cultivares de alto potencial produtivo e tolerantes ao acamamento e a ocorrência de condições climáticas favoráveis, que propiciem resposta muito alta ao nitrogênio.

Para os sistemas de semeadura em solo seco (convencional, plantio direto e cultivo mínimo), recomenda-se aplicar, na semeadura, entre 10 e 30 kg/ha de N (dependendo da dose, da expectativa de produtividade e do tipo e quantidade de resíduos da cultura anterior) e o restante, em cobertura. Nesta, quando as quantidades forem de até 100 kg/ha de N em cobertura, deve-se aplicar em torno de 2/3 da dose total no estágio V_3/V_4 , isto é, precedendo ou no início do perfilhamento, e 1/3 da dose deve ser aplicada na iniciação da panícula (estádio R_0), de modo que a planta tenha a seu dispor um ótimo suprimento do nutriente nessa fase. No caso de doses próximas ou superiores a 100 kg/ha de N em cobertura, é possível aumentar a proporção da dose da primeira cobertura, desde que se mantenha uma aplicação em torno de 40 kg/ha de N na segunda cobertura.

Como o estágio R_0 não pode ser visualizado no campo, tem-se utilizado, como referência, a diferenciação da panícula (estádio R_1), conhecido como “ponto de algodão”, que ocorre, em média, quatro dias após R_0 e que, com alguma prática, pode ser identificado no campo. Existe, atualmente, uma ferramenta prática e segura para a estimativa do momento de ocorrência da diferenciação da panícula, que é o “método de graus-dia”. Essa metodologia foi apresentada no item 3.2.1 deste boletim (Elementos climáticos que influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade, em b.3) Uso de “graus-dia” para estimar os estádios de desenvolvimento visando o manejo da cultura, que está disponível “online”, conforme indicado nesse item).

Nesse sistema de semeadura, a primeira adubação de cobertura com nitrogênio deve ser realizada preferencialmente em solo seco, desde que a inundação da lavoura seja realizada

o mais rápido possível (indica-se um tempo máximo entre a aplicação de N e a inundação da lavoura de três dias). As aplicações de nitrogênio em cobertura após a inundação da lavoura devem ser realizadas sobre a lâmina de água. Nesses casos, deve ser garantida a interrupção da circulação da água na lavoura por, no mínimo, três dias.

Para o sistema pré-germinado, não é recomendada a adubação com N na semeadura, devido ao elevado risco de perdas do elemento e à baixa exigência da cultura na fase inicial do cultivo. Para as cultivares de ciclo precoce (até 120 dias) e médio (entre 120 e 135 dias), recomenda-se aplicar em torno de 2/3 do N no estágio de três a quatro folhas (V_3/V_4) e 1/3 em R_0 (iniciação da panícula - IP), estágio que ocorre em torno de quatro dias antes do estágio R_1 (diferenciação da panícula - DP). No caso de doses próximas ou maiores que 100 kg/ha de N em cobertura, é possível aumentar a proporção da dose na primeira aplicação, desde que também se mantenha uma aplicação em torno de 40 kg/ha de N na segunda cobertura. Para as cultivares de ciclo tardio (mais de 135 dias), a cobertura pode ser fracionada em três aplicações, 1/3 em V_3/V_4 , 1/3 no perfilhamento pleno e 1/3 em R_0 .

b) Fósforo

A Tabela 4.6 indica as doses de fósforo com base no teor disponível no solo, extraído pelo método Mehlich-1, para o arroz irrigado cultivado nos sistemas de semeadura em solo seco e pré-germinado nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Para os casos em que os teores de fósforo forem duas vezes ou mais o teor crítico, considerados como "Muito Alto", os valores indicados na tabela poderão ser reduzidos ou equivar às quantidades exportadas pelos grãos (a exportação de fósforo corresponde a cerca de 5 a 6 kg de P_2O_5 por tonelada de grãos).

Tabela 4.6 - Recomendação de adubação fosfatada⁽¹⁾ para o arroz irrigado, considerando a expectativa de resposta à adubação.

Interpretação do teor de P ⁽¹⁾	Expectativa de resposta à adubação		
	Média	Alta	Muito alta
	----- kg/ha de P_2O_5 -----		
Muito Baixo	70	85	100
Baixo	60	75	90
Médio	50	65	80
Alto	40	55	70
Muito Alto	≤ 40	≤ 55	≤ 70

⁽¹⁾Método Mehlich -1.

No sistema de semeadura em solo seco, os fertilizantes fosfatados, assim como os potássicos, devem ser aplicados e incorporados ao solo por ocasião da semeadura. No sistema pré-germinado, esses fertilizantes podem ser aplicados e incorporados com enxada rotativa ou

grade na formação da lama ou após o renivelamento da área, antes da semeadura. Considerando que a adubação fosfatada, antes da semeadura do arroz, pode intensificar o desenvolvimento de algas, essa poderá ser realizada, em cobertura, no início do perfilhamento.

c) Potássio

A Tabela 4.7 indica as doses de potássio com base no teor no solo, extraído pelo método Mehlich-1, para o arroz irrigado cultivado nos sistemas de semeadura em solo seco e pré-germinado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Para os casos em que os teores de potássio forem duas vezes ou mais o teor crítico, considerados como “Muito Alto”, os valores indicados na tabela poderão ser reduzidos ou equivaler às quantidades exportadas pelos grãos (a exportação de potássio corresponde a cerca de 3 a 4 kg de K₂O por tonelada de grãos).

No sistema de semeadura em solo seco, os fertilizantes potássicos, juntamente com os fosfatados, devem ser, preferencialmente, aplicados por ocasião da semeadura. A aplicação antecipada desse nutriente pode ser uma alternativa para estabelecimentos de grande porte e/ou quando há restrição de semeadoras e de mão de obra, para possibilitar a semeadura na época recomendada. Entretanto, essa prática apresenta risco de perdas desse nutriente em solos arenosos e/ou declivosos em condições de alta precipitação pluvial.

Tabela 4.7 - Recomendação de adubação potássica^(1,2) para o arroz irrigado, considerando a expectativa de resposta à adubação.

Interpretação do teor de K ⁽²⁾	Expectativa de resposta à adubação		
	Média	Alta	Muito Alta
	----- kg/ha de K ₂ O -----		
Muito Baixo	100	120	140
Baixo	80	100	120
Médio	60	80	100
Alto	40	60	80
Muito Alto	≤ 40	≤ 60	≤ 80

(1) Para solos de elevada CTCpH 7,0 (>15,0 cmolc/dm³), acrescentar aos valores indicados na tabela, 20 kg/ha de K₂O.

(2) Método Mehlich-1.

No sistema pré-germinado, os fertilizantes potássicos podem ser aplicados e incorporados com enxada rotativa ou grade na formação da lama ou após o renivelamento da área, antes da semeadura. Em solos arenosos e orgânicos, podem ocorrer maiores perdas de potássio e doses mais elevadas do nutriente podem ser necessárias.

A adubação potássica pode ser fracionada para evitar perdas do nutriente, especialmente no caso do uso de doses elevadas (≥ 80 kg/ha de K_2O) em solos com baixa CTC_{pH7,0} (arenosos e/ou baixa matéria orgânica), com aplicação da metade da dose no preparo do solo (sistema pré-germinado) ou na semeadura (sistema de semeadura em solo seco) e a outra em cobertura, juntamente com a segunda aplicação de nitrogênio.

d) Enxofre

Solos afastados de regiões industriais, com baixos teores de matéria orgânica e de argila e intensivamente cultivados com arroz irrigado, como aqueles das regiões localizadas no baixo rio Jacuí, são potencialmente suscetíveis à deficiência de enxofre. Nessa condição, caracterizada por teor de enxofre (S) no solo (determinado com o extrator fosfato de cálcio, 500 mg/L) menor que 10 mg/dm³ (teor crítico), ocorre resposta positiva em produtividade da cultura à aplicação do nutriente. A resposta limita-se à aplicação de 20 kg/ha de S, que pode ser suprida pelo uso dos seguintes adubos: sulfato de amônio (22 a 24% de S), sulfato de potássio (15 a 17% de S), superfosfato simples (10 a 12% de S) e sulfato de cálcio – gesso (13% de S). Uma maneira prática de suprir essa demanda é substituir um saco de ureia/ha por dois de sulfato de amônio/ha, na primeira adubação nitrogenada em cobertura.

e) Micronutrientes

As pesquisas realizadas no Sul do Brasil não indicam resposta econômica do arroz irrigado à aplicação de micronutrientes no solo, via foliar ou na semente de arroz irrigado. Isso tem sido atribuído ao adequado suprimento pelo solo e também pelos adubos e corretivos de acidez, que contêm micronutrientes em sua composição. As diferenças obtidas, para mais ou para menos, no rendimento do arroz, não são consistentes e não se diferenciam por critérios objetivos e estatísticos. Recomenda-se a utilização da análise de tecido vegetal como instrumento auxiliar na identificação de problemas nutricionais. Nos casos em que for constatada a deficiência de micronutrientes na lavoura, poderá ser justificada a aplicação de produtos contendo esses nutrientes, sempre que se disponha de orientação técnica.

4.3 - Calcário e fertilizantes

4.3.1 - Calcário

Existem dois tipos principais de calcário agrícola: o calcítico, composto basicamente de carbonato de cálcio, e o dolomítico, que tem em sua composição carbonatos de cálcio e de magnésio. Tendo em vista que o magnésio é um nutriente essencial ao crescimento das culturas e pode se apresentar em baixos teores nos solos ácidos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, recomenda-se optar pelo calcário dolomítico.

O valor corretivo dos calcários disponíveis no mercado é avaliado pelo poder relativo de neutralização total (PRNT), que é uma medida da qualidade do produto. O valor do PRNT do calcário pressupõe que a sua aplicação pode neutralizar ácidos do solo (VN), com um determinado percentual do valor de referência de 100% ($CaCO_3$) e de sua granulometria

(ER = eficiência relativa). Dessa forma, ao se utilizar um calcário com 60% de PRNT em uma recomendação de, por exemplo, 3 t/ha, deve-se proceder a seguinte correção na quantidade a aplicar: $(3 \times 100)/60 = 5$ t/ha de calcário com PRNT = 60%.

Ao adquirir um corretivo da acidez, deve-se considerar o custo do produto por tonelada efetiva do material posto na propriedade, levando-se em conta o PRNT do material e não o custo por tonelada bruta do produto. A adição de gesso ao calcário reduz o PRNT da mistura, visto que o gesso não é corretivo da acidez do solo.

4.3.2 - Fertilizantes minerais

A grande maioria dos fertilizantes utilizados na lavoura arrozeira é mineral, os quais são prontamente solúveis. As principais fontes nitrogenadas são: a ureia, com 45% de N, e o sulfato de amônio, com 20% de N (mais 22 a 24% de S); as fosfatadas são os superfosfatos triplo, com teor total de 44% de P_2O_5 , e o superfosfato simples, com teor de 20% de P_2O_5 (mais 10 a 12% de S); e as potássicas são o cloreto de potássio, com 60% de K_2O , e o sulfato de potássio, com 50% de K_2O (mais 15 a 17% de S). Como adubos simples contendo dois nutrientes têm-se o fosfato monoamônico (MAP), com 9% de N e 48% de P_2O_5 , e o fosfato diamônico (DAP), com 16% de N e 45% de P_2O_5 .

Os fertilizantes minerais são utilizados nas adubações de semeadura e em cobertura. Na adubação em semeadura, o mais comum é aplicar produtos formulados contendo $N-P_2O_5-K_2O$, como mistura granulada ou composto granulado. Nas adubações em cobertura, o fertilizante pode suprir um nutriente (ureia e cloreto de potássio, predominantemente) ou mais nutrientes (sulfato de amônio, sulfato de potássio, MAP, DAP ou misturas granuladas, como a ureia cloretada).

Os fosfatos naturais reativos (fosfato de Arad, Marrocos, Gafsa e Carolina do Norte etc.) têm sido usados na forma farelada como fonte de P. Entretanto, sua solubilidade em água é muito baixa e dependem de um processo de solubilização ao longo do tempo, que pode ser desfavorecida pela condição de inundação do solo. Na comparação com os fosfatos solúveis, sua eficiência imediata (primeiro cultivo) pode atingir 70 a 80%; porém, essa eficiência tende a se igualar à das fontes solúveis a partir do segundo cultivo (efeito residual). Assim, em solos com teores Muito Baixo e Baixo (< 4 mg/dm³) de P disponível, deve-se dar preferência às fontes solúveis de fósforo. Nas demais faixas de teores de P, é possível utilizar os fosfatos naturais reativos (em pó ou farelados), isoladamente ou em mistura com fosfatos solúveis. Entretanto, no caso do uso de fosfatos naturais reativos, deve-se aumentar em 20 a 30% a dose recomendada para compensar sua menor eficiência de liberação de P.

4.3.3 - Fertilizantes orgânicos

Existe uma ampla gama de substâncias e produtos de natureza orgânica, que podem ser utilizados como fontes de nutrientes para o arroz irrigado. Tratam-se de compostos, vermicompostos, biofertilizantes e outros resíduos de origem vegetal (adubos verdes, palhada de culturas etc.) ou animal (estercos, camas, urina etc.), compostos de lixo doméstico, resíduos de biodigestores e de lagoas de decantação e de fermentação, bem como biomassa pirolisada (*biochar*).

A adubação orgânica pode ser uma opção interessante para o arroz irrigado, em situações em que se tem acesso fácil a resíduos orgânicos. No entanto, a baixa concentração de nutrientes de grande parte dos adubos orgânicos dificulta sua utilização como fonte exclusiva de nutrientes para a cultura, uma vez que, para suprir a sua exigência, é demandado um volu-

me grande de material, gerando problemas operacionais. Além disso, os nutrientes estando na forma orgânica, devem ser mineralizados para se tornarem disponíveis às plantas.

Para estimar o potencial de fornecimento de nutrientes de diferentes adubos orgânicos ao longo do tempo, existem índices médios de eficiência de nutrientes disponíveis na literatura (Comissão..., 2016). Com base nesses índices e em informações sobre o teor de nutrientes do material disponível, é possível estabelecer a quantidade de adubo orgânico necessária para suprir ou complementar a demanda nutricional do arroz.

A utilização de resíduos orgânicos é indicada preferencialmente para solos com teores muito baixos de matéria orgânica (<1,25%) e, especialmente, nas áreas de corte decorrentes de operações de sistematização das lavouras, sendo recomendável considerar que: a) a quantidade a aplicar não deve exceder 20 t/ha de material úmido; b) a aplicação deve ser feita com antecedência mínima de dois meses da data de semeadura do arroz; e c) a necessidade de reaplicação de resíduos deve ser estabelecida por meio do acompanhamento de seus efeitos residuais, utilizando-se a análise do solo para o diagnóstico.

A adubação verde e os resíduos de culturas (palhada) são formas de adubação orgânica. A contribuição das plantas de cobertura antecedendo ao cultivo de arroz e seu efeito em suprir nitrogênio pelas leguminosas e no manejo da adubação nitrogenada pelas gramíneas foram apresentadas na Tabela 4.5 (Item 4.2.4).

Ressalta-se, ainda, que as indicações apresentadas visam orientar quanto ao uso dos fertilizantes orgânicos como prática adjuvante na produção de arroz irrigado. Para lavouras estabelecidas no sistema orgânico (agricultura orgânica), faz-se necessário adequar os procedimentos descritos ao disposto na Instrução Normativa N° 46 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de 06 de outubro de 2011, que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. A IN 46 traz, ainda, algumas restrições, como a proibição de insumos que apresentem propriedades mutagênicas ou carcinogênicas.

4.3.4 - Fertilizantes organo-minerais

Esse grupo de fertilizantes resulta da mistura de fertilizantes orgânicos e minerais. Para atenderem à legislação (organo-minerais), devem apresentar garantias mínimas de 25% de matéria orgânica, 50% de matérias-primas de origem orgânica, umidade máxima de 20% e os teores de $N-P_2O_5-K_2O$ declarados no registro. Os resultados de pesquisa obtidos até o momento indicam que o cálculo da dose a ser aplicada deve ser feito com base nos teores de NPK do produto, determinados conforme a legislação em vigor. A escolha desses fertilizantes, em relação às demais opções do mercado, deve ser baseada no custo da unidade de NPK entregue na propriedade.

4.3.5 - Fertilizantes e adubação foliar

A adubação foliar consiste na aplicação de nutrientes por aspersão de soluções na parte aérea das plantas, predominantemente nas folhas. As soluções a serem aspergidas são constituídas predominantemente por fertilizantes minerais solúveis, contendo macro e/ou micronutrientes. Por sua baixa eficiência, a adubação foliar não é recomendada para o suprimento de macronutrientes em culturas anuais em grande escala, como o arroz irrigado. A possibilidade de sua utilização nessa cultura é, potencialmente, para o suprimento de micronutrientes, tendo como critério de decisão a análise foliar. No entanto, os resultados de pesquisa obtidos

até o momento no Sul do Brasil não indicam vantagens da utilização de adubos foliares no suprimento de micronutrientes para o arroz irrigado. Benefícios visuais de sua aplicação, que aparecem em estádios iniciais de crescimento, especialmente em situações de estresse, não têm sido confirmados na avaliação da produtividade.

4.3.6 - Outros produtos como condicionadores, aditivos, bioestimulantes e inoculantes

Os condicionadores são produtos que promovem a melhoria das propriedades físicas, físico-químicas ou a atividade biológica do solo. Aditivos são produtos ou substâncias utilizadas para melhorar a eficiência do fertilizante em sua ação, aplicabilidade, função e durabilidade, ou para melhorar o processo de sua obtenção. Apesar de alguns desses produtos conterem nutrientes, eles não se enquadram na categoria de fertilizantes, pois não têm como finalidade direta atuar na nutrição das plantas. Os biofertilizantes ou estimulantes são produtos que contêm princípios ativos aptos a melhorar, direta ou indiretamente, o desenvolvimento das plantas. Podem ou não conter nutrientes, especialmente micronutrientes, e atuam como promotores/reguladores do crescimento das plantas, ou mesmo, como coadjuvantes. Para efeito de mercado, são posicionados na categoria de fertilizantes, embora poucos tenham registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Como componentes ativos de suas composições, encontram-se açúcares, aminoácidos, enzimas, extratos metabólitos e fito-hormônios.

Por sua vez, os inoculantes são substâncias que contêm microrganismos com atuação favorável ao desenvolvimento vegetal. Existem inoculantes comerciais registrados no MAPA para gramíneas, incluindo o arroz. Esses inoculantes contêm a bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense* (estirpes Ab-V5 e Ab-V6, autorizadas conforme Instrução Normativa Nº 13 da Secretaria de Defesa Agropecuária/MAPA, de 25 de março de 2011), capaz de promover a fixação biológica de nitrogênio, contribuindo com quantidades adicionais de nitrogênio para as plantas e para a produção de fito-hormônios (auxinas, citocininas e giberilinas), responsáveis pelo estímulo do crescimento de raízes. Muitos experimentos conduzidos no Sul do Brasil indicam o potencial da fixação biológica de nitrogênio pelo arroz irrigado e melhoria da sua eficiência, mas ainda carecem de informações sobre a resposta dessa cultura à adição de doses desse nutriente com e sem a respectiva inoculação.

4.4 - Desordens nutricionais

4.4.1 - Toxidez por excesso de ferro

O alagamento do solo promove a solubilização de ferro, podendo o acúmulo de Fe^{2+} na solução do solo atingir níveis tóxicos ao arroz. A toxidez por ferro pode ocorrer por absorção excessiva (toxidez direta ou bronzeamento) ou por deficiência nutricional múltipla (toxidez indireta ou alarjamento), quando o ferro afeta a absorção de outros elementos (N, Ca, Mg, K, P, Si, Na e Mn). A toxidez por ferro raramente era observada no Sul do Brasil. Mas passou a se manifestar com mais intensidade a partir de 1980, na forma de manchas nas lavouras de cultivares modernas de arroz, que são mais sensíveis.

Na Tabela 4.8 é apresentada interpretação da probabilidade de ocorrência de toxidez por ferro em lavoura de arroz irrigado, baseada no teor de Fe extraído por oxalato de amônio 0,2 mol/L com ajuste do pH para 6,0. Os teores de Fe^{2+} trocável são estimados pela equação 4.1 e a sua saturação da capacidade de troca de cátions (CTC) com Fe^{2+} ($PSFe^{2+}$) é calculada pela equação 4.2.

Equação (4.1)

$$\text{Fe}^{2+} \text{ trocável (cmol/dm}^3\text{)} = 1,66 + 2,46 \text{ Fe oxalato pH 6 (g/dm}^3\text{)}$$

Equação (4.2)

$$\text{PSFe}^{2+} (\%) = 100 \times \text{Fe}^{2+}/\text{CTC}_{\text{pH7,0}}$$

Onde: Fe oxalato = teor de Fe extraído por oxalato de amônio com ajuste do pH para 6,0.

Tabela 4.8 - Interpretação do risco de ocorrência de toxidez por ferro em função da porcentagem de saturação da CTC (PSFe²⁺).

PSFe ²⁺ (%)	Risco de toxidez por ferro
≤20	Baixo
21 a 40	Médio
>40	Alto

A utilização de cultivares tolerantes é a forma mais econômica e eficiente de contornar o problema. A calagem prévia do solo e a adubação (nitrogenada e potássica) também podem minimizá-lo. A irrigação intermitente, em casos muito específicos, com o objetivo de evitar acúmulo de Fe²⁺, pode ser recomendada com muito critério, pois existem períodos críticos no ciclo da cultura (fase reprodutiva) em que a manutenção de uma lâmina de água no solo é fundamental. Essa prática também pode acarretar maior uso de água, perda de nutrientes e reinfestação da lavoura com plantas daninhas. Como prática preventiva, sugere-se dotar a lavoura de drenos profundos, para baixar o lençol freático no período de entressafra.

4.4.2 - Toxidez por ácidos orgânicos

A fermentação da matéria orgânica em solos alagados produz uma série de compostos orgânicos que podem ser tóxicos ao arroz, dentre os quais se destacam os ácidos acético, propiônico e o butírico. Essa toxidez se manifesta nas fases iniciais do desenvolvimento da planta, caracterizando-se por menores germinação, crescimento radicular e peso e estatura de planta. Em casos de toxidez mais severa, esses prejuízos podem se refletir em outras fases e na produtividade da cultura.

A produção de ácidos orgânicos em solos alagados é proporcional à disponibilidade de carbono facilmente decomponível. Assim, solos ricos em matéria orgânica ou naqueles em que forem adicionados resíduos orgânicos (resteva) próximo ao período de alagamento apresentam maior produção de ácidos orgânicos e são mais propensos à ocorrência de toxidez às plantas.

A incorporação dos resíduos vegetais, como a que ocorre no sistema convencional, acelera a decomposição do material orgânico, favorecendo a decomposição aeróbica de parte do carbono antes do estabelecimento da lâmina de água. No sistema plantio direto, em que a palha fica acumulada na superfície do solo, ocorre maior produção de ácidos orgânicos na parte mais superficial do solo, justamente onde se concentra o sistema radicular do arroz, aumentando os efeitos tóxicos à cultura.

Alternativas para o controle da toxidez por ácidos orgânicos foram pouco estudadas no RS e SC. Todavia, os resultados disponíveis mostram que o uso de calcário para correção do pH a 6,0 pode minimizar o efeito da toxidez por ácidos orgânicos, pois em valores de pH mais altos predominam as formas dissociadas dos ácidos orgânicos, que são menos tóxicas. Outra forma de minimizar os efeitos dos ácidos orgânicos é manejar os resíduos vegetais com antecedência mínima de 30 dias da semeadura, principalmente quando a quantidade de resíduos for superior a 4,0 t/ha de matéria seca.

4.4.3 - Toxidez por salinidade

A sensibilidade do arroz à salinidade varia conforme o estágio de desenvolvimento da cultura, sendo críticas as fases de plântula e florescimento. Quando em níveis acima do tolerável, a salinidade ocasiona redução na densidade de plantas e no perfilhamento, clorose e morte de folhas, diminuição da estatura de plantas e aumento da esterilidade das espiguetas e do número de perfilhos não produtivos.

A salinidade é definida pela presença de quantidades excessivas de sais solúveis no solo. Nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, o sódio é o cátion predominante nas áreas afetadas, sendo que valores de percentagem de sódio no complexo de troca (PST) de 15 a 20% já representam riscos à cultura do arroz. O cálculo da PST do solo é feito pela Equação 4.3:

$$\text{PST (\%)} = 100 \times [\text{Na}^+(\text{cmol/dm}^3)/\text{CTC}_{\text{pH}7,0}]$$

Outro atributo utilizado no diagnóstico da salinidade é a condutividade elétrica (CE), tanto do solo como da solução do solo. O nível crítico da CE do solo, em pasta saturada, é de 2,0 dS/m e o nível crítico da CE da solução do solo, denominada condutividade elétrica efetiva (CEe), medida na zona de maior atividade radicular (0-10 cm), é também de 2,0 dS/m, para as condições de cultivo de arroz irrigado no RS.

A salinidade do solo pode ser decorrente dos processos de sua formação e/ou do uso de água salina na irrigação. O uso correto da água de irrigação deve, então, levar em conta o seu grau de salinidade (expresso pelo teor de sódio) e o grau de salinidade existente no solo (expresso pela saturação por Na no complexo de troca). Maiores informações sobre salinidade da água de irrigação constam no item 5.3.1 desta publicação.

4.5 - Calagem e adubação em solos orgânicos

Os solos da classe Organossolos, que apresentam horizonte O ou H hístico com teor muito alto de matéria orgânica, têm sido utilizados no cultivo de arroz irrigado, especialmente em Santa Catarina, onde ocupam uma área ao redor de 40.000 ha, constituindo um sistema frágil sob os aspectos físico, químico e ambiental.

A calagem em solos orgânicos não é indicada para elevar o pH do solo a 5,5, como preconizada para os solos minerais. Em termos gerais, o pH ideal para o arroz irrigado nesses solos é em torno de 5,0. Todavia, de forma distinta dos solos minerais nos quais a inundação eleva o pH entre 6,0 e 7,0, nos solos orgânicos isso não se verifica. Constata-se, também, que a resposta do arroz à calagem em solos orgânicos não depende do pH inicial do solo. Por

isso, recomenda-se que a avaliação da necessidade de calagem para o arroz irrigado seja feita individualmente em cada área. Para isto, sugerem-se, preliminarmente, testes com doses de calcário entre 3 e 10 t /ha.

Em seu estado natural, os solos orgânicos são deficientes em diversos nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio. Em alguns solos, pode ocorrer deficiência de micronutrientes, especialmente cobre, zinco e ferro. Alguns estudos mostraram que os teores de fósforo e de potássio nesses solos são muito variáveis e que a extração desses elementos pelos métodos de análise de solos atualmente utilizados pelos laboratórios da ROLAS não fornece boa indicação de sua disponibilidade para o arroz irrigado.

O teor de N total nos solos orgânicos da planície litorânea do sul do Brasil é alto, mas a sua disponibilidade para as plantas é baixa, devido à alta relação C/N, que varia, normalmente, entre 20:1 e 45:1. A capacidade de adsorção de P e de retenção de K desses solos é baixa, facilitando as perdas com a drenagem da lavoura.

4.6 - Padrões nutricionais para a cultura do arroz irrigado

A análise foliar é um recurso bastante utilizado para avaliar o estado nutricional das plantas. Esse conhecimento é orientativo para a correção de possíveis deficiências ou excessos e como balizador do manejo da adubação. As classes de interpretação, denominadas de Deficiência, Adequada e Excessiva (Tabela 4.9), foram originadas de um trabalho desenvolvido com 359 lavouras de arroz irrigado representativas de produtividades baixa, média e alta e foram elaboradas a partir dos índices DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação). Foi utilizado o ponto de equilíbrio nutricional (índice DRIS), que tem maior relação com a produtividade do arroz do que a concentração foliar do nutriente.

A amostragem consiste na coleta aleatória da folha-bandeira de 50 plantas distribuídas por todo o talhão, por ocasião do florescimento pleno (40 a 50% em R4). Tão logo colhidas, as folhas devem ser lavadas com água limpa, secadas para retirar o excesso de água e imediatamente encaminhadas ao laboratório para a análise dos nutrientes. Caso não seja possível enviá-las imediatamente ao laboratório, as folhas devem ser secas ao ar e depois enviadas ao laboratório.

Tabela 4.9. Concentração de nutrientes nas folhas-bandeira do arroz irrigado⁽¹⁾.

Nutriente	Classe		
	Deficiência	Adequada	Excessiva
	Faixa de concentração		
----- Macronutrientes (g/kg) -----			
Nitrogênio	< 23	23 - 28	> 28
Fósforo	< 1,7	1,7 - 2,5	> 2,5
Potássio	< 9,0	9 - 14	> 14
Cálcio	< 2,2	2,2 - 3,6	> 3,6
Magnésio	< 1,2	1,2 - 1,9	> 1,9
Enxofre	< 1,4	1,4 - 2,0	> 2,0
----- Micronutrientes (mg/kg) -----			
Boro	< 6,0	6,0 - 11	> 11
Cobre	< 3,7	3,7 - 6,3	> 6,3
Ferro	< 70	70 - 220	> 220
Manganês	< 450	450 - 650	> 650
Zinco	< 15	15 - 28	> 28
Molibdênio	< 1,0	1,0 - 2,0	> 2,0

⁽¹⁾Amostra da folha-bandeira de 50 plantas coletadas no florescimento pleno.

4.7 - Interações entre adubação e ambiente

Os fertilizantes não se enquadram na categoria dos agrotóxicos, entretanto, o seu uso indevido pode trazer efeitos prejudiciais ao arroz e ao ambiente que o circunda, especialmente a contaminação dos mananciais hídricos. Os maiores riscos dizem respeito às adubações nitrogenada e fosfatada.

O uso excessivo de fontes fosfatadas e nitrogenadas pode causar eutrofização de mananciais hídricos, causando a proliferação de algas, como ocasionalmente verificado em lavouras de arroz cultivado no sistema pré-germinado. No entanto, o fósforo se liga fortemente às partículas de solo e as perdas desse nutriente nas lavouras de arroz irrigado são mínimas (1 kg/ha/ano) e insuficientes para causar danos aos mananciais de água. Entretanto, deve-se evitar perda de sedimentos da lavoura de arroz, tendo em vista que o fósforo será transportado para outros ambientes, onde poderá ser desorvido.

Em relação ao potássio, perdas por lixiviação podem ocorrer, dependendo do manejo do solo e da cultura, especialmente em solos com baixa CTC (arenosos e com baixa matéria orgânica). A aplicação de calcário e/ou outras fontes de cálcio e magnésio, bem como de enxofre, não representa riscos ao ambiente, pelos produtos derivados de suas reações. Da mesma forma, os micronutrientes, pelas baixas frequência de uso e doses aplicadas no arroz irrigado, não constituem fatores de risco.

Para evitar riscos ao ambiente, recomenda-se o uso correto da adubação, dentro dos princípios básicos de boas práticas de manejo do solo e de fertilizantes para a cultura de arroz irrigado, de modo a manter o equilíbrio entre os nutrientes. Um aspecto importante no manejo

da adubação a ser evitado refere-se à utilização de adubações padronizadas, desconsiderando a avaliação da fertilidade do solo e demanda da cultura, que podem causar desequilíbrio entre os nutrientes no solo.

É recomendável, também, efetuar o monitoramento frequente das águas de irrigação e de drenagem de lavouras nas microbacias, para acompanhar a qualidade da água dos mananciais.

Ainda sob aspecto ambiental, a lavoura de arroz irrigado é alvo da atenção por estar associada à emissão dos gases de efeito estufa (GEE), dióxido de carbono (CO₂), metano e óxido nitroso (N₂O), contribuindo para o aquecimento global. Entre os GEE, o metano é considerado crítico; a lavoura de arroz constitui-se em uma das principais fontes antropogênicas para a atmosfera, sendo responsável, ainda, pela emissão de quantidades significativas de óxido nitroso.

Vários fatores controlam a emissão de CH₄ pelo arroz irrigado, em especial o aporte de matéria orgânica e o regime hídrico, mas de forma integrada ao clima, a atributos do solo e a práticas de manejo, variando, portanto, entre locais. Enquanto as emissões de CH₄ são favorecidas pela inundação contínua, as de N₂O estão associadas à alternância na umidade do solo, determinando os processos de nitrificação e desnitrificação.

O óxido nitroso é um GEE cuja liberação para a atmosfera está fortemente associada ao uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, por aumentarem o conteúdo de nitrogênio (N) mineral no solo. Todavia, emissões diretas de N₂O decorrem, também, do uso de adubos orgânicos, do cultivo de plantas fixadoras de N₂, da incorporação ao solo de resíduos de colheita e da mineralização de N em solos orgânicos cultivados.

Apesar de ser uma fonte emissora, a lavoura de arroz irrigado tem potencial de mitigar a emissão de GEE. A forma como o solo é manejado após a colheita do arroz e durante o período de entressafra pode ser utilizada como estratégia de mitigação. O preparo do solo, independentemente da forma como é realizado, quando necessário deve ocorrer no outono-inverno, a fim de evitar a incorporação de resíduos vegetais próximos ao alagamento, os quais são substrato para a metanogênese, sendo o preparo antecipado o sistema que mais reduz, a curto prazo, as emissões dos GEE. Porém, a longo prazo, sistemas conservacionistas, como o plantio direto, apesar de em um primeiro momento aumentarem as emissões dos GEE, acabam sequestrando o carbono no solo, o que reduz de forma geral, o potencial de aquecimento global das áreas de terras baixas. Somado a isso, a inserção da cultura da soja, em rotação com o arroz, contribui de forma significativa para a redução das emissões dos GEE em terras baixas, por manter o solo drenado. Dessa forma, o sistema de produção em terras baixas deve aliar a rotação de culturas com a adoção de sistemas de cultivo conservacionistas visando a sustentabilidade ambiental dessas áreas.

5 - ADEQUAÇÃO DA ÁREA E SISTEMAS DE CULTIVO

5.1 - Adequação da área

As áreas próprias para o cultivo do arroz irrigado caracterizam-se pela topografia plana e difícil drenagem, onde os solos permanecem saturados em períodos de maior precipitação pluvial. A drenagem deficiente está relacionada não apenas à topografia plana, mas também à ocorrência de horizontes subsuperficiais argilosos, com baixa condutividade hidráulica e à proximidade do lençol freático da superfície do solo, dificultando a percolação de água no perfil. Essas características, normalmente desfavoráveis para outras culturas, tornam-se adequadas para o cultivo do arroz, facilitando a manutenção de uma lâmina de água sobre a superfície do solo e dificultando a lixiviação de nutrientes.

Para o aproveitamento eficiente e racional das áreas de arroz irrigado, há necessidade de submetê-las, anteriormente ao cultivo, a um processo de sistematização, que consiste na criação de um sistema funcional de manejo, que inclui a abertura de canais de irrigação e de drenagem, a construção de estradas internas, o nivelamento da superfície do solo, em nível ou desnível, e o entaipamento, até a construção de estruturas complementares, como pontes e bueiros, conforme a necessidade de cada projeto. Portanto, a sistematização da área consiste em um conjunto de práticas e não apenas no nivelamento da área.

A sistematização deve basear-se em estudos envolvendo dados da área, como a análise das condições de solo, de água e de topografia, obedecendo às características peculiares de cada propriedade. Há duas modalidades para as lavouras de arroz: sistematização com nivelamento da superfície com declividade e sistematização com nivelamento da superfície sem declividade, que são realizadas em função do sistema de cultivo.

5.1.1 - Sistematização com nivelamento da superfície do solo com declividade

Este sistema visa uniformizar a superfície da área, transferindo solo das partes relativamente mais elevadas para aquelas relativamente mais baixas, segundo um plano em desnível definido no projeto para cada quadro. Normalmente, a declividade natural da área é mantida, podendo-se ajustar o gradiente conforme as necessidades das culturas a serem implantadas. No caso do arroz, a água de irrigação é retida sobre a superfície do solo por taipas, sendo que a diferença de cotas de uma taipa para outra depende da declividade proposta no projeto.

Esta modalidade de sistematização possui como vantagens: a menor movimentação de solo, quando comparada com o nivelamento da superfície da área sem declividade; menor custo e melhor drenagem superficial da lavoura, beneficiando a rotação de culturas. Como desvantagem, cita-se a desuniformidade da lâmina de água, causando maior dificuldade no controle de plantas daninhas e na aplicação de outras práticas de manejo.

5.1.2 - Sistematização com nivelamento da superfície do solo sem declividade

Neste sistema, chamado comumente de “cota zero”, a área é também subdividida em quadros, preferencialmente de formato regular. Dentro de cada quadro, o solo é nivelado em um plano com altura pré-definida no projeto, utilizando-se o solo das cotas mais elevadas para aterrar as áreas com cotas inferiores. O tamanho dos quadros varia em função do desnível da

área, sendo que quanto menor a declividade natural da área, maior será a área de cada quadro. Em áreas de difícil drenagem, há necessidade de aumentar a densidade dos drenos, determinando redução no tamanho dos quadros. Para facilitar a mecanização, é aconselhável que os mesmos possuam áreas compatíveis com o tamanho das máquinas, que apresentem adequada relação entre o comprimento e a largura e que a largura dos quadros se situe entre 20 e 50 m, dependendo do desnível da área e das características do solo. Quadros com comprimento superior a 200 m dificultam a manutenção do nivelamento e a aplicação das práticas culturais.

Na operação de nivelamento da superfície do solo não devem ocorrer cortes muito profundos. Como orientação geral, pode-se dizer que os cortes não devem ser mais profundos do que a metade do horizonte A, sob pena de comprometer a produtividade nesses locais por período de tempo indeterminado. Se houver necessidade de cortes mais profundos, recomenda-se redimensionar o tamanho dos quadros para diminuir a profundidade de corte. Mesmo assim, quando for necessária a realização de cortes mais profundos, indica-se a remoção prévia do horizonte superficial nesses locais e sua posterior reposição, após o nivelamento das camadas inferiores do solo. Os problemas mais comuns observados nas áreas de corte são a baixa fertilidade e a toxidez por ferro, enquanto que nas áreas de aterro ocorre maior incidência de doenças e acamamento do arroz, em decorrência da maior fertilidade.

De forma geral, deve-se ter cuidado especial com a fertilidade do solo logo após sua mobilização, principalmente nos locais onde o solo foi removido. É recomendável, ainda, amostar o solo em faixas de magnitude de corte, obtidas no mapa do projeto, como por exemplo: 0 a 5; 5 a 10; 10 a 15 cm e assim sucessivamente, realizando a correção da fertilidade de forma individualizada para cada faixa, como procedido na agricultura de precisão. Também, deve-se projetar a estrutura de irrigação e de drenagem individualmente, bem como acessos facilitados a todos os quadros. Os quadros devem ser cercados por taipas com altura mínima de 30 cm. Taipas reforçadas reduzem as perdas de água, fertilizantes e agrotóxicos utilizados na lavoura.

O nivelamento da superfície dos quadros em nível apresenta vantagens, tais como: distribuição adequada da água, permitindo a irrigação uniforme da cultura desde o estabelecimento e, consequentemente, maior facilidade no controle de plantas daninhas e redução na incidência de pragas e doenças e da oscilação das temperaturas da água e do solo. Como desvantagens, na maioria dos casos, a alternância de cultivo com outras culturas é dificultada pela deficiência de drenagem superficial, em virtude do nivelamento do solo. Além disso, o custo inicial do nivelamento da superfície da área em nível é normalmente mais elevado do que aquela com declividade. A sistematização em nível é especialmente indicada para o sistema pré-germinado, considerando-se que o preparo final do solo e a semeadura são realizados sob lâmina de água.

5.2 - Sistemas de cultivo

Os sistemas de cultivo utilizados na cultura do arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina diferenciam-se, basicamente, quanto à forma e à época de preparo do solo, aos métodos de semeadura e ao manejo inicial da água. Os principais sistemas que são utilizados são o convencional, o cultivo mínimo, o plantio direto, o pré-germinado e o transplante de mudas.

Independentemente do sistema de cultivo adotado, é importante o manejo adequado do solo após a colheita da área. Essa operação envolve a correção de rastros deixados durante

a colheita e o transporte dos grãos colhidos. A incorporação da resteva facilita sua decomposição e a utilização de máquinas para a readequação da área, como o renivelamento da superfície do solo. Essa é uma das operações mais importantes da lavoura de arroz, pois viabiliza a semeadura na época preferencial de cultivo, que é um fator muito importante para obtenção de produtividades elevadas, pois potencializa a expressão de outras tecnologias de manejo que devem ser utilizadas de forma integrada.

No estado do Rio Grande do Sul, na safra 2016/2017, predominou o cultivo sem revolvimento para semeadura imediata (reunindo cultivo mínimo com preparo antecipado e semeadura direta) (61% da área), seguido dos sistemas convencional (30% da área) e pré-germinado (9%), segundo levantamento do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA, 2017)¹. No estado de Santa Catarina, praticamente só se utilizavam sistema pré-germinado. A partir da safra 2010/11, com o evento do sistema Clearfield®, a semeadura em solo seco tem crescido, chegando a índices de, aproximadamente, 25 a 30% da área, na safra 2017/18 (Epagri, 2017)². O sistema de transplante de mudas é pouco usado no sul do Brasil e está restrito a áreas de produção de sementes de alta qualidade.

A possibilidade de realizar a rotação de sistemas de cultivo dentro de uma mesma propriedade constitui-se em alternativa técnica para determinados problemas como, por exemplo, o controle de plantas daninhas. A mudança dos métodos utilizados para a implantação da lavoura evita que determinada planta daninha, praga ou doença atinja proporções de difícil controle, ou faz com que não atinja nível de controle econômico. Assim, a mudança de sistema de cultivo do arroz pode fazer parte do manejo integrado, caracterizando exemplo prático de sustentabilidade no processo de produção de arroz irrigado, desde que se disponha de condições adequadas para a adoção dessa prática de manejo.

¹ IRGA. Seção de Política Setorial. Dados de safra 2016/17- Sistemas de Cultivo. 2017. Dados não publicados.

² EPAGRI. Levantamento de safra 2014/2015. Sistemas de cultivo de arroz irrigado. 2017. Dados não publicados.

5.2.1 - Sistema convencional

Neste sistema, faz-se o preparo da área utilizando-se equipamentos de acordo com o tipo de solo, profundidade desejada de preparo e condição de cobertura do solo. Pode-se realizar operações mais profundas, como o preparo inicial do solo e, posteriormente, o preparo secundário. Este último envolve operações mais superficiais, visando o adequado preparo e o aplainamento da superfície do solo e a eliminação de plantas daninhas no início de seu desenvolvimento, criando, assim, um ambiente favorável à emergência e ao desenvolvimento inicial das plantas de arroz.

Um aspecto importante que deve ser considerado no preparo do solo, é o ponto de umidade ideal, que pode ser determinado na prática pela condição em que o trator opera com o mínimo esforço, proporcionando maior eficiência à atividade que está sendo realizada. Quando o preparo é realizado com umidade elevada, o solo sofre danos físicos na estrutura (compactação no lugar onde trafegam as rodas do trator) e tende a aderir (principalmente em solos argilosos) com maior força nos implementos agrícolas, podendo até mesmo inviabilizar a operação desejada. Por outro lado, quando o preparo é efetuado com o solo muito seco, há a formação de torrões difíceis de serem rompidos, o que exige um maior número de passadas de implementos e, conseqüentemente, maior consumo de combustível e de tempo.

5.2.2 - Sistema cultivo mínimo

No sistema cultivo mínimo, a implantação do arroz é realizada pela semeadura direta em solo previamente preparado, de forma a haver tempo suficiente para a formação de uma cobertura vegetal, que é controlada normalmente pelo uso de herbicidas de ação total. Dessa forma, há menor mobilização do solo do que no sistema convencional durante a operação de semeadura.

As operações de preparo do solo tanto podem ser realizadas desde o verão anterior até o início da primavera, sendo, neste último caso, com uma antecedência mínima para recomposição da cobertura vegetal. Por ocasião do preparo antecipado do solo, é conveniente que se faça também o entaipamento, com taipas de perfil baixo. Esse tipo de taipa, desde que bem construída, pode ser transposta por implementos e tratores sem maiores danos à sua estrutura. Assim, o arroz pode ser semeado também sobre as taipas previamente construídas, desde que se disponha de semeadoras capazes de executar tal procedimento. No entanto, permanece a recomendação de que em volta da lavoura haja proteção com taipas mais altas, para reduzir os riscos de extravasamento e carreamento de fertilizantes e agrotóxicos para os mananciais hídricos.

Assim, a semeadura é realizada diretamente sobre a cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, com a mobilização do solo apenas na linha de semeadura, ocorrendo, com isso, menor incidência de plantas daninhas. Esse sistema apresenta vantagens em relação ao sistema convencional, entre as quais se destacam a melhor distribuição das operações agrícolas ao longo do ano e a maior probabilidade de a semeadura ocorrer na época preferencial. Esta última situação é particularmente importante em anos com precipitações pluviais altas no momento da semeadura, pois a área estando preparada antecipadamente, permite que a semeadura do arroz seja realizada mais rapidamente, aproveitando melhor o tempo entre os eventos de precipitações.

5.2.3 - Sistema plantio direto

O sistema plantio direto fundamenta-se em três princípios básicos: movimentação mínima do solo, manutenção permanente de cobertura do solo e adoção da prática de rotação e sucessão de culturas. Esses fundamentos viabilizam o objetivo principal do sistema em terras altas, que é a conservação do solo. Nesse sistema, as sementes são colocadas diretamente no solo não revolvido, em um pequeno sulco de profundidade e largura suficientes para garantir boa cobertura e contato das sementes com o solo. Com isso, há uma mobilização mínima de solo, contribuindo para a maior eficiência do controle químico de plantas daninhas, que é feito antes e após a semeadura direta. No sistema plantio direto, deve-se adotar procedimentos semelhantes aos do cultivo mínimo, como por exemplo, a construção de taipas de forma antecipada à semeadura.

Entretanto, o sistema plantio direto de arroz irrigado pode ser de difícil implementação, devido ao fato de a colheita mecanizada da lavoura frequentemente ocorrer com o solo ainda inundado ou encharcado, promovendo desestruturação superficial e requerendo novo preparo da área. Normalmente, porém, tem-se sucesso na semeadura direta do arroz sobre a resteva de outra cultura de verão, mais comumente soja, sorgo ou milho, já que essas culturas são colhidas com menor grau de umidade e menor desestruturação da superfície do solo.

5.2.4 - Sistema pré-germinado

Este sistema caracteriza-se pela implantação da cultura com sementes pré-germinadas, distribuídas a lanço, em solo previamente inundado com lâmina de água de cerca de 5 cm. A pré-germinação das sementes consiste em sua hidratação em sacos porosos ou tanques, pela imersão em água durante 24 a 36 horas. Após esse período, as sementes são retiradas da água e deixadas à sombra por igual período, fase conhecida como incubação. Durante esse período, ocorre a emissão do coleóptilo e da radícula, que caracterizam o processo de pré-germinação. Por ocasião da semeadura, essas estruturas não devem ultrapassar 2 mm de comprimento para evitar seu rompimento, bem como o amontoamento de sementes a serem lançadas ao solo, como consequência do enovelamento de radículas. A duração dos períodos de hidratação e de incubação de sementes é variável em função da cultivar e da temperatura.

A semeadura pode ser feita de forma manual ou mecanizada, utilizando trator ou avião, para os quadros previamente inundados com água, preferencialmente limpa.

Nas condições de cultivo de Santa Catarina, onde se cultiva arroz predominantemente no sistema pré-germinado, as operações de preparo do solo normalmente compreendem três etapas:

a) Incorporação da resteva de arroz e plantas daninhas: essas operações são feitas preferencialmente em solo seco para evitar a proliferação de plantas daninhas aquáticas, especialmente de grama-boiadeira. O preparo do solo não deve ser feito muito próximo da época de semeadura, evitando que a incorporação de plantas e outras fontes de matéria orgânica ao solo sob inundações produza compostos que podem intoxicar as plântulas de arroz (para maiores detalhes consultar item 4.4.2. Toxidez por ácidos orgânicos), ocasionando a imobilização de N mineral e a emissão de metano, que é um gás causador de efeito estufa. Nessa etapa, as operações de preparo do solo são realizadas com arados, grades ou

enxadas rotativas. Em áreas infestadas com arroz-vermelho, deve-se evitar a aração ou a gradagem profunda do solo após a colheita, considerando que o enterrio das sementes de arroz-vermelho no solo aumenta sua longevidade. Sementes de arroz-vermelho mantidas próximas da superfície do solo germinam e perdem a viabilidade mais rapidamente do que as enterradas, estando mais sujeitas à predação por pássaros, insetos e microrganismos.

b) Formação da lama: tem por objetivo preparar o solo para ser nivelado e alisado. Essa operação é realizada em solo alagado, com o auxílio de grade, enxada rotativa ou roda de ferro tipo “gaiola”.

c) Renivelamento e alisamento do solo: após a formação da lama, utilizam-se pranchões de madeira para tornar a superfície lisa e nivelada, própria para receber as sementes pré-germinadas.

Na região Sul do Rio Grande do Sul, em função das áreas serem mais extensas, vem-se buscando um sistema próprio de preparo do solo, que compreende basicamente as seguintes operações: a) uma ou duas arações em solo seco; b) uma ou duas gradagens para destorrear o solo, tendo-se o cuidado de não o pulverizar, de forma que pequenos torrões impeçam o arraste de sementes pelo vento; c) aplainamento e entaamento da área; d) inundação da área com uma lâmina de água de, no máximo, 10 cm, mantendo-a por, no mínimo, 15 dias antes da sementeira, para diminuir a infestação de arroz-vermelho, e) alisamento com pranchões de madeira e f) sementeira das sementes pré-germinadas.

Esse sistema de sementeira apresenta diferenças significativas em relação aos demais, notadamente no que se refere ao uso de sementes pré-germinadas e a sementeira a lançar sobre lâmina de água. Essas características conferem ao sistema alguns aspectos que merecem destaque, entre os quais a sementeira da lavoura, em época adequada, pois independe das condições climáticas. Além disso, proporciona maior controle de plantas daninhas, especialmente do arroz-vermelho. Para maior eficiência do sistema pré-germinado, é necessário um perfeito controle da água na lavoura, permitindo manejar a lâmina de água de acordo com as necessidades. Assim, esse sistema praticamente exige a regularização da superfície do solo em nível, o qual proporciona altura uniforme da lâmina de água e uma estruturação que permita o manejo da água quase que individualmente por quadro. O relevo das áreas de arroz irrigado de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul é predominantemente plano no aspecto macro, mas o microrrelevo pode apresentar ondulações significativas. Tais ondulações, associadas aos solos normalmente rasos, fazem com que os quadros da lavoura em nível sejam relativamente pequenos, ao redor de 1 a 2 ha, tornando o sistema apropriado para pequenas propriedades. Em áreas naturalmente planas, observam-se quadros com áreas maiores do que as citadas.

Uma variante ao sistema pré-germinado, descrito anteriormente, é o sistema denominado sistema mix, cuja diferença principal reside no fato de que a sementeira é realizada sem a formação de lama e as plantas daninhas são controladas com herbicida de ação total, como nos sistemas de cultivo mínimo ou plantio direto.

Com as operações mecanizadas de preparo antecipado do solo, estimula-se a germinação de sementes de plantas daninhas. A dessecação da área deve ser realizada cerca de 15 a 20 dias antes da sementeira, com a posterior inundação do solo. Um dos pontos importantes a ser observado nesse sistema é a quantidade de resíduos da cobertura vegetal, que deve ser a menor possível, pois o excesso não permite que as sementes pré-germinadas atinjam o solo. Além disso, a decomposição de grande quantidade de resíduos dentro da água gera a produção de ácidos orgânicos, que podem prejudicar o desenvolvimento inicial das plantas. Além da

dificuldade de estabelecimento de plântulas de arroz, esse sistema propicia a proliferação de grama-boieira, de difícil controle na dessecação.

5.2.5 - Sistema por transplante de mudas

Este sistema objetiva, principalmente, a obtenção de sementes de alta qualidade. Para se conseguir alta pureza varietal, a prática do “roguing” é facilitada nesse sistema, pelo fato de as mudas serem transplantadas em linhas em solo saturado. O sistema compreende as fases de produção e transplante de mudas.

As mudas são produzidas em caixas, com fundo perfurado, com as seguintes dimensões: 60 cm de comprimento x 30 cm de largura x 5 cm de altura (as medidas de largura e de comprimento das caixas poderão variar de acordo com o tipo de transplantadora). O solo a ser utilizado deve apresentar, preferencialmente, textura franco arenosa, baixo teor de matéria orgânica e ser livre de plantas daninhas. Após passar por peneiras com abertura de malha de 5 mm, o solo é colocado nas caixas em uma camada de 2,5 cm de espessura. Semeam-se em torno de 300 g de sementes por caixa, as quais devem ser cobertas com uma camada de solo com 1 cm de espessura. Após a semeadura, as caixas são irrigadas abundantemente, empilhadas e cobertas com lona plástica por dois a quatro dias, até a emergência das plântulas. A duração do subperíodo semeadura-emergência varia em função da temperatura.

Quando as plântulas iniciam a emergência, as caixas são espalhadas em um viveiro com proteção para pássaros e ratos e irrigadas diariamente, até as plantas atingirem 10 a 12 cm de estatura, correspondendo aproximadamente ao estágio V2 (12 a 18 dias após a semeadura). As mudas com esse porte são, então, transplantadas para área com solo saturado.

O sistema de regulagem das máquinas transplantadoras permite o transplante de três a 10 mudas por cova, com espaçamentos entre 14 e 22 cm entre covas e de 30 cm entre linhas. O rendimento médio de uma transplantadora com seis linhas é em torno de 3.000 m² por hora, sendo necessárias 110 a 130 caixas de mudas por hectare (30 a 40 kg/ha de sementes). A inundação permanente da área deve ser evitada por dois a três dias, para fixação das mudas ao solo.

O preparo do solo, o manejo da irrigação e o controle de plantas daninhas, pragas e doenças são idênticos aos recomendados para o sistema pré-germinado.

6 - CULTIVARES

A cultura do arroz irrigado foi introduzida no Brasil pelos imigrantes europeus no final do século XIX. As primeiras cultivares utilizadas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina pertenciam à subespécie japônica e caracterizavam-se por apresentar plantas de porte alto, com folhas largas e decumbentes, crescimento exuberante, baixo potencial produtivo e ciclo de maturação de médio a longo. Os grãos, de diferentes formas e tamanhos (desde curtos e arredondados até longos e largos) se apresentam macios e pegajosos após a cocção, sendo por isso, rejeitados pela maior parte dos consumidores. As cultivares com essas características eram conhecidas pela denominação geral de variedades tradicionais para diferenciá-las dos grupos de cultivares: a) com grãos do tipo longo e fino; b) de porte baixo, modernas ou filipinas.

As cultivares americanas, também pertencentes à subespécie japônica, foram introduzidas dos Estados Unidos e caracterizam-se por possuírem plantas de porte intermediário, folhas lisas, estreitas e semieretas e grãos do tipo longo-fino de excelente qualidade quanto ao rendimento industrial e cocção. A qualidade superior dos grãos desse grupo de cultivares em relação aos das tradicionais foi determinante para a substituição das cultivares tradicionais pelas americanas no decorrer dos anos 70 do século passado. A cultivar, desse tipo agrônomo, mais utilizada nas lavouras do Rio Grande do Sul foi a Bluebelle.

As primeiras cultivares de porte baixo foram semeadas no Rio Grande do Sul a partir de 1973, mas somente no início da década de 1980, com o lançamento das cultivares BR/IRGA 409 e BR/IRGA 410, que combinam alto potencial produtivo e boa qualidade dos grãos, passaram a ocupar áreas expressivas. Diferentemente das anteriores, essas cultivares pertencem à subespécie índica. Apresentam porte baixo, folhas eretas, alta capacidade de perfilhamento, alto potencial produtivo e grãos longo-finos, com qualidade industrial e culinária semelhante à das cultivares americanas.

As cultivares modernas por apresentarem um potencial produtivo superior, substituíram as dos outros grupos agrônômicos e atualmente são cultivadas na quase totalidade da área de arroz irrigado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Outra tecnologia introduzida no Brasil há alguns anos foram as cultivares híbridas de arroz, sendo Avaxi e Tuno CL as primeiras comerciais, lançadas em 2003 e 2004, respectivamente. O objetivo dessa tecnologia é explorar a heterose ou o vigor híbrido.

Neste capítulo, são abordados os principais critérios para a escolha de cultivares de arroz irrigado, destacando-se características agrônômicas importantes relacionadas ao ciclo, potencial produtivo, resistência a estresses bióticos e abióticos, qualidade dos grãos e adaptação aos diferentes sistemas de cultivo. A seguir é apresentada uma chave de escolha de cultivares com base no tipo (convencional ou híbrido), resistência à herbicida, ciclo biológico e adaptação aos sistemas de semeadura em solo seco e pré-germinado, para os estados do RS e de SC (Tabela 6.1). Na parte final do capítulo são descritos os resumos informativos das principais características de cada cultivar e/ou híbrido. Os dados quantitativos, apresentados nas Tabelas 6.2 (a,b,c,d) e 6.3 (a,b,c,d), são importantes para conhecimento e comparação entre as mesmas. Para mais informações sobre as cultivares ou os híbridos, recomenda-se fazer contato com os detentores listados na última página deste capítulo.

6.1 - Características agronômicas importantes para a escolha e o manejo de cultivares e híbridos

6.1.1 - Ciclo e potencial produtivo

As cultivares de **ciclo médio** historicamente são as mais adotadas para cultivo no Rio Grande do Sul, com melhores produtividades que as muito precoces ou muito tardias, mas esse comportamento pode variar com o local e o manejo utilizado na lavoura. As cultivares de arroz de **ciclo tardio** são as mais recomendadas para cultivo no Estado de Santa Catarina por apresentarem maior potencial produtivo. Especificamente na região do Litoral Norte desse Estado, há também a indicação daquelas que apresentem alta capacidade de rebrote por permitirem a realização de duas colheitas com apenas uma semeadura (cultivo da soca).

As cultivares **precoces** requerem maior atenção no manejo durante todo o ciclo biológico e as mais **tardias**, são mais exigentes quanto à época de semeadura, que deve ser no início do período recomendado.

As cultivares de **ciclo médio**, especificamente para o Estado do Rio Grande do Sul, são as que apresentam maior potencial produtivo, desde que sejam adotadas integralmente as práticas de manejo recomendadas pela pesquisa, com ênfase para a observância da época preferencial de semeadura, adubação adequada, manejo otimizado no controle de plantas daninhas, pragas e doenças e início precoce da irrigação. As cultivares de ciclo precoce, mesmo com menor potencial, são muito importantes para a economia de uso de água, maior flexibilidade na época de semeadura e escalonamento da colheita.

As cultivares de ciclo **muito precoce** são as que têm menor potencial produtivo e devem ser utilizadas somente quando houver uma necessidade específica para essa escolha, que pode ser:

1. Áreas com maior risco de enchentes no final do verão;
2. Necessidade de redução do uso de água em função de menor duração do período de irrigação;
3. Interesse de colheita antecipada na busca de melhores preços ou para retorno mais rápido do capital investido;
4. Escalonamento da época de colheita;
5. Auxílio no controle de arroz-daninho, com a realização da colheita antes que essa espécie de planta daninha complete o ciclo.

6.1.2 - Cultivares adaptadas ao sistema de cultivo pré-germinado

O estabelecimento do sistema de cultivo de arroz pré-germinado, especialmente em Santa Catarina, é o resultado da integração de esforços entre todos os elos da cadeia produtiva do arroz: produtores, pesquisadores, extensionistas, produtores de sementes, industrialistas e consumidores. A introdução desse sistema como alternativa adequada ao cultivo em solos pantanosos, comuns nas regiões do médio vale do Rio Itajaí-Açú, deveu-se aos imigrantes italianos vindos da região do Rio Pó, localizada no norte da Itália.

No Estado de SC, todas as cultivares desenvolvidas pela Epagri são adaptadas ao sistema de cultivo pré-germinado (Tabela 6.1). Também são recomendadas as cultivares BRS Catiana e BRS A704 desenvolvidas pela Embrapa.

No Estado do RS, as cultivares BRS Firmeza, IRGA 425, IRGA 429, BRS Catiana, BRS

A704, BRS A705 e BRS A706 CL são adaptadas ao sistema de cultivo pré-germinado. Para as regiões mais quentes do RS, portanto com estação de crescimento mais longa, como as áreas situadas mais ao norte das Regiões das Planícies Costeiras Interna e Externa, parte da Depressão Central e da Fronteira Oeste, recomenda-se também as cultivares desenvolvidas pela Epagri (Epagri 108, Epagri 109, SCSBRS Tio Taka, SCS116 Satoru, SCS118 Marques, SCS121 CL, SCS122 Miura e SCS125), todas de ciclo tardio. Também é recomendada a cultivar de ciclo médio Primoriso CL desenvolvida pela Oryza.

6.1.3 - Cultivares resistentes a herbicidas não seletivos à cultura

O arroz-daninho é considerado a principal planta daninha nas lavouras comerciais de arroz irrigado no Sul do Brasil. Uma das alternativas existentes para contribuir no manejo dessa planta daninha é o controle químico. Atualmente existem cultivares e/ou híbridos geneticamente resistentes a herbicidas do grupo químico das Imidazolinonas (Clearfield® e FULLPAGE) ou resistente aos herbicidas inibidores da enzima da ACCase (Max-Ace e Provisia), adaptadas ao cultivo de arroz irrigado.

O uso de herbicidas não seletivos associado a cultivares e/ou híbridos resistentes deve ocorrer quando a área a ser cultivada estiver infestada com arroz-daninho. Também se recomenda seguir rigorosamente as orientações quanto à época e à dose de aplicação do herbicida recomendado, para evitar problemas de toxicidade às plantas de arroz e de resistência do arroz-daninho. Além do uso de cultivares e/ou híbridos apropriadas recomenda-se ao produtor adotar as práticas de manejo que constam no Capítulo 9.

6.1.4 - Tolerância à toxidez por excesso de ferro no solo

Para as áreas com histórico de ocorrência desse distúrbio ou áreas novas, onde não se tem certeza quanto à inexistência do problema, recomenda-se a escolha de cultivares tolerantes, levando em consideração as informações disponíveis nas Tabelas 6.2 (a, b, c, d).

6.1.5 - Resistência à brusone

O uso de cultivares e/ou híbridos resistentes à brusone é a primeira e ecologicamente mais correta alternativa para o controle da doença causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* (forma imperfeita) - *Magnaporthe oryzae* (forma perfeita). Entretanto, a resistência às doenças em plantas é dependente da genética da cultivar e do agente patogênico. O surgimento e o predomínio de raças específicas podem variar de uma safra para outra de acordo com a área anualmente ocupada pelas diversas cultivares, quer pela introdução de nova raça ou por mutação na população existente. Assim, a lavoura deve ser sempre vistoriada durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura para verificar a sanidade das plantas.

6.1.6 - Tolerância a estresses de temperatura do ar

Os estresses causados pelos extremos de temperatura do ar baixa (inferior a 17°C) ou alta (superior a 35°C) são de ocorrência comum no sul do Brasil. Especialmente na época de semeadura antecipada, no estágio de germinação e de emergência, é mais comum a ocorrência de temperaturas baixas, que podem aumentar a duração dos subperíodos e ainda afetar o

crescimento e o desenvolvimento inicial das plantas, causando o amarelecimento das folhas e reduzindo o perfilhamento. Já no estágio reprodutivo, os extremos de temperatura podem dificultar a exscreção das panículas e aumentar a esterilidade de espiguetas.

Dentre os elementos do clima, destacam-se a ocorrência de baixas temperaturas do ar, inferiores a 17°C, prejudiciais no estágio de estabelecimento da cultura e, principalmente, no estágio reprodutivo. No Rio Grande do Sul, o risco da ocorrência de temperaturas baixas abrange todo o Estado, principalmente as regiões do Litoral-Sul e da Campanha, onde temperaturas inferiores a 15°C durante a noite são frequentes.

Entretanto, dependendo da cultivar, do vigor da semente, do estado nutricional da cultura, do sistema de cultivo, da intensidade e da duração do período de frio, entre outros aspectos, temperaturas inferiores a 20°C já são consideradas prejudiciais ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas. A literatura relata como críticas temperaturas entre 15 e 17°C, para os genótipos resistentes ou tolerantes, e de 17 a 19°C, no caso dos suscetíveis. Como regra, grande parte dos produtores de arroz irrigado do RS têm adotado a estratégia de antecipar o máximo possível a época de semeadura da lavoura. Na maioria dos casos, a semeadura é realizada observando-se o zoneamento agrícola, porém, algumas lavouras são implantadas em datas que precedem aquelas recomendadas pela pesquisa para as diferentes regiões do Estado do RS. Tanto a primeira situação como, principalmente a segunda, podem resultar em severos danos devido à deposição das sementes em solo ainda frio. Há redução na porcentagem e na velocidade da germinação e aumento na duração do subperíodo semeadura emergência.

O crescimento e desenvolvimento das plântulas são reduzidos, pois ficam submetidas por maior período de tempo à ação de fatores adversos do ambiente e à ocorrência de pragas e doenças e as folhas jovens apresentam clorose. Além disto, as plantas de arroz são menos competitivas com plantas daninhas em solo mais frio, havendo a necessidade de maior número de aplicações de herbicidas, o que afeta a rentabilidade da lavoura e a sustentabilidade da atividade em geral. A instabilidade na produtividade relacionada à ocorrência de baixas temperaturas é agravada pela utilização, na maior parte da área orizícola do RS, de cultivares semi anãs, pertencentes à subespécie índica, menos adaptadas a baixas temperaturas do que as cultivares da subespécie japônica de clima temperado ou mesmo japônica tropical.

De modo geral, todas as cultivares desenvolvidas nos Estados do RS e de SC são sensíveis aos estresses de baixa e alta temperatura do ar. Entretanto, estão disponíveis algumas cultivares desenvolvidas no RS que são adaptadas às regiões mais frias, como a Campanha e a Zona Sul, destacando-se as cultivares BRS Querência, IRGA 424, IRGA 426 e BRS A705 no estágio de germinação-emergência.

6.1.7 - Aspecto visual, rendimento industrial e características de cocção

A preferência do mercado brasileiro é por arroz de grão longo-fino, translúcido, com bom aspecto visual (sem defeitos), alta renda do benefício ($\geq 70\%$) e alto rendimento industrial de grãos inteiros ($> 60\%$). Após a cocção, os grãos de arroz branco polido devem permanecer secos, macios, soltos e sem o centro mal cozido. O arroz que após o preparo ficar com os grãos mais pegajosos não tem boa aceitação pelo consumidor brasileiro. Esse comportamento na cocção está associado, principalmente, ao teor de amilose no amido dos grãos e à temperatura de gelatinização. Cultivares que possuem grãos com teores intermediário ou alto de amilose

(≥ 23%) e temperatura de gelatinização baixa ou intermediária (63 a 73°C) apresentam melhor desempenho na panela. O processamento industrial por parboilização reduz os defeitos na cocção decorrentes de teores baixos de amilose (< 23%) e de temperatura de gelatinização alta (74 a 80°C).

A maioria das cultivares do grupo agrônômico moderno possui grãos longos e finos e demais parâmetros dentro das exigências do mercado nacional. Atualmente as cultivares BR/IRGA 409, IRGA 417, IRGA 426, PUITÁ INTA-CL, BRS Pampa e BRS Pampa CL são destaque devido às excelentes características de qualidade de grão e são consideradas pelas indústrias como grão premium ou nobre. Por consequência, os cerealistas normalmente pagam preços diferenciados aos produtores por essas cultivares no Estado do Rio Grande do Sul. Novas cultivares estão sendo lançadas pelos programas de melhoramento das instituições públicas e empresas privadas que atuam no sul do Brasil e todos têm como objetivo desenvolver melhores produtos para esse mercado.

6.1.8 - Tipos especiais de arroz

São classificadas como cultivares de tipo especial de arroz aquelas que apresentam grãos com formato e propriedades sensoriais (cor do pericarpo, sabor, aroma e textura após a cocção) diferentes do arroz branco longo e fino predominantemente consumido no País, e que atendam a outros segmentos de mercado, como a culinária italiana, japonesa, tailandesa, indiana, espanhola e também as culinárias regionais brasileiras. Também são classificadas dessa forma as cultivares cujo consumo não se destina a alimentação humana, mas para outros fins como a alimentação animal, produção de biocombustível ou produção de fibras.

6.2 - Redução de custos de produção e de impactos ao ambiente pela correta escolha da cultivar ou do híbrido

No planejamento da atividade agrícola, a escolha correta de cultivares a serem utilizadas é um ponto relevante no processo técnico e administrativo do empreendimento rural, tanto o de grande escala, quanto o das propriedades menores, predominantemente familiares. Assim, são relacionados abaixo alguns pontos importantes a serem considerados no momento da tomada de decisão, considerando os principais fatores restritivos que podem estar presentes na unidade de produção, somado a aspectos ambientais e de sustentabilidade:

1. Pouca disponibilidade de água para irrigação: usar cultivares de ciclo muito precoce ou precoce;
2. Média a alta incidência de arroz-daninho na área: usar cultivares desenvolvidas para o sistema de produção que adota cultivares resistentes a herbicidas do grupo das Imidazolinonas ou adaptadas ao sistema de cultivo pré-germinado;
3. Ocorrência de toxidez por excesso de ferro no solo: usar cultivares resistentes ao distúrbio;
4. Ambiente muito propício à ocorrência de brusone: usar cultivares resistentes a essa doença;
5. Semeadura no início da estação de crescimento: usar cultivares de ciclo médio ou tardio;
6. Semeadura em época tardia: usar cultivares de ciclo muito precoce ou precoce;
7. Lavouras com utilização de alta tecnologia: usar cultivares ou híbridos, de ciclo médio, no RS, e de ciclo tardio, em SC, e com alto potencial produtivo;
8. Mercado exigente em qualidade de grãos: usar cultivares com alta qualidade de grãos.

6.3 - Chave para a escolha de cultivares e de híbridos

Para auxiliar na escolha de cultivares de arroz irrigado para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, foi elaborada uma chave classificatória contendo como entradas o tipo de cultivar (convencional ou híbrido), a resistência aos herbicidas do grupo químico das Imidazolinonas, a duração do ciclo e o sistema de cultivo (Tabela 6.1). Assim, o usuário poderá acessar diretamente a lista de cultivares de seu interesse, com base nas informações essenciais que definem a(s) cultivar(es) que deverá(ão) ser usada(s). Por exemplo, se a principal limitação da lavoura for a alta infestação de arroz-daninho, têm-se duas alternativas de cultivares: a) as resistentes a herbicidas; b) as adaptadas ao sistema de cultivo pré-germinado. Em outra situação, por exemplo, no caso em que a semeadura esteja atrasada (a partir da segunda quinzena de novembro), deve-se optar por cultivares de ciclo mais curto (precoces ou muito precoces). Por outro lado, se houver interesse em antecipar a data de semeadura para o início de setembro deve-se escolher cultivares de ciclo médio ou tardio, conforme estabelece o zoneamento agrícola (ver capítulo 3).

Em razão da variabilidade genética entre cultivares, representada por diferenças nas reações a doenças e a estresses ambientais, na resposta à adubação e na duração do ciclo, é aconselhável utilizar no mínimo duas cultivares com características distintas para garantir maior estabilidade da produtividade e facilitar o escalonamento da colheita. Outra medida que pode ser tomada para escalonar a colheita é semear a mesma cultivar em datas distintas, desde que obedecida a época de semeadura recomendada.

6.4 - Resumo das características das cultivares e híbridos inscritos no Registro Nacional de Cultivares (RNC/MAPA) e recomendadas para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina

A seguir é apresentado um resumo com as principais características das cultivares de arroz irrigado recomendadas para cultivo nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, ordenadas por instituição/empresa detentora. Segundo a Lei de Proteção de Cultivares (Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997) e a Portaria que criou o Registro Nacional de Cultivares – RNC (Portaria nº 527, de 31 de dezembro de 1997), todas as informações apresentadas são de responsabilidade dos detentores. Após os resumos são apresentadas as Tabelas 6.2 (a, b, c, d) e 6.3 (a, b, c, d), que contém informações gerais e quantitativas tais como: número do registro no RNC, ano de lançamento, região de adaptação, ciclo, reações a estresses bióticos e abióticos, características físicas, industriais e tecnológicas de todas as cultivares listadas abaixo.

Tabela 6.1 - Chave para a escolha de cultivares de arroz irrigado para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina

Tipo de cultivar	Resistência a herbicidas do grupo das Imidazolinonas	Estado / Sistema de semeadura		
		Rio Grande do Sul	Santa Catarina	
	Ciclo ⁽⁴⁾	Semeadura em solo seco ⁽⁵⁾	Pré-Germinado	Semeadura em solo seco ⁽⁶⁾
Conven- cional ⁽¹⁾	Muito precoce	BRS Alalanta, IRGA 421		
	Precoce	BRS 6 "Chui", IRGA 417, BRS Firmeza, BRS Querência, BRS Pampa, IRGA 430, BRS A705	Epagri 106, BRS Firmeza, BRS A705	Epagri 106
	Médio	BR/IRGA 409, BR/IRGA 410, BRS 7 "Taim", IRGA 424, IRGA 425, IRGA 426, IRGA 427, IRGA 429, BRS Pampeira, BRS Caiiana, BRS A704	IRGA 425, IRGA 429, BRS Caiiana, BRS A704, SCS 124 Sardo	BRS Caiiana, BRS A704, SCS 124 Sardo
	Tardio		Epagri 108, Epagri 109, SCSBRS Tio-Taka, SCS116 Satoru, SCS122 Miura, SCS 125	Epagri 108, Epagri 109, SCSBRS Tio Taka, SCS116 Satoru, SCS118 Marques, SCS122 Miura, SCS125
Resistentes a imida- zolinonas ⁽³⁾	Precoce	MEMBYPORÁ INTA CL, GURI INTA CL, BRS Pampa CL, IRGA 431 CL	MEMBYPORÁ INTA CL	
	Médio	IRGA 428 CL, IRGA 424 CL, IRGA 426 CL, BRS A701 CL, Primoriso CL, BRS A706 CL	Primoriso CL, BRS A706 CL	Primoriso CL
	Tardio	SCS121 CL	SCS121 CL	SCS121 CL
Não resistentes a herbicidas	Precoce	XP113		XP113
	Médio	XP117		XP117
Híbrido ⁽²⁾	Precoce	IRGAP H7CL, XP739 FP, XP113 FP		XP739 FP, XP113 FP
	Médio	RGAP H9CL, LD522 CL		LD522 CL
	Precoce	XP302 MA, XP739 MA,		XP302 MA, XP739 MA
Resistentes a inibido- res ACCase ⁽⁶⁾	Médio	LD132PV		LD132PV

⁽¹⁾Cultivar convencional é aquela cuja produção de sementes é feita por autofecundação e geneticamente é denominada homozigota ou linha pura; ⁽²⁾híbrido é o resultado do cruzamento de dois genitores geneticamente distintos e a semente cultivada deve ser somente a da primeira geração após o cruzamento dos genitores (F₁). O híbrido é geneticamente heterozigoto e o orizicultor deve sempre comprar a semente para o cultivo comercial; ⁽³⁾cultivares convencionais e híbridos resistentes aos herbicidas do grupo químico das Imidazolinonas para uso no sistema de produção que visa o controle de arroz-daninho; ⁽⁴⁾muito precoce (<105 dias); precoce (106 a 120 dias); médio (121 a 135 dias); tardio (136 a 150 dias); muito tardio (>150 dias); ⁽⁵⁾incluindo os sistemas de preparo do solo convencional, cultivo mínimo e plantio direto; ⁽⁶⁾híbridos resistentes aos herbicidas inibidores da enzima da ACCase, para controle de arroz-daninho e gramíneas.

6.4.1 - Cultivares desenvolvidas pelas Empresas / Instituições Públicas

a) Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e parceria Embrapa/Epagri

Epagri 106 - Cultivar precoce, medianamente resistente ao acamamento e à toxidez indireta de ferro. Destaca-se por ser resistente às raças de brusone atualmente prevalentes em Santa Catarina.

Epagri 108 - Apresenta ciclo tardio, resistência ao acamamento e à toxidez indireta de ferro. Destaca-se pela excelente qualidade de grãos e alto potencial produtivo.

Epagri 109 - Muito semelhante à Epagri 108, apresentando ciclo tardio, resistência ao acamamento e à toxidez indireta de ferro. Tem excelente potencial produtivo e boa qualidade de grãos.

SCSBR5 Tio Taka - Cultivar de ciclo tardio, resistente ao acamamento, medianamente suscetível à toxidez indireta de ferro, medianamente resistente à brusone, tem alta capacidade de perfilhamento, excelente qualidade de grãos e bom rendimento industrial.

SCS116 Satoru - Cultivar de ciclo tardio, adaptada às diversas regiões produtoras de Santa Catarina, com alto potencial produtivo, grãos com excelente qualidade culinária, e alto rendimento industrial tanto para arroz parboilizado, como para branco polido. É medianamente resistente à toxidez indireta por ferro.

SCS121 CL - É a primeira cultivar de arroz irrigado da Epagri de segunda geração com elevado grau de tolerância a herbicidas do grupo das Imidazolinonas, destinada ao sistema Clearfield® (herbicidas Only® e Kifix®). É adaptada para o cultivo em todas as regiões produtoras de arroz irrigado do Estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, tanto no sistema pré-germinado como em solo seco. Produz grãos adequados ao processamento para parboilização semelhantes às demais cultivares recomendadas para Santa Catarina.

SCS122 Miura - Cultivar com alto potencial produtivo, ciclo longo, tolerância ao acamamento, e o excelente perfilhamento, além da boa resistência à brusone. Quanto à toxidez direta e indireta por ferro, é médio suscetível. O degrane é intermediário, recomendando-se não tardar a colheita demasiadamente. Suscetível à escaldadura. Seus grãos são adequados à parboilização.

SCS124 Sardo - Cultivar de ciclo médio com boa produtividade. Sua arquitetura bem ereta enseja densidades de semeadura um pouco maiores do que a tradicionalmente recomendada pela Epagri (120 kg/ha) no sistema pré-germinado. Os grãos, com baixos níveis de gesso, são de excelente padrão, e a qualidade sensorial da SCS124 Sardo, para arroz branco, é notável, desde que haja um período de equalização de alguns meses. Também adequada à parboilização, porém com tempo de encharcamento diferente de outras variedades tradicionais da Epagri.

SCS125 – Cultivar de ciclo longo, produtiva, muito tolerante ao acamamento, excelente perfilhamento, e conta com um nível muito bom de sanidade geral, o que todavia é prerrogativa de muitos genótipos nos primeiros anos de cultivo. Apresenta boa qualidade de grãos para arroz branco e parboilizado. Pode apresentar índices de esterilidade de espiguetas, dependendo das condições climáticas, o que geralmente não compromete sua produtividade final.

b) Parceria Embrapa e Instituto Rio Grandense do Arroz - BR/IRGA

BR/IRGA 409 - Foi a primeira cultivar do tipo agrônômico moderno de planta, lançada em parceria pela Embrapa e IRGA no ano de 1979. Possui ciclo médio e destaca-se pela excelente qualidade de grãos e alta produtividade. As principais limitações são as suscetibilidades à brusone e à toxidez por ferro. É uma cultivar que possui alta abrasividade nas folhas e na casca e possui arista de tamanho variável em alguns grãos da extremidade da panícula.

BR/IRGA 410 - Cultivar também do tipo moderno de planta e com ciclo médio. Destaca-se pelo alto potencial de produtividade de grãos e boa adaptação a todas as regiões orizícolas do estado do Rio Grande do Sul. As principais limitações são as suscetibilidades à brusone e à toxidez por excesso de ferro no solo, ao alto índice de centro branco nos grãos e ao baixo rendimento de grãos inteiros, notadamente quando a colheita é realizada tardiamente.

c) Embrapa

BRS 6 “Chuí” - Tem bom potencial produtivo, ciclo precoce e grãos do tipo longo e fino, e-com casca lisa. Apresenta moderada resistência à toxicidade por ferro e pode ser semeada mais tarde, com possibilidade da fase reprodutiva das plantas escaparem do frio.

BRS 7 “Taim” - Destaca-se pela elevada capacidade produtiva, tem ciclo médio, grãos do tipo longo e fino, de casca lisa, clara e sem aristas. BRS 7 “Taim” possui genes da cultivar TE-TEP, conferindo reação medianamente resistente às raças de brusone predominantes no Rio Grande do Sul.

BRS Atalanta - É uma cultivar de ciclo muito precoce, em torno de 100 dias, apresentando plantas com folhas lisas. Possui grãos longos e finos e de casca lisa-clara. Apresenta alto potencial produtivo, boa qualidade de grãos e moderadamente resistente à bicheira-da-raiz.

BRS Firmeza - Possui adaptação a todos os sistemas de cultivo, especialmente ao sistema pré-germinado. Apresenta colmos vigorosos e baixo perfilhamento, necessitando uma maior densidade de semeadura que as demais cultivares. Seu ciclo biológico é precoce. O rendimento industrial de grãos pode superar a 65% de grãos inteiros e polidos. O baixo grau de esterilidade indica que a cultivar apresenta alguma tolerância genética ao frio, na fase reprodutiva.

BRS Querência - Cultivar de ciclo precoce, apresenta plantas do tipo agrônômico “moderno-americano”, de folhas e grãos lisos, com colmos fortes e alta capacidade de perfilhamento. Destaca-se pela panícula longa e com grande número de espiguetas férteis. Seus grãos são longo-finos, com elevado rendimento industrial, translúcidos e de ótima qualidade culinária.

BRS Pampa - Possui ciclo precoce em torno de 118 dias. Apresenta planta do tipo “moderno”, de folhas pilosas, estatura média e ampla adaptação no RS. Destaca-se pelo elevado potencial produtivo, precocidade e resistência às principais doenças predominantes. Seus grãos são longo-finos, de casca pilosa-clara, com baixa incidência de centro branco e alto rendimento industrial de grãos inteiros. Apresenta excelentes atributos de cocção comparados às melhores cultivares destacadas pela indústria gaúcha como arroz *premium*, com textura solta e macia após a cocção.

BRS Pampeira - Possui ciclo biológico de 133 dias da emergência à maturação, sendo classificada como cultivar de ciclo médio para o RS. Apresenta estatura de 95 cm. As plantas são do tipo moderno, de alta capacidade de perfilhamento e folhas pilosas. Os grãos são longo-fino, do tipo “agulhinha”, com rendimento de inteiros superior a 62%, baixa incidência de centro-branco e textura solta e macia após a cocção. Destaca-se quanto à produtividade de grãos com potencial acima de 10 ton/ha, tolerância ao acamamento e resistência à doenças. Apresenta excelente qualidade de grãos no que tange às características industriais e culinárias.

BRS A701 CL - É oriunda do retrocruzamento entre a cultivar comercial BRS 7 “Taim” e Cypress CL, fonte de tolerância aos herbicidas do grupo das Imidazolinonas. Apresenta ciclo médio, plantas do tipo moderno, com boa tolerância ao acamamento e às doenças, folhas lisas e grãos longo-finos de casca lisa. Cultivar indicada para o sistema de produção Clearfield®, por possuir excelente tolerância aos herbicidas Only® e Kifix®, sendo considerada de segunda geração. Apresenta elevado potencial produtivo, principalmente na região da Fronteira Oeste.

BRS Pampa CL - É oriunda do retrocruzamento entre a cultivar comercial BRS Pampa e PUITÁ INTA-CL, fonte de tolerância aos herbicidas do grupo das Imidazolinonas. É considerada essencialmente derivada da BRS Pampa, apresentando as mesmas características agrônômicas, industriais e culinárias desta. Possui ciclo precoce, em média 118 dias. As plantas são do tipo moderno, de alta capacidade de perfilhamento. Os grãos são longos e finos, do tipo “agulhinha”, com rendimento de inteiros superior a 62%, baixa incidência de centro-branco e textura solta e macia após a cocção, semelhante à BRS Pampa classificada como arroz *premium* pela indústria.

BRS Catiana - Cultivar de ciclo médio, com média de 133 dias na região subtropical, oriunda do cruzamento simples entre IRGA 417 e BRS Jaburu. É indicada para produção tanto em sistema de semeadura direta em solo seco, quanto em pré-germinado. Possui plantas com rusticidade, tolerância ao acamamento, presença de *staygreen* e moderada resistência às principais doenças da cultura. Apresenta estabilidade no rendimento de grãos inteiros e excelente qualidade de grãos para linha de produtos *premium*.

BRS A704 - Cultivar de ciclo médio, com média de 135 dias na região subtropical, oriunda de cruzamentos múltiplos entre 22 genitores com uso do método de seleção recorrente. Possui plantas com rusticidade, tolerância ao acamamento, presença de *staygreen* e base genética ampla para resistência à brusone com a participação de 14 fontes. Apresenta estabilidade no rendimento de grãos inteiros de elevada translucidez, excelentes para linha de produtos *premium*.

BRS A705 - Cultivar precoce, com média de 120 dias na região subtropical, oriunda do cruzamento simples entre BRAO1016 (também codificada como TF390, proveniente do programa de melhoramento para tolerância a baixas temperaturas) e CNAi10393 (derivada da técnica de variação somaclonal *in vitro* com a cultivar colombiana Metica 1). Possui plantas com rusticidade, resistentes ao acamamento, sendo indicada para produção tanto em sistema de semeadura direta em solo seco, quanto em pré-germinado. Possui moderada resistência às principais doenças da cultura e um elevado potencial de rendimento de grãos inteiros de 68%, com estabilidade ao longo do período de colheita.

BRS A706 CL - Cultivar de ciclo médio, com média de 133 dias na região subtropical, para o Sistema de Produção Clearfield® (BASF), oriunda do método de retrocruzamentos entre a cultivar comercial BRS Catiana (parental recorrente) e PUITÁ INTA-CL. Indicada para semeadura direta em solo seco e pré-germinado. Possui plantas com rusticidade, tolerância ao acamamento, presença de *staygreen* e moderada resistência às principais doenças da cultura. Apresenta estabilidade no rendimento de grãos inteiros e excelente qualidade de grãos para linha de produtos *premium*.

d) Instituto Rio Grandense do Arroz

IRGA 417 - Foi a primeira cultivar do tipo agrônômico moderno, derivada de cruzamento entre genitores das subespécies índica e japônica. Destaca-se pela precocidade, alta produtividade, ótima qualidade de grãos, alto vigor inicial de plântulas e boa adaptabilidade a todas as regiões orizícolas do RS. Apresenta reação de suscetibilidade à toxidez por ferro e à brusone na panícula.

IRGA 424 - Destaca-se pelo alto potencial produtivo e boa qualidade industrial e de cocção dos grãos, exceto o índice de centro branco, que é considerado intermediário. Apresenta ciclo médio, porte baixo e folhas pilosas. É tolerante à toxidez por excesso de ferro e é resistente à brusone. Essa cultivar é especialmente indicada para cultivo nas regiões da Zona Sul e Campanha, onde apresenta boa adaptação às condições de temperatura média baixa, porém mostra excelente desempenho também nas demais regiões do Estado do RS. É uma cultivar que apresenta alta resposta à adubação.

IRGA 425 - Essa cultivar é adaptada ao sistema de cultivo de arroz pré-germinado e apresenta resistência ao acamamento das plantas. Além disso, apresenta bom potencial de rendimento de grãos, é tolerante à toxidez por excesso de ferro no solo e possui grãos com boa qualidade industrial e culinária. Essa é a primeira cultivar desenvolvida especificamente para o sistema de cultivo pré-germinado pelo IRGA, podendo ser cultivada nos demais sistemas de semeadura em solo seco sem nenhuma restrição.

IRGA 426 - É adaptada às condições de temperatura média mais baixa, apresentando boa tolerância ao frio na fase de plântula. Apresenta elevada produtividade e estabilidade produtiva nas regiões mais frias do RS, porém está também adaptada para cultivo nas demais regiões orizícolas do Estado. Como principais características destacam-se o alto vigor inicial das plantas, a resistência à debulha e à brusone da panícula, moderada tolerância à toxidez por ferro

no solo e o alto potencial de perfilhamento. Além disso, apresenta alta qualidade industrial e de cocção dos grãos, apresentando elevado rendimento de inteiros e grãos longo-finos com aparência vítrea.

IRGA 427 - Apresenta alto potencial produtivo e excelente qualidade dos grãos com baixo índice de centro branco e aspecto visual translúcido. Além disso, essa cultivar possui ciclo médio, tolerância à toxidez por excesso de ferro no solo e plantas com colmos fortes e resistentes ao acamamento quando cultivadas com semeadura em solo seco e é moderadamente suscetível à brusone na folha e suscetível à brusone na panícula. É indicada para cultivo em todas as regiões orizícolas do RS.

IRGA 428 CL - É essencialmente derivada da cultivar IRGA 420, sendo registrada como IRGA 428. Apresenta como característica principal a tolerância aos herbicidas Only® e Kifix®. Recomenda-se o uso desta cultivar em áreas que apresentem infestação com arroz-daninho onde o controle por meio de outras técnicas de manejo não seja eficiente. Apresenta ciclo médio, alto potencial de produtividade, boa arquitetura de planta, ausência de pilosidade nas folhas e grãos, tolerância à toxidez por excesso de ferro no solo e é moderadamente suscetível à brusone na folha e suscetível à brusone na panícula.

IRGA 429 - Essa cultivar é adaptada ao sistema de cultivo de arroz pré-germinado e apresenta resistência ao acamamento das plantas. Pode ser cultivada nos demais sistemas de semeadura em solo seco sem nenhuma restrição. Além disso, apresenta bom potencial de rendimento de grãos. É moderadamente resistente à brusone na folha e moderadamente suscetível à brusone da panícula e tolerante à toxidez por excesso de ferro no solo e possui grãos com boa qualidade industrial e culinária.

IRGA 430 - Pode ser cultivada nos sistemas de preparo de solo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, com ampla adaptação nas diferentes regiões orizícolas do Rio Grande do Sul, apresentando bom desempenho de produtividade dos grãos. É de ciclo precoce, moderadamente resistente à brusone na folha e moderadamente suscetível à brusone da panícula e resistente à toxidez por ferro no solo. Caracteriza-se por apresentar uma boa qualidade industrial e culinária dos grãos.

IRGA 424 CL - Esta cultivar, registrada como IRGA 424RI, é essencialmente derivada da IRGA 424. Apresenta resistência aos herbicidas Only® e Kifix®, sendo uma alternativa de manejo para o controle do arroz-daninho. É de ciclo médio com alto potencial de produtividade dos grãos, é resistente à brusone na folha e na panícula, sendo uma excelente alternativa de cultivo em áreas com histórico de ocorrência de arroz-daninho e incidência de brusone. Além disso, é resistente à toxidez por excesso de ferro no solo.

IRGA 431 CL - Apresenta resistência aos herbicidas Only® e Kifix®, sendo recomendada para o sistema de produção Clearfield®. Cultivar de ciclo precoce com alto potencial de produtividade de grãos, resistente à brusone na folha e na panícula, resistente à toxidez por excesso de ferro no solo. Por apresentar adaptação nas diferentes regiões orizícolas do Rio Grande do Sul, está sendo recomendada para o cultivo em todo o Estado.

IRGA 426 CL – Desenvolvida para o Sistema de Produção Clearfield®, apresenta resistência ao herbicida Kifix®. Considerada essencialmente derivada da cultivar IRGA 426, expressa as diversas características agrônômicas favoráveis presentes nessa cultivar, como elevado potencial produtivo, resistência à brusone e alto vigor inicial. Apresenta excelência em qualidade industrial e culinária dos grãos, tendo como diferencial da cultivar IRGA 426 a resistência a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas.

6.4.2 - Cultivares desenvolvidas pelas empresas privadas e/ou parcerias público-privadas

a) BASF S.A.

GURI INTA CL - Cultivar obtida do cruzamento das cultivares Camba INTA Proarroz e PUITÁ INTA CL. É recomendada exclusivamente para o sistema de produção Clearfield®, que tem como principal objetivo o controle de arroz-daninho. Possui excelente tolerância aos herbicidas Only® e Kifix®, sendo considerada de segunda geração. Destaca-se pela qualidade de grãos e produtividade. É indicada para todas as regiões orizícolas do Estado do RS.

MEMBYPORÁ INTA CL - Cultivar de ciclo Precoce, tolerante ao frio na fase vegetativa. É recomendada para abertura de plantio, exclusivamente para o sistema de produção Clearfield®. Possui excelente tolerância aos herbicidas Only® e Kifix®. Destaca-se pela qualidade de grãos e produtividade. É indicada para todas as regiões orizícolas dos Estados do RS e SC.

LD522CL - Híbrido recomendado exclusivamente para o sistema de produção Clearfield®. Destaca-se pelo seu alto potencial produtivo, estabilidade, amplitude e adaptabilidade para os Estados de RS, SC e TO. Possui grande capacidade de perfilhamento e vigor inicial, o que permite a utilização de baixa densidade de sementeira (40 kg/ha). Apresenta grande rusticidade, alta tolerância à brusone e à toxidez por ferro. Excelente tolerância aos herbicidas Only® e Kifix®. Destaca-se, principalmente, pela boa qualidade de grãos (porcentagem de grãos inteiros e baixo percentual de defeitos).

LD132PV – Primeiro Arroz Híbrido, no Brasil, desenvolvido e recomendado exclusivamente para o sistema de produção Provisia®. Destaca-se pelo seu alto potencial produtivo, estabilidade, amplitude e adaptabilidade para os Estados de RS e SC. Possui grande capacidade de perfilhamento e vigor inicial, o que permite a utilização de baixa densidade de sementeira (40 kg/ha). Apresenta grande rusticidade, alta tolerância à brusone e à toxidez por ferro. Excelente tolerância ao herbicida Provisia®. Destaca-se, principalmente, pela boa qualidade de grãos (porcentagem de grãos inteiros e baixo percentual de defeitos).

b) IRGA/Metropolitana

IRGAP H7CL (IRGAP H7RI) - Híbrido de ciclo precoce resistente aos herbicidas Only® e Kifix® utilizados no sistema Clearfield®, destacando-se pelo uso de baixa densidade de sementeira (40 kg/ha) e alto potencial produtivo, resistência ao degrane natural das panículas, boa resistência à brusone e tolerância à toxidez por excesso de ferro no solo. Possui grãos longo-finos e características industriais e de cocção adequadas ao mercado nacional.

IRGAP H9CL (IRGAP H9RI) - Híbrido de ciclo médio resistente aos herbicidas Only® e Kifix® utilizados no sistema Clearfield®, destacando-se pelo uso de baixa densidade de sementeira (40 kg/ha) e alto potencial produtivo, resistência ao degrane natural das paniculas, boa resistência à brusone e tolerância à toxidez por excesso de ferro no solo. Possui grãos longo-finos e características industriais e de cocção adequadas ao mercado nacional.

c) RiceTec Sementes Ltda

XP113 – Híbrido de ciclo precoce, destaca-se pelo seu alto potencial produtivo e rendimento de grãos inteiros, com ampla adaptabilidade a zonas temperadas. Apresenta alta rusticidade, tolerância à brusone e manchas foliares, além de alta tolerância à toxidez por ferro e ao acamamento. Em função de seu potencial de perfilhamento, indica-se a densidade de sementeira com 45 kg/ha.

XP117 - Híbrido de ciclo médio, destaca-se pela alta produtividade aliada a excelente cocção de grãos. Altamente adaptado a zonas temperadas e subtropicais, é bastante responsivo à adubação. Devido ao seu potencial de perfilhamento, indica-se a densidade de sementeira com 45 kg/ha.

XP113 FP(XP201) – Híbrido de ciclo precoce, resistente a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (IMI), indicado para o sistema FullPage®. Destaca-se pelo seu alto potencial produtivo e rendimento de grãos inteiros, com ampla adaptabilidade a zonas temperadas. Apresenta alta rusticidade, boa tolerância à brusone e manchas foliares, além de alta tolerância à toxidez por ferro e ao acamamento. Em função de seu potencial de perfilhamento, indica-se a densidade de sementeira com 45 kg/ha.

XP739 FP (XP203) - Híbrido de ciclo precoce, resistente a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (IMI), indicado para o sistema FullPage®. É adaptado a zonas temperadas e subtropicais, altamente responsivo à adubação, onde se destaca pela alta produtividade, aliado à alta qualidade industrial e culinária. Apresenta boa tolerância à brusone e manchas foliares. Em função de seu potencial de perfilhamento, indica-se a densidade de sementeira com 45 kg/ha.

XP302 MA (XP302) – Híbrido de ciclo precoce, resistente a herbicidas do modo de ação dos inibidores da ACCase, grupo químico Ácido Ariloxifenoxipropiônico, indicado para o sistema Max-Ace®. Em função de seu potencial de perfilhamento, indica-se a densidade de sementeira com 40 kg/ha.

XP739 MA (XP304) – Híbrido de ciclo precoce, resistente a herbicidas do modo de ação dos inibidores da ACCase, grupo químico Ácido Ariloxifenoxipropiônico, indicado para o sistema Max-Ace®. É adaptado a zonas temperadas e subtropicais, altamente responsivo à adubação, onde se destaca pela produtividade, aliado à alta qualidade industrial e culinária. Apresenta boa tolerância à brusone e manchas foliares. Em função de seu potencial de perfilhamento, indica-se a densidade de sementeira com 45 kg/ha.

d) Oryza – Pesquisa e Desenvolvimento Rizícola Ltda ME

Primoriso CL - A primeira cultivar lançada pela empresa Oryza. É uma cultivar de ciclo médio, com genes de segunda geração de resistência a Imidazolinonas do sistema Clearfield®. Destina-se ao cultivo nas regiões produtoras de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Caracteriza-se por seu alto potencial produtivo, alto rendimento industrial de grãos inteiros e excelentes características culinárias. Ciclo de 134 dias para Santa Catarina e centro branco de 0,5%.

6.4.3 - Cultivares de Tipos Especiais de Arroz

IAS 12-9 Formosa - Esta cultivar, liberada pelo IAS (atual Embrapa), também conhecida por “Formosa” ou “Formosinha”, pertence à subespécie japônica. Possui grãos curtos do tipo japonês ou cateto, com casca pilosa de cor clara-ouro e sem arista, com baixo teor de amilose e baixa temperatura de gelatinização, sendo utilizada na culinária oriental, sendo também classificada em arroz do tipo “cachinho”. Possui ciclo médio (135 dias) e estatura de 105 cm, sendo portanto, em determinadas situações, sensível ao acamamento.

BRS 358 - Cultivar de arroz irrigado desenvolvida pela Embrapa com qualidade de grãos para culinária japonesa, apresentando baixo teor de amilose e temperatura de gelatinização intermediária. Essa cultivar, que é originária da linhagem GIZA 178, introduzida do Egito, possui ciclo médio de 125 dias, estatura média de planta de 86 cm, arquitetura de planta moderna, tolerância ao acamamento e boa resistência às doenças.

BRS AG - É a primeira cultivar de arroz irrigado, desenvolvida pela Embrapa para uso do grão como matéria prima na produção de etanol ou para uso na alimentação animal. Também conhecida por arroz “Gigante”, devido ao tamanho avantajado dos grãos, onde o peso de 1000 grãos atinge 52 g. Tem ciclo médio de 126 dias e a estatura média das plantas é de 110 cm. A espessura do colmo é de 5,5 mm o que lhe confere resistência ao acamamento. Apresenta resistência ao degrane, portanto não se enquadra com risco de tornar-se uma planta infestante da lavoura orizícola.

SCS119 Rubi - Esta cultivar desenvolvida pela Epagri visa atender ao segmento de mercado culinário de grãos de pericarpo colorido. Possui como principal atributo diferencial grãos com pericarpo de cor vermelha e formato longo fino. Esta cultivar possui ciclo médio de 125 dias, arquitetura de planta moderna, bom vigor e bom perfilhamento, estatura média de plantas (105 cm) e bom potencial produtivo. Foi desenvolvida para sistema de produção pré-germinado, onde apresenta tolerância à toxidez por ferro e à brusone. Seus grãos podem ser considerados alimentos funcionais por possuir médio teor de compostos fenólicos, tidos como poderosos agentes antioxidantes.

SCS120 Ônix - Esta cultivar desenvolvida pela Epagri também visa atender ao segmento de mercado culinário de grãos de pericarpo colorido, apresentando grãos com pericarpo de cor preta e formato longo fino. Esta cultivar possui ciclo médio de 125 dias, arquitetura de planta moderna, estatura média de plantas (107 cm), bom vigor e bom perfilhamento. Foi desenvolvida para sistema de produção pré-germinado, onde apresenta tolerância a toxidez por ferro e à brusone. Sob certas condições edafo-climáticas, essa cultivar também pode apresentar espiguetas semi-aristadas. Seus grãos também podem ser considerados alimentos funcionais

por possuir alto teor de compostos fenólicos.

SCS123 Pérola - Cultivar de arroz desenvolvida pela Epagri com qualidade de grãos para culinária italiana, especialmente para risoto. Os grãos pertencem à classe meio alongados com amilose intermediária e 29% de área de grão gessado. A cultivar apresenta ciclo longo (135-144 dias), arquitetura moderna, excelente perfilhamento e vigor, além de resistência ao acamamento. Apresenta estatura média de 110 cm e alta produtividade. Foi desenvolvida para sistema de produção pré-germinado, onde apresenta tolerância médio-suscetível à toxidez por ferro e médio-resistente à brusone.

BRS 902 - Cultivar de arroz com grãos de pericarpo vermelho, com 6,24 mm de comprimento (C), 2,88 mm de largura (L) e relação C/L igual a 2,2, diferente do padrão longo e fino. Foi desenvolvida pela Embrapa a partir do cruzamento entre duas variedades paraibanas 'PB 01' e 'PB 05'. Os grãos possuem excelente qualidade culinária para receitas tradicionais nordestinas e apresentam propriedades funcionais por terem flavonoides de elevada atividade antioxidante. No RS, a BRS 902 possui ciclo médio de 130 dias e estatura de 96 cm. Nos estados do RS e SC, a produtividade média é acima de 7.500 kg/ha, com elevado rendimento de grãos inteiros após beneficiamento industrial na forma de arroz integral.

Tabela 6.2a – Denominação, detentor, número de registro no RNC/MAPA, ano de lançamento, região de adaptação e outras características agrônômicas e reações a estresses bióticos e abióticos das cultivares desenvolvidas pela Epagri, Embrapa/Embrapa, Embrapa/IRGA, Embrapa, IRGA, BASF e Rice Tec, e recomendadas para cultivo nos Estados do RS e de SC.

Característica	Cultivar											
	Epagri 106	Epagri 108	Epagri 109	SCS-BRS Tio Taka	SCS116 Satoru	SCS121 CL ⁽⁵⁾	SCS122 Miura	SCS124 Sardo	SCS125	BR/IRGA 409	BR/IRGA 410	BRS 6 "Chuji"
Detentor	Epagri	Epagri	Epagri	SCS-BRS Tio Taka	SCS116 Satoru	SCS121 CL ⁽⁵⁾	SCS122 Miura	SCS124 Sardo	SCS125	BR/IRGA 409	BR/IRGA 410	BRS 6 "Chuji"
Nº de Registro no RNC/ MAPA	140	142	143	15836	26267	32660	36176	39426	42451	561	562	575
Ano de lançamento	1992	1995	1996	2002	2009	2015	2017	2019	2021	1979	1980	1991
Região de adaptação	SC, RS	SC, RS	SC, RS	SC, RS	SC, RS	SC, RS	SC, RS	SC, RS	SC, RS	RS	RS	RS
Ciclo ⁽¹⁾	P	T	T	T	T	T	T	M	T	M	M	P
Floração plena (dias)	76	107	107	111	112	107	106	102	110	92	89	80
Maturação (dias)	106	142	142	141	144	141	140	134	147	126	123	110
Degrane natural ⁽²⁾	I	I	I	I	I	I	I	D	D	I	I	I
Resistência ao acamamento ⁽³⁾	MR	R	R	R	R	MR	R	MS	R	R	R	MR
Toxidez ferro indireta ⁽³⁾	MR	R	R	MR	MR	MR	MS	MS	MR	S	S	MT
Brusone na folha ⁽³⁾	R ⁽⁶⁾	S ⁽⁶⁾	MS ⁽⁶⁾	MR ⁽⁶⁾	MS	MR	MR	MR	MR	S	S	MS
Brusone na panicula ⁽³⁾	MS ⁽⁶⁾	MP ⁽⁶⁾	MS ⁽⁶⁾	MR	MS	MR	MR	MR	MR	S	S	MR
Escaldadura da folha ⁽³⁾	MR	SI	SI	MR	MR	R	S	MR	MR	MS	MS	MS
Mancha dos grãos ⁽³⁾	SI	SI	SI	SI	SI	R	SI	MR	MR	MS	MS	MS
Mancha parda ⁽³⁾	MS	SI	SI	MR	MR	MS	MR	MR	MR	MS	MS	MR
Queima da bainha ⁽³⁾	SI	SI	SI	SI	SI	R	SI	MR	MR	MS	MS	MS

⁽¹⁾MP=muito precoce (<105 dias); P=precoce (106 a 120 dias); M=médio (121 a 135 dias); T=tardio (136 a 150 dias); ⁽²⁾D=difficil; I=intermediário, F=fácil; ⁽³⁾R=resistente; MR=médio-resistente; MS=médio-suscetível; S=suscetível; MT=médio-tolerante; SI=sem informação; cultivar resistente ao herbicida Only⁽⁴⁾; Kifix⁽⁵⁾ ou Only⁽⁶⁾, para controle de arroz-daninho; ⁽⁶⁾resistência avaliada em condições experimentais ("Hot Spot") na Estação Experimental de Itajaí (SC).

Continua...

Tabela 6.2b – Continuação

Característica	Cultivar											
	BRS 7 "Taim"	BRS Atalanta	BRS Firmeza	BRS Que- rência	BRS Pampa	BRS Pam- peira	BRS Caita- na	BRS A701 CL ⁽⁵⁾	BRS Pampa CL ⁽⁵⁾	BRS A704	BRS A705	BRS A706 CL ⁽⁶⁾
Detentor	Embrapa											
Nº de Registro no RNC / MAPA	559	228	192	19244	27405	34105	32292	34460	39476	43118	43669	47619
Ano de lançamento	1991	1999	1999	2005	2010	2016	2016	2017	2019	2021	2022	2022
Região de adaptação	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS, SC	RS	RS	RS, SC	RS	RS
Ciclo ⁽¹⁾	M	MP	P	P	P	M	M	M	P	M	P	M
Floração plena (dias)	95	70	75	85	88	133	103	95	88	105	90	103
Maturação (dias)	130	100	120	110	118	103	133	130	118	135	120	133
Degrane natural ⁽²⁾	I	I	D	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Resistência ao acamamento ⁽³⁾	R	R	R	R	MR	R	R	R	MR	R	R	R
Toxidez ferro indireta ⁽³⁾	MT	MS	MS	R	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR
Brusone na folha ⁽³⁾	MR	MS	MR	MS	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR
Brusone na paniculata ⁽³⁾	MR	MS	MR	MS	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR
Escaldadura da folha ⁽³⁾	MR	MS	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR
Mancha de grãos ⁽³⁾	MS	MS	MR	SI	MR	MS	MR	MR	MR	MR	MR	MR
Mancha parda ⁽³⁾	MR	SI	SI	SI	MR	SI	MR	MR	MR	MR	MR	MR
Queima da bainha ⁽³⁾	MS	MS	S	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

⁽¹⁾MP=multo precoce (<105 dias); P=precoce (106 a 120 dias); M=médio (121 a 135 dias); T=tarde (136 a 150 dias); ⁽²⁾D=difícil; I=intermediário; F=fácil; ⁽³⁾R=resistente; MR=médio-resistente; MS=médio-suscetível; S=suscetível; SI=sem informação; ⁽⁴⁾Cultivar resistente ao herbicida Only® para controle de arroz-daninho ⁽⁵⁾Cultivar resistente aos herbicidas Only® e Kifx® para controle de arroz-daninho no sistema de produção Clearfield®

Continua...

Tabela 6.2c – Continuação

Característica	Cultivar											
	IRGA 417	IRGA 424	IRGA 425	IRGA 426	IRGA 427	IRGA 428 CL ⁽⁴⁾	IRGA 429	IRGA 430	IRGA 424 CL ⁽⁴⁾	IRGA 431 CL ⁽⁵⁾	IRGA 426 CL ⁽⁵⁾	
Detentor	IRGA											
Nº de Registro no RNC / MAPA	622	21927	26327	28339	28340	28341	31631	31632	31630	37568	51787	
Ano de lançamento	1995	2007	2010	2011	2011	2011	2013	2013	2013	2018	2022	
Região de adaptação	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	
Ciclo ⁽¹⁾	P	M	M	M	M	M	M	P	M	P	M	
Floração plena (dias)	83	96	96	96	101	86	94	90	103	85	95	
Maturação (dias)	115	132	132	125	136	125	124	120	133	120	126	
Degrane natural ⁽²⁾	I	I	I	D	I	I	I	I	I	I	D	
Resistência ao acamamento ⁽³⁾	R	R	R	MR	R	R	R	R	R	R	MR	
Toxidez ferro indireta ⁽³⁾	S	R	R	MR	R	R	R	R	R	R	MR	
Brusone na folha ⁽³⁾	S	R	MR	MR	MS	MS	MR	MR	R	R	MR	
Brusone na panicula ⁽³⁾	S	R	MR	R	S	S	MS	MS	R	R	R	
Escaldadura da folha ⁽³⁾	MS	MR	MR	MR	R	MR	MS	MS	SI	S	MR	
Mancha de grãos ⁽³⁾	MS	MR	MR	R	R	MR	R	R	SI	MR	R	
Mancha parda ⁽³⁾	MS	MR	MR	MR	SI	MR	MR	MR	SI	S	MR	
Queima da bainha ⁽³⁾	MS	SI	MR	MR	MR	MR	SI	SI	SI	MR	MR	

⁽¹⁾MP=mutuo precoce (<105 dias); P=precoce (106 a 120 dias); M=medio (121 a 135 dias); T= tardio (136 a 150 dias); ⁽²⁾D=difficil; I=intermediario, F=facil; ⁽³⁾R= resistente; MR=medio-resistente; MS=medio-suscetivel; S=suscetivel; MT=medio-tolerante; SI=sem informacao; ⁽⁴⁾Cultivar resistente ao herbicida Only* para controle de arroz-daninho ⁽⁵⁾Cultivar resistente aos herbicidas Only* e Klix® para controle de arroz-daninho no sistema de producao Clearfield®

Continua...

Tabela 6.2d – Continuação.

Característica	Cultivar											
	IRGAP H7CL ⁽⁴⁾	IRGAP H9CL ⁽⁴⁾	Primo- riso- CL ⁽⁴⁾	GURI INTA-CL	LD522 CL ⁽⁴⁾	LD132 PV ⁽⁵⁾	XP113	XP117	XP113 FP ⁽⁶⁾	XP739 FP ⁽⁶⁾	XP302 MA ⁽⁷⁾	XP739 MA ⁽⁷⁾
Detentor	IRGA/Metropolitana											
Nº de Registro no RNC/ MAPA	29326	29327	36032	28569	44625	51333	34536	39550	37916	45976	48283	49517
Ano de lançamento	2012	2012	2017	2013	2020	2022	2016	2019	2018	2020	2022	2022
Região de adaptação	RS, SC	RS, SC	RS, SC	RS	RS, SC, TO	RS, SC	RS, SC	RS, SC	RS, SC	RS, SC	RS, SC	RS, SC
Ciclo ⁽¹⁾	M	P	M	P	T	T	P	M	P	P	P	P
Floração plena (dias)	97	80	94	85	94	89	85	92	85	85	85	84
Maturação (dias)	135	110	134	120	138	132	120	130	120	120	120	115
Degrane natural ⁽²⁾	I	I	I	I	I	I	MR	I	MR	I	MR	I
Resistência ao acama- mento ⁽³⁾	R	MR	MR	MR	MR	MR	R	MR	R	MR	R	MS
Toxidez ferro indireta ⁽³⁾	R	R	MR	MS	MR	MR	R	R	R	R	R	R
Brusone na folha ⁽³⁾	MR	MR	MR	MS	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR
Brusone na panicula ⁽³⁾	MR	MR	R	MS	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR
Escaldadura da folha ⁽³⁾	R	R	R	R	MR	MR	MR	MR	MR	I	MR	I
Mancha de grãos ⁽³⁾	R	R	R	R	MS	MS	R	R	R	R	R	R
Mancha parda ⁽³⁾	MR	R	R	MR	MS	MR	R	MR	R	MR	MR	MR
Queima da bainha ⁽³⁾	MR	MR	SI	R	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR	MR

⁽¹⁾MP=muito precoce (<105 dias); P=precoce (106 a 120 dias); M=médio (121 a 135 dias); T=tardio (136 a 150 dias); ⁽²⁾ D=difficil; I=intermediário; F=fácil; ⁽³⁾ R=resistente; MR=médio-resistente; MS=médio-susceptível; S=susceptível; MT=médio-tolerante; SI=sem informação; ⁽⁴⁾cultivar resistente aos herbicidas Only® e Kifix® sistema de produção Clearfield®; ⁽⁵⁾ híbrido resistente ao herbicida Provisia 50EC, sistema de produção Provisia; ⁽⁶⁾ híbrido resistente aos herbicidas do modo de ação dos inibidores da ALS do grupo químico das Imidazolinonas, sistema de produção FULLPAGE; ⁽⁷⁾ híbrido resistente ao herbicida Acert®, sistema de produção Max-Ace.

Tabela 6.3a - Características físicas, industriais e tecnológicas dos grãos de arroz das cultivares desenvolvidas pela Epagri, Embrapa, Embrapa / IRGA, Embrapa, IRGA, BASF, e Rice Tec., e recomendadas para cultivo nos estados do RS e SC.

Característica	Cultivar										
	Epagri 106	Epagri 108	Epagri 109	SCS-BRS Tio Teka	SCS116 Satoru	SCS121 CL	SCS122 Maura	SCS124 Sardo	SCS 125	BR/IRGA 409	BR/IRGA 410
Renda do beneficiamento (%)	69	72	71	71	70	71,0	67,5	67,4	70,25	69	68
Rendimento de grãos inteiros (%)	64	68	68	63	60	58,5	64,6*	64,6*	64,05	62	58
Casca (%)	22,8	23,0	21,2	22,5	21,0	19,8	19,7*	19,7*	SI	22-23	22-23
Farelo (%)	9,4	9,8	9,2	8,6	9,0	9,1	6,8*	6,8*	SI	8-9	8-9
Comprimento do grão com casca (mm)	9,3	10,2	10,3	10,2	SI	10,3	9,63	9,63	SI	9,4	9,8
Largura do grão com casca (mm)	2,2	2,25	2,5	2,3	SI	2,5	2,39	2,39	SI	2,4	2,6
Espessura do grão com casca (mm)	2,0	2,0	2,0	2,0	SI	2,0	1,86	1,86	SI	2,0	2,1
Comprimento do grão polido (mm)	6,9	7,3	7,6	7,5	7,3	7,5	7,23	7,23	7,21	6,5	7,1
Largura do grão polido (mm)	2,1	2,3	2,2	2,3	2,1	2,2	2,08	2,08	2,10	2,0	2,0
Espessura do grão polido (mm)	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	1,8	1,72	1,72	1,69	1,7	1,7
Razão Comp./Largura grão polido (C/L)	3,27	3,17	3,44	3,24	3,41	3,48	3,48	3,48	3,47	3,22	3,50
Classe do grão polido ⁽¹⁾	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF
Peso volumétrico grão c/ casca (kg/m ³)	617	630	640	625	640	610	535	535	SI	546	540
Peso volumétrico grão polido (kg/m ³)	900	920	910	920	920	805	785	785	SI	761	788
Teor de amilose no grão polido ⁽²⁾ (%)	A	A	A	A	A	A	I	I	A	A	A
Temperatura de gelatinização ⁽³⁾	A	I	A	I	I	I	A	A	A	B	B
Parboilização											
Temp. da água de encharcamento (°C)	SI	65-70	65-70	65-70	65-70	65-70	65-70	65	70	65	60
Tempo de encharcamento (h min.)	SI	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	4:30	6:00	5:30	5:00-5:30
Temperatura de autoclavagem (°C)	SI	110-115	110-115	110-115	110-115	110-115	110-115	110-115	110-115	110-115	110-115
Pressão de autoclavagem (kg/cm ²)	SI	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,3	0,30
Tempo de autoclavagem (min.)	SI	12-20	12-20	12-20	12-20	12-20	12-20	12	17-18	10-18	10-18

⁽¹⁾C = curto; L = longo; LF = longo-fino; I = intermediário (23 a 27%) e A = alto (28 a 33%); ⁽²⁾B = baixo (63 a 68°C); I = intermediária (69 a 73°C) e A = alta (74 a 80°C); SI = sem informação.
 Continua...

Tabela 6.3b - Continuação

Característica	Cultivar												
	BRS 6 "Chul"	BRS 7 "Iaim"	BRS Ala- lanta	BRS Fir- meza	BRS Que- rênia	BRS Pam- pa	BRS Pam- peira	BRS A701CL	BRS Pampa CL	BRS Catiara	BRS A704	BRS A705	BRS A706 CL
Renda do benefício (%)	70	72	71	70	72	68	68,2	72	68	70	71	72	70
Rendimento de grãos inteiros (%)	62	65	62	66	65	62	62	64	62	67	67	68	67
Casca (%)	18,9	18,3	18,5	17,8	18,6	20,5	21,8	21,2	20,6	18-22	18-22	19,8	18-22
Farelo (%)	11,1	9,7	10,5	12,2	9,4	11,5	9,1	7,5	11,4	8-10	8-10	9,6	8-10
Comprimento do grão com casca (mm)	8,9	9,4	10,5	9,8	10,0	9,82	9,2	10,2	9,8	10,67	10,74	9,61	11,12
Largura do grão com casca (mm)	2,4	2,4	2,5	2,3	2,1	2,20	2,1	2,2	2,19	2,40	2,39	2,35	2,29
Espessura do grão com casca (mm)	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,96	2,0	2,1	1,95	2,00	1,99	2,04	1,96
Comprimento do grão polido (mm)	6,4	7,0	6,8	6,8	6,9	7,19	7,15	7,08	7,16	7,20	7,35	7,20	7,24
Largura do grão polido (mm)	2,1	2,0	1,9	2,0	1,9	2,00	1,93	2,19	2,0	2,00	1,98	2,17	1,88
Espessura do grão polido (mm)	1,7	1,8	1,5	1,7	1,6	1,76	1,75	1,72	1,74	1,76	1,74	1,86	1,66
Razão Comp./Largura grão polido (C/L)	3,05	3,50	3,58	3,40	3,63	3,59	3,40	3,24	3,58	3,60	3,71	3,32	3,84
Classe do grão polido ⁽¹⁾	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF
Peso volumétrico grão c/ casca (kg/m ³)	630,1	637,9	598,5	611,9	566,5	569,8	561,9	SI	565,8	SI	SI	SI	SI
Peso volumétrico grão polido (kg/m ³)	861,8	834,5	824,8	822,6	760,3	802,9	776,6	SI	803,2	SI	SI	SI	SI
Teor de amilose no grão polido ⁽²⁾ (%)	A	I	A	I/B	I	A	A	A	A	A	A	A	A
Temperatura de gelatinização ⁽³⁾	I/B	I/B	I/A	I	I/B	B	B	A/I	B	B	B	B	B
Parboilização													
Temp. da água de encharcamento (°C)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	65-70	65-70	SI	65-70
Tempo de encharcamento (h min.)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6:00	6:00	SI	6:00
Temperatura de autoclavagem (°C)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	110-115	110-115	SI	110-115
Pressão de autoclavagem (kg/cm ²)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	0,40	0,40	SI	0,40
Tempo de autoclavagem (min.)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	12-20	12-20	SI	12-20

⁽¹⁾C = curto; L = longo; LF = longo-fino;⁽²⁾ B = baixo ($\leq 22\%$); I = intermediário (23 a 27%) e A = alto (28 a 33%);⁽³⁾ B = baixa (63 a 68°C); I = intermediária (69 a 73°C) e A = alta (74 a 80°C). SI = sem informação. Continua...

Tabela 6.3c - Continuação

Característica	Cultivar																				
	IRGA 417	IRGA 424	IRGA 425	IRGA 426	IRGA 427	IRGA 428.CL	IRGA 429	IRGA 430	IRGA 424.CL	IRGA 431.CL	IRGA 426.CL	IRGA 425	IRGA 426	IRGA 427	IRGA 428.CL	IRGA 429	IRGA 430	IRGA 424.CL	IRGA 431.CL	IRGA 426.CL	
Renda do benefício (%)	69	70	68	70	71	70	69,5	70	68	70	70	68	70	68	70	69,5	70	68	70	70	70
Rendimento de grãos interiores (%)	62	62	58	63	58	63	61	61	63	61	63	61	61	63	61	61	61	63	65	63	63
Casca (%)	22-23	22	24	22,5	22,4	SI	21,7	21,7	21,7	SI	21,7	21,7	21,7	21,7	SI	21,7	21,7	21,7	22,5	21,5	21,5
Farelo (%)	8-9	8	8	8,5	6,6	SI	8,85	8,3	8,7	SI	8,85	8,3	8,7	8,7	SI	8,85	8,3	8,7	7,5	8,5	8,5
Comprimento do grão com casca (mm)	10,18	9,67	9,55	9,97	9,93	9,40	9,91	9,28	9,60	9,40	9,40	9,28	9,60	9,57	10,14	9,91	9,28	9,60	9,57	10,14	10,14
Largura do grão com casca (mm)	2,40	2,31	2,23	2,17	2,30	2,47	2,22	2,15	2,30	2,47	2,22	2,15	2,30	2,16	2,38	2,22	2,15	2,30	2,16	2,38	2,38
Espessura do grão com casca (mm)	2,13	1,97	1,87	1,92	1,90	1,95	1,92	1,88	1,94	1,95	1,92	1,88	1,94	1,81	2,01	1,92	1,88	1,94	1,81	2,01	2,01
Comprimento do grão polido (mm)	7,22	6,63	7,09	6,76	6,98	6,78	6,50	6,60	6,52	6,78	6,50	6,60	6,52	6,72	6,71	6,50	6,60	6,52	6,72	6,71	6,71
Largura do grão polido (mm)	2,04	1,97	2,04	1,93	1,97	2,16	1,91	1,83	1,91	2,16	1,91	1,83	1,91	1,89	1,94	1,91	1,83	1,91	1,89	1,94	1,94
Espessura do grão polido (mm)	1,78	1,68	1,72	1,70	1,69	1,69	1,60	1,55	1,60	1,69	1,60	1,55	1,60	1,61	1,64	1,60	1,55	1,60	1,61	1,64	1,64
Razão Comp./Largura grão polido (C/L)	3,54	3,36	3,47	3,51	3,54	3,14	3,40	3,62	3,41	3,54	3,14	3,62	3,41	3,56	3,46	3,40	3,62	3,41	3,56	3,46	3,46
Classe do grão polido ⁽¹⁾	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF
Peso volumétrico grão c/ casca (kg/m ³)	550	582	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	565	605	605	605	605	605	565
Peso volumétrico grão polido (kg/m ³)	790	832	818	818	818	818	818	818	818	818	818	818	818	818	SI	818	818	818	818	818	SI
Teor de amilose no grão polido ⁽²⁾ (%)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Temperatura de gelatinização ⁽³⁾	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Parbolização																					
Temp. da água de encharcamento (°C)	65	65	65-70	60-65	65	65-70	63	63	63	65-70	63	63	63	63	SI	63	63	63	63	SI	SI
Tempo de encharcamento (h:min.)	5:30-6	5-6	5-6	4:30-5	5-5:30	5:30-6	5:30	5:30	5:30	5:30-6	5:30	5:30	5:30	5:30	SI	5:30	5:30	5:30	5:30	SI	SI
Temperatura de autoclavagem (°C)	110-115	110±2	110-118	110-116	110-120	110-118	110-115	110-120	110-120	110-120	110-118	110-120	110-120	110-120	SI	110-120	110-120	110-120	110-120	SI	SI
Pressão de autoclavagem (kg/cm ²)	0,30	0,50	0,35-0,45	0,30-0,40	0,35-0,45	0,30-0,40	0,2	0,5	0,5	0,30-0,40	0,30-0,40	0,2	0,5	0,5	SI	0,30-0,40	0,5	0,5	0,5	SI	SI
Tempo de autoclavagem (min.)	12-20	10	10-16	10-14	10-15	10-15	10-15	10-20	10-20	10-15	10-15	10-15	10-20	10-20	SI	10-15	10-20	10-20	10-20	SI	SI

⁽¹⁾C = curto; L = longo; LF = longo-fino; ⁽²⁾B = baixo (≤ 22%); I = intermediário (23 a 27%) e A = alto (28 a 33%); ⁽³⁾B = baixa (63 a 68°C); I = intermediária (69 a 73°C) e A = alta (74 a 80°C).
SI = sem informação.

Continua...

Tabela 6.3d - Continuação

Característica	Cultivar									
	MEM- BY- PORA INTA CL	GURI INTA- CL	LD522 CL	LD132 PV	XP113	XP117	XP113 FP	XP739 FP	XP302 MA	XP739 MA
Renda do beneficiamento (%)	71,7	68	70	72	71	71	71	70	70	70
Rendimento de grãos inteiros (%)	64,7	63	62	62	60-63	59-61	60-63	59-61	60-62	59-61
Casca (%)	20,0	23	21	21	16,4	17,4	18,5	17,6	16,7	16,9
Farelo (%)	8,3	8,5	9	9	10,6	11,6	9,6	10,8	10,2	11,9
Comprimento do grão com casca (mm)	9,2	9,91	9,6	10	9,36	9,49	9,40	10,17	9,13	10,27
Largura do grão com casca (mm)	2,2	2,43	2,4	2,2	2,41	2,27	2,47	2,34	2,43	2,31
Espessura do grão com casca (mm)	2,0	1,98	1,9	1,9	1,87	1,76	1,91	1,81	1,83	1,93
Comprimento do grão polido (mm)	6,9	7,12	7,1	7,54	6,55	6,93	6,65	7,23	6,76	7,29
Largura do grão polido (mm)	2,2	2,10	2,1	2	2,12	2,03	2,16	2,06	2,21	2,02
Espessura do grão polido (mm)	1,7	1,72	1,75	1,75	1,65	1,62	1,63	1,67	1,65	1,74
Razão Comp./Largura grão polido (C/L)	3,14	3,39	3,38	3,77	3,09	3,41	3,08	3,51	3,06	3,61
Classe do grão polido ⁽¹⁾	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF
Peso volumétrico grão c/ casca (kg/m ³)	SI	SI	SI	630	552	553	567	541	583	509
Peso volumétrico grão polido (kg/m ³)	SI	SI	SI	920	827	815	829	821	811	825
Teor de amilose no grão polido ⁽²⁾ (%)	MA	A	A	A	I	A	I	A	I	A
Temperatura de gelatinização ⁽³⁾	I	B	B	B	B/I	B	B/I	B	B/I	B
Parbolização										
Temp. da água de encharcamento (°C)	65-70	SI	SI	SI	65-73	60-65	65-70	60-65	65-70	60-65
Tempo de encharcamento (h:min.)	6	SI	SI	SI	5-7	4-4:30	5-6	4:30-5	6-7	4:30-5
Temperatura de autoclavagem (°C)	110-115	SI	SI	SI	110-118	114	114	114	114	114
Pressão de autoclavagem (kg/cm ²)	0,40	SI	SI	SI	0,35-0,45	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Tempo de autoclavagem (min.)	12-20	SI	SI	SI	15-21	18	18	18	18	18

⁽¹⁾C = curto; L = longo; LF = longo-fino; ⁽²⁾ B = baixo (± 22%); I = intermediário (23 a 27%) e A = alto (28 a 33%); ⁽³⁾ B = baixa (63 a 68°C); I = intermediária (69 a 73°C) e

A = alta (74 a 80°C). SI = sem informação.

6.5 - Endereço dos detentores das cultivares de arroz irrigado:

Empresas públicas

Embrapa

BR 392, Km 78
Caixa postal 403
CEP: 96001-970 Pelotas – RS
Fone: (053) 3275-8400
Home Page: www.cpact.embrapa.br

Epagri - Estação Experimental de Itajaí

Rodovia Antônio Heil, 6800
Caixa postal 277
CEP: 88301-970 Itajaí- SC
Fone: (047) 3398-6300
E-mail: eei@epagri.sc.gov.br
Home Page: www.epagri.sc.gov.br

IRGA - Estação Experimental do Arroz

Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494
Caixa postal 29
CEP: 94930-030 Cachoeirinha - RS
Fone: (051) 3470-0600,
Fax: (051) 3470-0601
E-mail: eea-pesquisa@irga.rs.gov.br
Home Page: www.irga.rs.gov.br

Empresas privadas

BASF S. A.

Avenida das Nações Unidas, 14171
Condomínio Rochavera-Crystal Tower, 12º andar, Morumbi
CEP: 04794-000 São Paulo - SP
Fone: (011) 2039-2000
Home Page: www.basf.com.br

Oryza – Pesquisa e Desenvolvimento Rizícola Ltda ME

Avenida Atlântica, 3264, Apto 1201
CEP: 88330-021 Balneário Camboriú – SC
Fone: (47) 99102-4184
E-mail: richard@terra.com.br

RiceTec Sementes Ltda.

Av. Carlos Gomes, 222, Sala 824A - Bairro Auxiliadora
CEP: 90480-000 Porto Alegre - RS
Fone: (051) 3205- 8800
Home Page: www.ricetec-sa.com

7 - ESTABELECIMENTO DA CULTURA

A densidade inicial de plantas é um aspecto fundamental para garantir o potencial produtivo do arroz irrigado, pois é o principal fator determinante do número de panículas por metro quadrado. O estabelecimento adequado da cultura é influenciado por vários fatores, destacando-se o sistema de cultivo, a cultivar, a época de semeadura, a qualidade de sementes, a densidade e a profundidade de semeadura e os cuidados na operação de semeadura. A caracterização e os critérios para a escolha do sistema de cultivo e da cultivar encontram-se descritos, respectivamente, nos Capítulos 5 e 6.

7.1 - Época de semeadura

A época de semeadura é um dos principais fatores determinantes da produtividade de grãos do arroz irrigado. A escolha da época de semeadura é uma decisão importante e depende de vários fatores, especialmente da região de cultivo, das condições meteorológicas, do tipo de solo, do grau de incidência de plantas daninhas e da cultivar utilizada. Essa escolha influenciará diversas características agronômicas relevantes da cultura, sem interferir significativamente nos custos de produção da lavoura. Em arroz irrigado, a estação de crescimento é limitada ao período no qual os fatores temperatura e radiação solar estão disponíveis em quantidades suficientes para permitir o pleno desenvolvimento da planta.

A época de semeadura deve ser planejada não somente em função da probabilidade de ocorrência de temperaturas baixas durante a fase reprodutiva da cultura, mas, principalmente como meta para alcançar elevada produtividade, fazendo-se coincidir a fase reprodutiva com os dias de maior radiação solar. Além disso, com maior disponibilidade de radiação solar há maior resposta à adubação nitrogenada, resultando em maior eficiência de uso do nitrogênio.

Conforme o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, o arroz pode ser semeado em uma ampla faixa de época de semeadura, desde início de setembro até meados de dezembro. No entanto, o início e o final do período recomendado variam em função do ciclo da cultivar e da região de cultivo. Em geral, para cultivares precoces, o início da semeadura ocorre após o recomendado para as cultivares de ciclo médio. Por outro lado, ao final do período recomendado, devem ser utilizadas cultivares de ciclo precoce ao invés de cultivares de ciclo médio. Da mesma forma, em regiões mais frias deve-se atrasar o início da semeadura em relação às regiões mais quentes. A medida que se deseja aumentar o potencial e a estabilidade de produtividade das lavouras, é fundamental que se considerem os elementos meteorológicos temperatura do ar e radiação solar na escolha da época de semeadura.

Na época de semeadura recomendada, ocorre o máximo aproveitamento da temperatura e da radiação solar pelas plantas, contribuindo para expressão do potencial produtivo máximo das cultivares. Nas semeaduras realizadas no início do período recomendado, as temperaturas mais baixas do solo e do ar diminuem as velocidades de crescimento e desenvolvimento das plantas. Em consequência, as plantas apresentam menores área foliar, estatura e potencial produtivo em relação às semeaduras realizadas ao final do período recomendado, sob condições similares de manejo. Além disso, o menor acúmulo de unidades de calor por dia aumenta, principalmente, a duração dos subperíodos semeadura-emergência e emergência-iniciação da panícula (IP) nas semeaduras realizadas no início do período recomendado.

Para que a semeadura do arroz possa ocorrer no início do período recomendado, é necessário superar os problemas de drenagem deficiente dos solos planos, devido às precipitações pluviais elevadas que ocorrem durante o inverno e a primavera. Para tanto, é preciso melhorar a drenagem das lavouras e adotar sistemas de cultivo que dependem menos das condições de ambiente para realização da semeadura. Dentre os sistemas mais utilizados pelos orizicultores, o convencional é o que apresenta mais limitações. Os sistemas pré-germinado, cultivo mínimo e plantio direto, com preparo antecipado do solo, são menos dependentes das condições ambientais e devem ser preferencialmente utilizados quando o objetivo é obter alta produtividade. Nas semeaduras realizadas no início do período recomendado, deve-se utilizar cultivares de ciclo médio, devido ao seu maior potencial produtivo.

Por outro lado, nas semeaduras realizadas no final do período recomendado, há ocorrência de temperaturas do solo e do ar mais elevadas durante o período vegetativo de desenvolvimento da planta. Esse maior acúmulo de unidades térmicas reduz a duração dos subperíodos semeadura-emergência e emergência-iniciação da panícula. No entanto, durante o subperíodo de formação e enchimento de grãos, as temperaturas são mais baixas, assim como a disponibilidade de radiação solar. Devido à menor disponibilidade de radiação solar, a eficiência de uso do nitrogênio pelas plantas é menor. Outro fator responsável por perdas adicionais do potencial produtivo com as semeaduras realizadas mais próximas do final do período recomendado é o aumento progressivo de incidência de doenças. De uma maneira geral, o potencial produtivo de uma dada cultivar diminui com o atraso da época de semeadura, considerando anos normais no Rio Grande do Sul, ou seja, sem ocorrência de eventos meteorológicos que favoreçam epidemias de doenças. Nas semeaduras realizadas no final do período recomendado, recomenda-se o uso de cultivares de ciclo precoce, para diminuir os riscos de ocorrência de temperatura baixa no estágio R2 (emborrachamento), que aumenta a esterilidade de espiguetas.

No estado do Rio Grande do Sul, em que se são cultivados anualmente mais de um milhão de hectares de arroz, a semeadura, dependendo do ciclo da cultivar, deve iniciar em setembro, tão logo as condições de piso permitam as operações de semeadura, mesmo que as temperaturas do solo não sejam as mais adequadas para a germinação de sementes. Como nas semeaduras realizadas no início do período recomendado, a duração do subperíodo semeadura-emergência é maior, as sementes ficam mais tempo expostas a possíveis ataques de patógenos. Nesse caso, pode-se indicar a realização de tratamento de sementes com fungicidas, de acordo com orientações apresentadas no capítulo sobre doenças. Nessa época de semeadura, também é indicado o uso de menor profundidade de semeadura (2,0 cm). A ocorrência de temperaturas baixas durante os meses de setembro e outubro pode reduzir a população de plantas de arroz. Cultivares com maior tolerância a temperaturas baixas na fase de estabelecimento permitem a realização da semeadura no início do período recomendado, possibilitando usufruir dos benefícios de condições mais favoráveis de radiação solar nos meses de novembro, dezembro e janeiro, principalmente em regiões com baixa probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas menores ou iguais a 15°C nesse período. Além disso, o uso de cultivares com essa característica amplia a faixa de época de semeadura, minimizando os altos investimentos necessários para semear anualmente grande extensão de área com arroz no período recomendado, especialmente no Rio Grande do Sul.

Os períodos recomendados de semeadura do arroz irrigado são definidos de forma detalhada pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), de acordo com o ciclo das

cultivares, para cada município dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina climaticamente apto ao cultivo de arroz. O ZARC indica os períodos de semeadura e municípios favoráveis para o cultivo do arroz irrigado com base em três níveis de risco climático: 20%, 30% e 40%. São considerados aptos ao cultivo de arroz irrigado os municípios que apresentam condições climáticas dentro dos critérios estabelecidos - com possibilidade de sucesso de 80%, 70% e 60%, respectivamente - em, pelo menos, 20% de sua área e em, no mínimo, 80% dos anos avaliados.

Os resultados são apresentados em tabelas de classes de risco por município, solo, ciclo e decênio do ano, disponibilizadas pelo Departamento de Gestão de Riscos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (DEGER/Mapa). O acesso pode ser feito no Painel de Indicadores (<http://indicadores.agricultura.gov.br/zarc/>), nas Portarias de ZARC por estado (<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/portarias>) ou no aplicativo Zarc Plantio Certo, disponível para dispositivos com sistema operacional Android (https://play.google.com/store/apps/details?id=embrapa.br.zonamento&hl=pt_BR&gl=US) e IOS. (<https://apps.apple.com/br/app/plantio-certo/id1518252333>).

7.2 - Qualidade de sementes

A qualidade da semente de arroz é um dos principais fatores determinantes da população inicial de plantas. Além de propiciar estabelecimento mais rápido e uniforme da lavoura, o uso de sementes de alta qualidade, por garantir população de plantas desejada, aumenta a eficiência de uso de fertilizantes e corretivos e reduz os prejuízos causados pela competição com plantas daninhas.

A utilização de sementes de qualidade é, pois, pré-requisito fundamental para a obtenção de lavouras com alta produtividade de grãos e sustentabilidade, especialmente nas semeaduras realizadas no início do período recomendado. No Capítulo 13 estão descritas as características de cada categoria de sementes e as vantagens do uso de sementes de alta qualidade.

7.3 - Densidade de semeadura

A obtenção de população adequada de plantas é um dos principais fatores de definição da produtividade, pela sua importância na eficiência de interceptação da radiação solar incidente. A população de plantas obtida depende da adoção de outras práticas adequadas no estabelecimento e manejo da cultura.

Em todos os sistemas de cultivo, exceto no de transplante de mudas, a população inicial de plantas ideal para as cultivares convencionais de arroz irrigado é de 150 a 300 plantas/m², enquanto para as cultivares híbridas é de 100 a 150 plantas/m². No sistema de transplante, a população recomendada é de 80 a 150 plantas/m². A utilização dessas populações, associada à adoção de outras práticas culturais recomendadas, como época de semeadura e adubação adequadas, manejo correto da irrigação e controle eficiente de plantas daninhas, pragas e doenças, permite a obtenção de mais de 600 panículas/m², que são necessárias para expressão do máximo potencial produtivo das cultivares.

Para se obter tais populações de plantas, recomenda-se a semeadura de, aproximadamente, 80 a 120 kg/ha de sementes, para as cultivares convencionais, e de 40 a 50 kg/ha, para

as cultivares híbridas, independentemente do sistema de cultivo e da época de semeadura utilizados. Essa quantidade de sementes é bem superior à necessária para se alcançar a população de plantas desejada. Isto significa que, se na operação de semeadura, a profundidade de semeadura e o preparo do solo forem adequados, é possível semear menor quantidade de sementes (80 kg/ha). Com alta população de plantas, há maior concorrência intraespecífica de plantas por luz e nutrientes, podendo aumentar a incidência de doenças e o acamamento de plantas. O uso de população adequada de plantas possibilita que se atinja o potencial produtivo da cultivar e reduz custos com a aquisição de sementes.

Para se obter a densidade desejada de plantas no início do período recomendado (até 15 de outubro), em que a duração do subperíodo semeadura-emergência é maior devido às temperaturas de solo mais baixas, são exigidos alguns cuidados especiais, como a semeadura em menor profundidade (2,0 cm) e a realização de tratamentos de sementes com fungicidas, conforme indicações constantes no Capítulo 11.

Nos sistemas cultivo mínimo e plantio direto e na maioria da área com sistema convencional, a semeadura é realizada em linhas, com espaçamento variando de 13 a 20 cm, tanto para as cultivares convencionais quanto para as cultivares híbridas. Já no sistema convencional com semeadura a lanço, que representa apenas 3% da área cultivada no Estado do RS, a profundidade de semeadura é mais desuniforme do que no sistema em linha, variando com a forma de cobrir as sementes. Por essa razão, devem ser tomados cuidados, especialmente ao se usar grade de disco nessa operação, de forma que as sementes fiquem em profundidade inferior a 5,0 cm. No sistema de cultivo pré-germinado, as sementes pré-germinadas são distribuídas a lanço, de maneira uniforme em quadros nivelados e totalmente inundados com lâmina de água de, aproximadamente, 5,0 cm.

7.4 - Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura é um dos principais fatores que influencia a população inicial de plantas, que é o primeiro componente do rendimento a ser definido. A emergência das plântulas ocorre devido a uma combinação entre as elongações do coleóptilo e do mesocótilo (vide Figura 2.2 do capítulo 2). A velocidade de crescimento dessas duas estruturas influencia a duração do subperíodo semeadura-emergência. Portanto, nas semeaduras realizadas no início do período recomendado, deve-se utilizar menor profundidade para assegurar população adequada de plantas. Para se obter maior uniformidade na profundidade de semeadura, especialmente nas semeaduras no início do período recomendado, indica-se o uso de limitador de profundidade na semeadora.

7.5 - Precisão na operação de semeadura

A operação de semeadura é um momento importante para o estabelecimento de lavouras com elevado potencial produtivo, pois influencia a rapidez e a uniformidade de emergência, bem como a distribuição de plantas nas linhas. A utilização de semeadora em velocidade adequada, que é variável de acordo com as características da área, possibilita a distribuição mais uniforme de sementes nas linhas. O grau de contato entre as sementes e o solo influencia a absorção de água pelas sementes e, em consequência, a velocidade e a uniformidade de emergência.

O estabelecimento inicial da lavoura de arroz também depende do modo correto de colocação do adubo, em relação à posição das sementes no solo, para que não haja efeito salino do adubo sobre as sementes, que reduz a emergência de plantas. Como as quantidades de fertilizantes que estão sendo utilizadas nas lavouras têm aumentado, é importante observar esse aspecto de regulagem da semeadora.

8 - MANEJO DA ÁGUA

O manejo da água da lavoura de arroz está relacionado ao sistema de cultivo utilizado. A adoção de um ou outro sistema irá determinar diferenças no preparo do solo, no período de irrigação e no uso da água. Por essa razão, o planejamento do sistema de irrigação deve ser feito por ocasião da estruturação e a sistematização da lavoura.

O Rio Grande do Sul caracteriza-se pelo cultivo de grandes áreas de arroz, onde predomina o sistema de cultivo com taipas em nível. A irrigação, na grande maioria das lavouras, é pouco planejada, embora se tenha o domínio da água. A inundação ocorre a partir de patamares mais altos, sendo a água conduzida por gravidade, mantendo-se uma lâmina de água por meio de taipas construídas com diferença de nível de 5 a 10 cm.

O Estado de Santa Catarina caracteriza-se por pequenas áreas de cultivo, onde predomina amplamente o sistema de cultivo de quadros em nível. Esse sistema tem se mostrado mais eficaz no manejo da água, tendo em vista a boa distribuição da água e o maior planejamento no sistema de irrigação e drenagem.

A seguir, são apresentados aspectos de volume de água necessário para a irrigação, períodos críticos, qualidade da água, efeito da temperatura da água e manejo da irrigação na lavoura de arroz.

8.1 - Necessidade de água

O volume de água requerido pelo arroz irrigado por inundação do solo é o somatório da água necessária para saturar o solo, formar uma lâmina, compensar a evapotranspiração e repor as perdas por percolação e fluxo lateral. No cálculo da necessidade de água de uma lavoura, devem-se incluir, ainda, as perdas nos canais de irrigação. Assim, a quantidade depende, principalmente, das condições meteorológicas, do manejo da cultura, das características físicas do solo, das dimensões e revestimento dos canais, do ciclo da cultivar, da localização da fonte e da profundidade do lençol freático.

No sistema de semeadura com sementes pré-germinadas, além da água necessária durante o ciclo da cultura, devem-se somar as necessidades para o preparo do solo, que normalmente é feito sob condições de inundação. A evapotranspiração, a infiltração lateral e a percolação são responsáveis pela maior percentagem da demanda hídrica. A evapotranspiração compreende a água transpirada pela planta mais a água evaporada da lâmina devido à diferença de pressão de vapor entre a superfície e a atmosfera. A evaporação está diretamente relacionada à radiação solar e à temperatura e inversamente à umidade do ar e à cobertura do solo pela cultura. A velocidade dos ventos incrementa a evaporação. A transpiração varia com o estágio de desenvolvimento das plantas.

A percolação, por sua vez, consiste nas perdas de água por infiltração profunda, tendo o lençol freático como destino final. O fluxo lateral consiste no movimento lateral da água sub-superficial, cujo destino final é o dreno. Ambos os processos são influenciados por atributos de solo como textura, estrutura, fendimento, densidade, mineralogia e matéria orgânica. Também o preparo do solo e as práticas de manejo da água (altura da lâmina e período de irrigação) determinam a magnitude das perdas por percolação e fluxo lateral.

Para suprir a necessidade de água do arroz, estima-se que venha sendo utilizado, atualmente, um volume de água médio de 6 a 12 mil m³ ha⁻¹ (vazão de 0,70 a 1,75 L/s.ha), para

um período médio de irrigação de 80 a 100 dias. Lavouras desenvolvidas em solos arenosos e com maior declividade normalmente requerem maior quantidade de água. Da mesma forma, a demanda hídrica é maior em anos com temperaturas elevadas e umidade relativa do ar baixa ou com baixa precipitação.

No sistema de sementeira com sementes pré-germinadas, o período de irrigação é proporcionalmente maior, iniciando-se já no preparo do solo. Para o preparo do solo, aplica-se uma lâmina de água de 4 a 5 cm sobre a superfície, acrescida da lâmina necessária para saturar o solo, porém pode-se aproveitar a água de precipitações pluviais para essa finalidade. A quantidade de água para saturar o solo depende da profundidade do lençol freático e/ou da camada impermeável, do teor de umidade e do espaço poroso do solo. Normalmente são necessários de 1.000 a 2.000 m³ ha⁻¹ nessa fase.

Outra fase crítica de demanda de água nesse sistema ocorre por ocasião da reposição de água após a aplicação do herbicida pós-semeadura do arroz. Nessa fase, a reposição deverá ser feita em um ou dois dias, sendo recomendável uma vazão mínima de 2 a 3 L/s.ha, o que requer o escalonamento na aplicação do herbicida, para evitar falta de água na reposição da lâmina. Para manutenção da lâmina, vazões em torno de 1 L/s.ha são suficientes, tendo em vista a baixa percolação de água no solo, devido à formação da lama.

Em síntese, a necessidade de água do arroz irrigado por inundação do solo é alta, variando, porém, com as condições climáticas, atributos de solo, manejo da cultura e a duração do ciclo da cultivar. Também as perdas em canais, a localização da fonte de captação de água e a profundidade do lençol freático influenciam o volume de água requerido pela cultura.

Atualmente, a otimização do uso da água pela lavoura de arroz constitui-se em questão prioritária do setor orizícola, que busca alternativas de manejo técnica, econômica e ambientalmente sustentáveis. Destaca-se, porém, a forte interação do manejo da água com as demais práticas de manejo da cultura, influenciando seu desempenho.

8.2 - Qualidade da água

A qualidade da água é definida por uma ou mais características físicas, químicas e biológicas. Para a irrigação, levam-se em consideração, principalmente, as características químicas e físicas. Quando há dúvida quanto à qualidade da água, deve-se coletar amostras para análise, de forma a estabelecer a concentração de elementos que podem ser tóxicos à planta ou danosos ao meio ambiente.

Embora ainda não se disponham de parâmetros definitivos para a maioria dos agroquímicos usados na lavoura de arroz, recomenda-se evitar a retirada da água da lavoura com resíduos de agrotóxicos e sólidos em suspensão. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) define alguns parâmetros sobre a qualidade da água de diversas classes, pela resolução N° 357, de 17 de março de 2005. Além disso, também devem ser atendidas as regulamentações dos órgãos estaduais que tratam do assunto. Nesse caso, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS (Fepam) e o Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA-SC) possuem legislações específicas sobre a qualidade e o uso da água para a irrigação de lavouras.

8.2.1 - Salinidade

As características da água de irrigação quanto à salinidade são: concentração total de sais minerais, relação entre sódio e outros cátions, concentração de boro e outros elementos e, em algumas situações, concentração de bicarbonato em relação às concentrações de cálcio e magnésio. Somente a determinação de todos esses fatores permitirá melhor avaliação da qualidade da água para irrigação.

O arroz irrigado é considerado uma cultura moderadamente sensível a salinidade. Quando a solução do solo é afetada por altos níveis de salinidade, ocorrem reduções na taxa de crescimento, pois, além da toxidez causada pela elevada concentração de sais, as plantas ficam incapacitadas de absorver quantidade suficiente de água, pelo decréscimo do componente osmótico do solo.

As cultivares de arroz com alto potencial produtivo utilizadas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina não toleram irrigação com água cujo teor de cloreto de sódio (NaCl) seja igual ou superior a 0,25%. Águas com esses teores, aplicadas a partir do início da fase reprodutiva, podem determinar redução superior a 50% na produtividade. Na fase de estabelecimento da cultura (a partir de S_3), para o sistema pré-germinado, a sensibilidade da cultura é ainda maior, o uso de água com 0,20% de NaCl promove sérios danos ao crescimento e desenvolvimento da cultura.

Nas regiões costeiras do RS e SC, as fontes de água para irrigação conectadas ao Oceano Atlântico sofrem influência atmosférica e das lavouras de arroz do entorno, principalmente em épocas de baixa precipitação pluvial e elevada demanda hídrica. Com a diminuição do nível de água dos rios e lagoas litorâneas, pode ocorrer a entrada de água do mar, aumentando a concentração de sais a níveis, muitas vezes, prejudiciais à cultura. Em tais circunstâncias, é possível iniciar o processo de salinização em solos originalmente livres desse problema. Os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro são os mais quentes do ano e coincidem com o ciclo de irrigação. Dependendo do estágio de desenvolvimento do arroz, em especial as fases de plântula e florescimento, a salinidade da água de irrigação pode causar danos irreversíveis, como diminuição do perfilhamento, esterilidade de espiguetas e morte de plantas.

A incidência de precipitações pluviais, direção, duração e intensidade dos ventos também influenciam nessa dinâmica. Em condições normais ou acima da média de precipitação pluvial, a tendência é que o problema seja minimizado, ou não ocorra. Desse modo, a salinização dos mananciais, em níveis prejudiciais, pode ocorrer por curtos períodos, ou não ser coincidente com os períodos críticos do arroz irrigado à salinidade. Entretanto, não é somente o excesso de sais na água de irrigação que pode causar danos diretos à cultura. A entrada de água salina nas lavouras de arroz pode ocasionar o acúmulo, principalmente, de NaCl no solo, prejudicando o estabelecimento posterior de pastagens ou do próximo cultivo de arroz. Além disso, a gênese de alguns solos, originários de sedimentos costeiros, favorece a presença de altos níveis de sódio. Nessas áreas, o manejo do solo utilizado durante a entressafra e da adubação na semeadura pode afetar o estabelecimento da cultura, pelo nível de sais já existente na camada arável. Maiores detalhes são encontrados no item 4.4.3.

O monitoramento sistemático da condutividade elétrica da água de irrigação é fundamental. A irrigação deve ser suspensa quando a condutividade elétrica atingir valores iguais ou superiores a 2 mS/cm (miliSiemens por centímetro), equivalente a 2 mmho/cm (unidade antiga), no caso de irrigação de solos ainda não afetados por sais.

8.2.2 - Temperatura da água

O desenvolvimento da cultura do arroz, da fase inicial de irrigação até o início da formação da panícula, é mais influenciado pela temperatura da água do que o do ar, em virtude de que as gemas responsáveis pelo desenvolvimento de folhas, perfilhos e panículas permanecem sob a água. Nos estádios posteriores, o desenvolvimento é influenciado por ambas as temperaturas.

À medida que a panícula se desenvolve e se sobressai do nível da água, aumenta a influência da temperatura do ar sobre a planta de arroz e diminui a influência da temperatura da água. A temperatura da água de irrigação, de um modo geral, não acarreta problemas, exceto quando é excessivamente alta e a água não é renovada. Nesses casos, pode causar danos no início da formação da panícula e podridão de raízes. Em casos de fontes de água mais fria, é recomendada a utilização de canais de condução mais largos e rasos.

Temperaturas altas causam prejuízos em semeadura com sementes pré-germinadas, pois as plântulas não completam o processo de germinação sob temperaturas elevadas ($>36^{\circ}\text{C}$). Nesse caso, recomenda-se a aplicação de pequenas lâminas de água, com maior frequência, para diminuir a temperatura do solo e da água estagnada. Temperaturas baixas ($<20^{\circ}\text{C}$) prejudicam o desenvolvimento inicial da plântula e o desenvolvimento da cultura nas fases vegetativa e reprodutiva.

8.3 - Manejo da água de irrigação

O manejo da água em arroz irrigado por inundação é fundamental para o desempenho da cultura. A água, além de influir no aspecto físico das plantas de arroz, interfere na disponibilidade de nutrientes, na população e espécies de plantas daninhas e na incidência de determinados insetos-pragas e doenças.

8.3.1 - Início da irrigação

No sistema de semeadura em solo seco, a irrigação da lavoura por submersão do solo inicia-se alguns dias após a emergência. A época de início da irrigação está relacionada com outras práticas de manejo como, por exemplo, o sistema de implantação da lavoura, o método de controle de plantas daninhas, o herbicida utilizado e a aplicação de nitrogênio em cobertura.

O uso de herbicidas em pré-emergência, dependendo do poder residual, confere flexibilidade ao início da irrigação, dentro do período recomendado, e possibilita que o estabelecimento das plantas de arroz ocorra livre de competição com plantas daninhas. Por outro lado, quando o controle de plantas daninhas é feito em pós-emergência, é fundamental que a aplicação de herbicida seja feita precocemente, quando essas têm de uma a três folhas, diminuindo a dose requerida e o impacto ambiental e aumentando a eficiência de controle. Para tanto, a irrigação e o estabelecimento da lâmina de água devem ocorrer logo após a aplicação do herbicida, para evitar a reinfestação da área.

Para o arroz produzido no sistema de semeadura em solo seco, o início da irrigação deve ocorrer logo após a primeira adubação nitrogenada em cobertura, que normalmente é realizada pouco antes ou por ocasião do início do perfilhamento das plantas (estádio V_3 - V_4), para assegurar maior aproveitamento do nitrogênio aplicado. Assim, como indicação prática, preconiza-se tempo máximo de três dias entre a aplicação de N e o início da irrigação da lavoura, por inundação do solo.

A aplicação de herbicida em pós-emergência, a adubação nitrogenada em cobertura e o estabelecimento da lâmina de água estão, pois, estreitamente relacionados no tempo e, por isso, são operações que devem ser planejadas de forma conjunta.

No sistema de cultivo de arroz pré-germinado, tradicionalmente o início da submersão do solo ocorre mais cedo, 20 a 30 dias antes da semeadura, por ocasião do preparo do solo. Mais recentemente no Rio Grande do Sul, por questões associadas à qualidade ambiental e técnica, foram introduzidas alterações no manejo da água para esse sistema, de forma que o preparo do solo passou a ser feito em solo seco. Nesse caso, a inundação do solo é feita, apenas, por ocasião do renivelamento da área, utilizando-se água como referência para a operação. Após, procede-se à semeadura do arroz pré-germinado sobre uma lâmina de água permanente (sem drenagem). Assim, a semeadura do arroz é feita sobre uma lâmina de água baixa (5 a 7 cm), a qual é mantida, por meio de reposições periódicas ao longo do ciclo da cultura. Essa técnica não altera a produtividade de arroz, nem promove o acamamento de plantas, mas proporciona controle mais efetivo de plantas daninhas, menor uso da água e melhoria da qualidade ambiental, por reduzir a perda de solo e de agroquímicos aplicados à lavoura.

8.3.2 - Altura da lâmina

A altura da lâmina de água é outro aspecto importante no manejo da água para o arroz, visto que interfere, entre outros fatores, no volume de água utilizado e, em consequência, no custo da irrigação. Lâminas de água com altura em torno de 2,5 cm viabilizam ótimos rendimentos de grãos de arroz. Contudo, embora propiciem economia de água, requerem criterioso nivelamento superficial do solo, para corrigir o microrrelevo, além de cuidados especiais no controle de plantas daninhas e escolha de herbicidas. Por outro lado, lâminas de água com alturas superiores a 2,5 cm, variando até 7,5 cm, embora aumentem o uso de água, são menos

exigentes quanto ao nivelamento superficial do solo. Lâminas maiores (superiores a 10 cm) reduzem o número de perfilhos e promovem maior crescimento das plantas de arroz, favorecendo o acamamento. Também aumentam a perda de água por infiltração lateral e percolação e provocam maior evaporação durante a noite, em consequência do maior armazenamento de energia térmica.

Ressalta-se, no entanto, que a uniformidade da altura da lâmina de água é fator decisivo para a expressão do potencial de tecnologias utilizadas em arroz irrigado e por isso merece atenção especial.

Outro aspecto relevante no manejo da água para o arroz diz respeito à consideração da água aportada ao sistema pela precipitação pluvial. Partindo da consideração que a demanda média de água do arroz é de cerca de 12 mm/dia (evapotranspiração = 7,2 mm/dia e perdas = 4,8 mm/dia), uma chuva de igual intensidade poderia, se considerada, levar à suspensão temporária da irrigação com o desligamento das bombas. Esse procedimento, algumas vezes não observado pelo produtor, poderia contribuir para a redução dos gastos com energia e o aumento na eficiência do uso da água pela cultura.

A altura da lâmina de água pode ser alterada, ainda, em função da fase de desenvolvimento das plantas de arroz. Na fase vegetativa, a altura da lâmina pode ser mantida tão baixa quanto possível, o que aumenta o perfilhamento e o enraizamento das plantas. À medida que as plantas de arroz se desenvolvem, o nível de água deve ser gradativamente aumentado até 10 cm, mantendo-o assim durante todo o ciclo das plantas. Não há necessidade de circulação da água nos quadros, desde que esteja na temperatura adequada. Nas regiões onde há possibilidade de ocorrer frio (<16°C) durante a fase de emborrachamento, o nível da água pode ser elevado (aproximadamente 15-20 cm) por um período de 15 a 20 dias, a fim de que a água exerça maior efeito termorregulador, reduzindo a esterilidade de espiguetas. Esse procedimento tem maior aplicação prática no sistema pré-germinado, em função da maior altura das taipas.

8.3.3 - Supressão da irrigação

A supressão da irrigação, como regra geral, somente deve ser iniciada quando a maior parte dos grãos tiver alcançado o estado pastoso. Porém, na prática, a época de supressão da irrigação para o arroz pode variar bastante, em função principalmente da textura do solo. Em solos argilosos, de difícil drenagem, é possível suspender a irrigação entre 10 e 15 dias após a floração plena, mas em solos bem drenados (arenosos) indica-se postergar a supressão da irrigação.

8.3.4 - Manejos alternativos da irrigação

O custo elevado da energia elétrica para a irrigação da lavoura de arroz, associado à menor disponibilidade ou escassez localizada de recursos hídricos, tornaram a racionalização no uso da água uma meta a ser atingida em muitas propriedades rurais das diferentes regiões orizícolas do Rio Grande do Sul, mediante a adoção de sistemas/manejos alternativos da irrigação.

Um manejo alternativo da irrigação, que pode ser utilizado em substituição à inundação contínua, consiste em suprimir temporariamente o fornecimento de água   lavoura de arroz,

permitindo a redução na altura da lâmina d'água até atingir nível próximo ou igual ao do solo. Desta forma, o solo permanece com presença de lâmina de água ou pelo menos saturado durante todo o ciclo da cultura. Esse sistema, denominado irrigação por inundação contínua com fornecimento intermitente, pode ser utilizado ao longo de todo o ciclo de cultivo, sem prejuízo para a produtividade de grãos, conferindo economia de água, pelo melhor aproveitamento da água da chuva.

Outra forma de economizar água no cultivo de arroz consiste na conversão do método de irrigação por inundação para o método de aspersão. Neste sistema, o arroz é cultivado durante todo o ciclo em solo aerado, embora a umidade deva ser mantida o mais próximo possível da saturação.

Dada a elevada sensibilidade das cultivares de arroz irrigado à baixa umidade do solo, a irrigação por aspersão do arroz deve ser realizada a partir da tensão de água no solo de 10 kPa. Assim, nesse sistema, a umidade do solo deve ser monitorada por meio de sensores instalados, preferencialmente, na profundidade de 10 cm.

O sistema de produção de arroz irrigado por aspersão tem-se mostrado particularmente eficaz para regiões de relevo suavemente ondulado e com menor disponibilidade hídrica, onde a irrigação por inundação demanda volume de água elevado, superando, em algumas situações, 15000 m³ha⁻¹. A adoção de irrigação por aspersão para o arroz requer, porém, a implementação de sistema plantio direto com rotação e sucessão de culturas, de forma a assegurar um bom controle de plantas daninhas.

8.4 - A água de irrigação e o ambiente

Os cuidados com a água utilizada para irrigação são fundamentais para a sustentabilidade do processo produtivo da lavoura de arroz irrigado por inundação. A localização geográfica das lavouras de arroz, próximas a rios e outras fontes de água, exige a adoção de práticas de manejo que evitem ao máximo a saída da água das lavouras. Os agroquímicos utilizados na lavoura podem ter na água de irrigação o meio mais rápido de atingir mananciais hídricos e afetar organismos não-alvo, proporcionando contaminação ambiental com impactos negativos. Além de agrotóxicos, a água de drenagem da lavoura pode conter nutrientes e sólidos em suspensão, quando o manejo da água for inadequado.

O manejo de manter a água de irrigação na lavoura inicia no estabelecimento da irrigação definitiva da lavoura e continua até o final do ciclo. No início, o potencial de contaminação está mais relacionado a herbicidas, inseticidas, nutrientes e sólidos em suspensão, dependendo do sistema de cultivo adotado. Ao final do ciclo, tem maior relação com inseticidas e fungicidas utilizados para proteção das plantas.

Em qualquer sistema de cultivo, recomenda-se evitar o extravasamento da água da lavoura durante todo o período de cultivo do arroz e, se for necessário retirar a água, não o fazer antes de completar 30 dias da aplicação de agrotóxicos, efetuando-se apenas a reposição para manutenção da lâmina.

9 - PLANTAS DANINHAS

As plantas daninhas concorrem com as plantas de arroz por luz, água e nutrientes, constituindo-se em um dos principais limitantes da produtividade das lavouras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

A diversidade de espécies infestantes, aliada ao elevado índice de ocorrência das mesmas, dificulta seu controle, com consequências negativas de variada importância sobre a produtividade e qualidade da produção.

9.1 - Principais espécies de plantas daninhas

As principais espécies de plantas daninhas que infestam as lavouras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina estão relacionadas na Tabela 9.1, e nas Figuras 9.1 a 9.20.

9.2 - Métodos de manejo e controle

As plantas daninhas podem ser manejadas e/ou controladas pela prevenção, manejo cultural, controle biológico, controle mecânico e controle químico. A estratégia mais adequada de manejo das mesmas é a integração das medidas de prevenção com os métodos de controle.

9.2.1 - Prevenção

A prevenção objetiva evitar ou reduzir a infestação de espécies de plantas daninhas que sejam economicamente indesejáveis e se baseia no conhecimento dos processos de reprodução e de disseminação dessas espécies, para evitar sua introdução na lavoura e interromper seus ciclos de multiplicação e de disseminação. O monitoramento constante por parte do agricultor e seus colaboradores sobre o que ocorre relativo às plantas daninhas na propriedade é o ponto chave para o sucesso com a prevenção.

Nesse sentido, o uso de sementes de arroz livre de sementes de plantas daninhas deve sempre ser o primeiro passo de qualquer programa. O uso de sementes de arroz contaminadas com sementes de plantas daninhas é o principal meio de disseminação de plantas daninhas em lavouras.

Outras medidas preventivas que também devem ser consideradas são: limpeza de calçados, veículos de passeio, tratores e equipamentos de uso agrícola, cuidados na movimentação e no manejo de animais de pastoreio, limpeza de canais de irrigação e drenagem, de linhas de cercas e de beiras de estradas, rotação de culturas e sistemas de cultivo, pousio de áreas de cultivo, e rotação de herbicidas.

Uma das medidas preventivas mais eficientes no manejo de plantas daninhas é impedir a produção de sementes, pois para a maioria delas, este representa o principal meio de reinfestação. Para isso, é essencial efetuar o controle das plantas antes do seu florescimento.

9.2.2 - Manejo cultural

Engloba qualquer procedimento ou prática agrícola que favoreça maior competitividade

da cultura com as plantas daninhas, principalmente na fase inicial de seu estabelecimento.

No contexto dos procedimentos adotados no controle cultural, a rotação e a sucessão de culturas assumem papel de grande destaque, principalmente na recuperação de áreas altamente infestadas por arroz-daninho. Para isso, pode-se utilizar culturas alternativas como milho, sorgo, soja ou forrageiras, desde que sejam satisfeitas suas exigências culturais. Para maiores informações, consultar o Capítulo 14.

No caso de rotação envolvendo soja, milho ou sorgo, deve-se associar a esses cultivos o emprego de herbicidas que proporcionem um controle eficiente de arroz-daninho e de mecanismos de ação diferentes daqueles usados normalmente em arroz irrigado, promovendo assim a rotação de modos de ação visando o manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas.

Além desta, outras práticas de manejo a utilizar são: seleção de cultivares adaptadas à região de cultivo, sementeira na época recomendada, emprego da sistematização do solo, preparo adequado do solo, espaçamento entre linhas e densidade de sementeira recomendados para cada cultivar e sistema de sementeira. No sistema de sementeira com solo seco, a inundação da lavoura deve ocorrer logo após a aplicação dos herbicidas em pós-emergência e a primeira adução nitrogenada em cobertura. Estes procedimentos são especialmente indicados para que a cultura passe a exercer maior competitividade com as plantas daninhas.

O sistema de cultivo em solo inundado, com sementes pré-germinadas, é uma alternativa importante para o manejo do arroz-daninho. Um sistema de irrigação com lâmina de água uniforme, proporcionando completa e permanente inundação dos quadros durante o ciclo da cultura, também pode diminuir consideravelmente a população de plantas daninhas, especialmente na fase inicial de desenvolvimento. Por outro lado, a sementeira em solo seco pode ser uma importante ferramenta para o manejo de plantas daninhas que se estabelecem em solo alagado, como sagitária, principalmente se as mesmas forem resistentes à maioria dos herbicidas utilizados no sistema.

9.2.3 - Controle biológico

O uso de marrecos-de-pequim no período de entressafra do arroz e de rizipiscicultura na safra e entressafra pode ser caracterizado como métodos de controle biológico. As aves e os peixes alimentam-se de sementes de arroz-daninho e de outras espécies existentes no solo, reduzindo significativamente sua infestação. Constitui-se, assim, num método biológico de controle de plantas daninhas, além de representar alternativa de renda complementar para a propriedade. O uso de marrecos e peixes no período de entressafra é mais adequado ao sistema de cultivo pré-germinado devido ao alagamento do solo, facilitando assim a sementeira em lâmina de água. O controle biológico é mais apropriado para uso em lavouras de menores dimensões.

9.2.4 - Controle mecânico

Nesse método utilizam-se implementos, manuais ou tracionados, para a eliminação das plantas daninhas. Contudo, seu uso é pouco viável após a implantação da cultura do arroz, devido às peculiaridades dos sistemas de semeadura e de irrigação por inundação, do tamanho das áreas cultivadas e dos elevados níveis de infestação e de diversidade de espécies daninhas. Entretanto, esse método pode ser empregado, de forma isolada ou combinada com outras alternativas em pequenas propriedades, onde a semeadura em linhas possibilita o uso de capinas durante o período entre a emergência e a inundação definitiva da cultura.

O preparo do solo com diferentes equipamentos antes da semeadura ou na entressafra constitui-se em alternativa eficiente para controlar mecanicamente as plantas daninhas estabelecidas e para reduzir o banco de sementes no solo.

9.2.5 - Controle químico

O controle químico pelo emprego de herbicidas tem sido o método mais utilizado na lavoura orizícola em função da sua praticidade, eficiência e rapidez. Por se tratar de método que envolve o uso de produtos químicos, subentende-se como pré-condição conhecimentos técnicos sobre a ação de herbicidas, principalmente para atender três requisitos fundamentais: alcançar máxima eficiência biológica, causar o mínimo impacto ambiental e reduzir a ocorrência de plantas resistentes a herbicidas. Por isto, a opção por este método depende da participação de um técnico capacitado tanto para recomendação como para acompanhamento da aplicação de herbicidas.

a) Utilização de herbicidas

O uso de herbicidas, como outros métodos de controle, apresenta vantagens e desvantagens. Dentre as vantagens, destaca-se a possibilidade de aplicação em grandes áreas em pouco tempo, o que torna uma tecnologia apropriada para grandes lavouras. Como desvantagens, destacam-se o risco de controle inadequado das plantas daninhas e de danos à cultura do arroz irrigado e o fato de causar impacto ao ambiente. Contudo, quando são empregados corretamente, os herbicidas respondem com eficiência e segurança aos objetivos pretendidos.

b) Épocas e métodos de aplicação de herbicidas

Uma das primeiras etapas a ser obedecida no emprego desta tecnologia diz respeito à época de utilização de herbicidas, levando-se sempre em conta que sua aplicação deve possibilitar alta eficiência, máxima praticidade, menor custo e mínimo impacto no ambiente. Assim, com relação à época de aplicação, os herbicidas podem ser utilizados em arroz irrigado pelos seguintes métodos:

b.1) Pré-semeadura. Esta aplicação é realizada antes da semeadura. Refere-se, comumente, às aplicações feitas para o estabelecimento da cultura no sistema de plantio direto, com ou sem cultivo mínimo, e no sistema pré-germinado. No caso do sistema de plantio direto, um herbicida não-seletivo (dessecante) é aplicado sobre a cobertura vegetal, a qual irá consti-

tuir posteriormente a cobertura morta, fundamental para o sucesso deste sistema. No caso do plantio direto com cultivo mínimo, o solo passa por preparos mecânicos no verão e/ou no inverno e, na época da semeadura do arroz, normalmente apresenta uma cobertura verde, constituída pelas próprias plantas daninhas ou por espécies forrageiras de inverno. Estas, da mesma forma que no sistema anterior, serão dessecadas com herbicidas, e passarão a constituir a cobertura morta sob a qual será semeado o arroz;

- b.2) Pré-emergência.** Por esse método, o herbicida é aplicado logo após a semeadura do arroz, ou no máximo durante o período que decorre entre a semeadura até o início da emergência das plântulas. Para se obter máxima eficiência herbicida por qualquer método, mas especialmente para esse, é condição fundamental a presença de umidade suficiente no solo;
- b.3) Pré-emergência em “ponto de agulha”.** Consiste na aplicação de herbicida de ação total (glifosato) após a semeadura da cultura. A aplicação deve ser realizada no momento que antecede as primeiras emissões do coleóptilo das plantas de arroz na superfície do solo. Desta forma, objetiva-se controlar o maior número possível das plântulas de arroz-daninho e de outras plantas daninhas já emergidas e/ou que se encontram no início do processo de emergência;
- b.4) Pós-emergência.** Refere-se à aplicação realizada após a emergência do arroz e das plantas daninhas, tanto em pulverização com o solo drenado, como aplicação dos herbicidas diretamente na água de irrigação (benzedura). Quando executada na fase em que as plantas daninhas apresentam duas a três folhas, chama-se pós-emergência precoce ou inicial, e quando realizada mais tarde, com plantas daninhas apresentando seis a oito folhas, ou mesmo já perfilhadas, denomina-se de pós-emergência tardia. Recomenda-se realizar o controle no estágio de desenvolvimento inicial das plantas daninhas, quando as espécies ciperáceas e gramíneas estiverem com até quatro folhas e as dicotiledôneas com duas a três folhas. Nesta fase inicial de desenvolvimento, a interferência exercida pelas plantas daninhas ainda é baixa e estas são mais sensíveis à ação de herbicidas. As aplicações em pós-emergência tardia, além de permitirem a interferência de plantas daninhas com o desenvolvimento da cultura, também estão sujeitas a não apresentarem resultados satisfatórios de controle e/ou necessitarem doses de herbicidas mais elevadas, aumentando o custo do tratamento.

A aplicação de herbicidas diretamente na água de irrigação (“benzedura”) é uma alternativa utilizada principalmente por pequenos produtores, pela facilidade na aplicação (dispensa os equipamentos de pulverização tracionados) e pela possibilidade de aplicação em qualquer horário do dia e em condições climáticas desfavoráveis para outros métodos. Além disso, não há necessidade de drenagem dos quadros, o que por si só traz inúmeras vantagens. Para que a aplicação na forma de benzedura seja possível, os herbicidas devem apresentar boa dispersão na lâmina de água. Nem todos os herbicidas formulados para aplicação por aspersão em arroz irrigado são adequados para aplicação em lâmina de água, devido às diferenças no modo de ação e na formulação dos produtos.

c) Fatores do ambiente que afetam a eficiência dos herbicidas

Vários fatores edáfico-climáticos podem influenciar a eficiência dos herbicidas, podendo reduzir a eficácia no controle de plantas daninhas ou a seletividade para a cultura:

- c.1) Características de solo.** Os herbicidas aplicados ao solo, em especial os pré-emergentes, podem sofrer diversos processos, sendo transportado para fora do local de aplicação, podendo ser degradado por diversos mecanismos ou ainda podem ser ligados a fase do solo e ficar indisponível para a absorção pelas plantas daninhas e cultivadas. O balanço desses processos determina tanto sua eficiência no controle de plantas daninhas, como sua seletividade para as plantas de arroz. Um dos principais fatores que controlam os processos de degradação e transporte dos herbicidas para longe do local de aplicação é o processo de retenção aos colóides do solo. Ao serem retidos nos colóides do solo, os herbicidas ficam menos disponíveis na solução do solo e consequentemente para a absorção pelas sementes e/ou plântulas. Características do herbicida e também as características do solo como teor de argila, matéria orgânica e pH do solo controlam a intensidade do processo de retenção. Dessa forma, é importante considerar no momento de definir a dose de aplicação dos herbicidas, os teores de argila e de matéria orgânica, além do pH.
- c.2) Teor de umidade do solo.** O teor de água no solo relaciona-se de forma direta com a eficiência de praticamente todos os herbicidas. Isso significa afirmar que nenhum produto será eficiente se for aplicado em condições de solo seco.
- c.3) Umidade relativa do ar.** É um dos fatores que mais influencia a eficiência de herbicidas. Níveis de umidade relativa do ar (UR) inferiores a 55% determinam que estes produtos tenham menor eficiência, sendo que todos os herbicidas mostram maior eficiência de ação com UR acima de 80%. Para os produtos de aplicação ao solo, esse fator torna-se importante quando associado à alta temperatura, pois ambos os fatores interagem e podem determinar grande volatilização para diversos herbicidas, especialmente para os que apresentam alta pressão de vapor.
- c.4) Temperatura do ar.** Este fator, quando em condições extremas, pode afetar a eficiência tanto dos herbicidas aplicados ao solo como daqueles aplicados à folhagem. Devido à influência da temperatura do ar sobre o comportamento dos herbicidas, recomenda-se evitar aplicações destes produtos nos horários mais quentes do dia (temperaturas >30°C). Altas temperaturas, associadas à baixa umidade relativa do ar, podem levar a maior volatilização de herbicidas a partir da superfície do solo ou mesmo das folhas. Deve-se considerar ainda que, geralmente, altas temperaturas estão associadas a altas intensidades luminosas, uma vez que a radiação solar pode causar redução do depósito de herbicida na superfície do solo ou da planta pela fotólise. Por outro lado, baixas temperaturas também podem afetar negativamente o comportamento de alguns herbicidas que passam a atuar de modo muito lento. Além disso, temperaturas extremas geralmente estão associadas a condições de estresse ao desenvolvimento vegetal da planta, causando sérios problemas à ação de herbicidas pelas reduções em sua absorção, translocação e atuação nas plantas.
- c.5) Ocorrência de ventos.** A ocorrência de vento forte durante a aplicação pode causar desvio das gotículas de pulverização contendo as partículas do herbicida, de modo que elas não atingem o alvo. Isso pode representar menor eficiência do produto e ser causa de danos consideráveis em culturas vizinhas, principalmente em aplicações aéreas. Para evitar o risco de deriva de herbicidas, é recomendado não realizar aplicação quando houver vento acima de 10 km/h. Em aplicações aéreas, mesmo com ocorrência de vento pouco intenso, manter uma faixa entre a lavoura tratada e outra em estágio

sensível sem receber aplicação, procedendo-se o tratamento dessa faixa por via terrestre quando as condições meteorológicas forem favoráveis.

d) Herbicidas recomendados

Nas Tabelas 9.2 e 9.3 estão relacionados os herbicidas recomendados para a cultura do arroz irrigado, levando-se em consideração os produtos disponíveis no mercado e a suscetibilidade das diferentes espécies daninhas aos diversos ingredientes ativos. Em muitos casos os herbicidas recomendados para outras culturas não são seletivos para o arroz. Assim, cuidados especiais devem ser tomados quando da aplicação desses produtos não-seletivos (dessecantes).

9.3 - Resistência de plantas daninhas a herbicidas

Várias espécies de plantas daninhas têm sido identificadas com resistência a herbicidas comumente utilizados na cultura do arroz irrigado (Tabela 9.4). Entre as espécies com ocorrência de resistência incluem-se o capim-arroz (*Echinochloa* spp.), sagitária (*Sagittaria montevidensis*), cuminho (*Fimbristylis miliacea*) e junquinho (*Cyperus difformis* e *C. iria*). Em Santa Catarina foi constatada a ocorrência de sagitária com resistência múltipla aos herbicidas inibidores da ALS (bispiribaque-sódico, etoxissulfurom, imazetapir, metsulfuron-metílico, penoxsulam e pirazosulfurom-etílico) e ao herbicida bentazona, inibidor do fotossistema II (Tabela 9.4). Em SC e no RS também foi constatada a ocorrência de capim-arroz com resistência múltipla aos herbicidas inibidores da ALS (bispiribaque-sódico, penoxsulam e imidazolinonas) e mimetizadores das auxinas (quincloraque), em SC também foi constatada a ocorrência de capim-arroz resistente ao inibidor da ACCase, cialofope-butil. No RS e SC foi constatada ainda a ocorrência de arroz-daninho (*Oryza sativa*) com resistência a herbicidas imidazolinonas (inibidores da ALS).

O potencial de desenvolvimento de casos de resistência acentua-se com o uso prolongado de um mesmo herbicida, ou com a utilização continuada de herbicidas que apresentam o mesmo mecanismo de ação nas plantas.

Algumas medidas preventivas indicadas para reduzir os riscos do desenvolvimento de resistência de plantas daninhas aos herbicidas são:

- a)** acompanhar com atenção quaisquer mudanças nas populações de plantas daninhas presentes na lavoura, com ênfase especial ao surgimento de manchas de infestação;
- b)** praticar rotação de culturas, já que essa prática favorece a alternância de herbicidas a utilizar na área;
- c)** alternar sistemas de cultivo. O sistema pré-germinado possibilita melhor controle do arroz-daninho, mas favorece o estabelecimento de espécies de plantas aquáticas;
- d)** fazer rotação no uso de herbicidas, evitando utilizar, por mais de duas aplicações consecutivas, produtos que apresentem o mesmo mecanismo de ação (Tabela 9.5), indicados no rótulo e bula do produto;
- e)** associar herbicidas com diferentes mecanismos de ação, ou fazer aplicações sequenciais dos mesmos;
- f)** manejar de forma integrada as plantas daninhas mesmo antes de haver a constatação de escapes no controle químico de determinada espécie.

Uma vez constatado algum problema de resistência, realizar a semeadura, a aplicação de tratamentos culturais e a colheita da área-problema por último, praticando completa limpeza dos equipamentos utilizados na mesma para evitar disseminação de sementes dessas plantas para outras áreas da propriedade. Sugere-se a consulta a especialista neste assunto para buscar a melhor estratégia a ser adotada.

9.4 - Manejo do arroz-daninho

As seguintes práticas agrícolas são indicadas para manejo de infestações de arroz-daninho:

9.4.1 - Sementes de arroz isentas de arroz-daninho

Esse é um procedimento preventivo fundamental que deve ser sempre adotado pelo agricultor como prática comum no sistema de produção de arroz irrigado. Aqui vale o ditado “é melhor prevenir do que remediar”, isso porque as soluções representadas pelas práticas descritas a seguir são todas de eficiência relativa e alcançam resultados apenas a médio e longo prazo. Por exemplo, o uso de sementes com apenas uma semente de arroz-daninho em cada amostra de 500 g (100 sementes por 50 kg de sementes) em uma área até então livre desta invasora, representa um potencial de infestação de pelo menos 60 sementes de arroz-daninho por metro quadrado após a segunda safra, considerando neste cálculo a densidade de semeadura de 120 kg/ha e que 50% das sementes de arroz-daninho produzidas serão colhidas junto com o arroz cultivado ou não germinarão no solo.

9.4.2 - Plantio direto da cultura

É o método que não recebe nenhum preparo do solo e a semeadura da cultura é realizada diretamente na resteva da cultura anterior ou da vegetação presente em área de pousio. O surgimento de arroz-daninho nesse caso é reduzido simplesmente porque o solo não é revolvido, não se trazendo sementes viáveis para a camada superficial. Não se constitui propriamente num método de controle do arroz-daninho, mas ele evita a emergência ao não desenterrar as sementes contidas nas camadas mais profundas do solo.

9.4.3 - Semeadura direta após cultivo mínimo

Esse é um sistema alternativo ao de plantio direto. Nesse caso, pelas operações mecânicas de preparo antecipado do solo, que pode ocorrer no outono ou na primavera, estimula-se a germinação de sementes de arroz-daninho e de outras espécies, constituindo-se, portanto, num método de controle, pois reduz o banco de sementes no solo.

A semeadura direta com cultivo mínimo do solo viabiliza a integração arroz-pecuária. Isso pode ser feito cultivando-se forrageiras durante o período outono-inverno, as quais irão servir para o pastoreio do rebanho, aumentando a rentabilidade. Entre o final do inverno e início da primavera, a resteva dessa pastagem após ser dessecada com herbicida passará a constituir a cobertura morta para implantação da semeadura direta do arroz.

9.4.4 - Sistema pré-germinado de semeadura e transplante de mudas

O sistema de semeadura em solo inundado com sementes pré-germinadas e o transplante de mudas em áreas sistematizadas são duas alternativas eficientes para a supressão e controle de arroz-daninho em arroz irrigado. Geralmente, o preparo é iniciado com gradagens ou pela passagem de enxadas rotativas, sendo o solo mantido em condições de umidade (não saturado) adequada para a germinação das sementes existentes no solo. As plantas emergidas podem ser controladas com novas gradagens, pois, em cada operação, mais sementes serão expostas para germinação. Esta operação pode ser repetida diversas vezes antes da semeadura. Após a inundação do solo e a formação da lama, é importante que o solo seja bem nivelado, facilitando desta maneira a manutenção de uma lâmina de água uniforme. Após a semeadura ou transplante das mudas, é fundamental a manutenção contínua do solo saturado ou com lâmina de água, o que impede a germinação das sementes localizadas sob a superfície do solo.

9.4.5 - Uso de cultivares resistentes a herbicidas.

O desenvolvimento de variedades de arroz resistentes a herbicidas teve a sua origem na década de 1990 na Louisiana State University (LSU), para herbicidas inibidores da ALS (Acetolactato sintase) do grupo químico das imidazolinonas. Posteriormente, a mesma LSU, em parceria com outras instituições, desenvolveu o arroz resistente a herbicidas inibidores da enzima ACCase (Acetil-CoA carboxilase). As tecnologias de arroz resistentes a herbicidas inibidores da ALS e ACCase, são as únicas disponíveis no mercado que possibilitam o controle seletivo de arroz-daninho em arroz irrigado.

9.4.5.1 – Arroz resistente a herbicidas inibidores da ALS (imidazolinonas)

O uso de cultivares resistentes ao grupo químico das imidazolinonas envolve o Sistema Clearfield® de Produção de Arroz (CL) e o Sistema FullPage (FP).

a) Sistema Clearfield® de Produção de Arroz – A tecnologia CL consiste no uso de cultivares de arroz portadoras de genes que conferem resistência aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas. Esta característica foi obtida, inicialmente, por mutação induzida e transferida para cultivares convencionais e híbridos pelo melhoramento genético convencional, constituindo-se na tecnologia de maior importância para o controle seletivo de arroz-daninho em lavouras comerciais de arroz.

As cultivares registradas para uso no sistema CL são: SCS121 CL, BRS A701 CL, BRS A706 CL, BRS Pampa CL, IRGA 424 CL, IRGA 426 CL, IRGA 428 CL, IRGA 431 CL, PUITÁ INTA CL, GURI INTA CL, Primoriso CL, IRGAP H7CL, IRGAP H9CL e LD522 CL.

Os herbicidas recomendados para o sistema Clearfield® são o Only® e Kifix®, que apresentam elevada eficiência no controle seletivo de arroz-daninho em lavouras de arroz, propiciando níveis de controle superiores a 95%. Para isso, recomenda-se para o herbicida Only® a aplicação sequencial de 750 mL/ha em pré-emergência, ou pós-emergência precoce, e a segunda aplicação de 750 mL/ha em pós-emergência, quando as plantas de arroz-daninho se encontrarem no estágio de três a quatro folhas (estádios V_3 - V_4). Para o herbicida Kifix®, recomenda-se a aplicação sequencial de 140 g/ha em pré-emergência, ou pós-emergência

precoce, e a segunda aplicação de 140 g/ha em pós-emergência, quando as plantas de arroz-daninho se encontrarem no estágio de três a quatro folhas (estádios V_3 - V_4). À medida que se atrasa a aplicação, diminui a eficiência dos herbicidas. Da mesma forma, a eficiência diminui com o atraso da época de entrada de água na lavoura.

No sistema pré-germinado, os herbicidas devem ser aplicados de acordo com a cultivar, sequencialmente e em pós-emergência. A primeira aplicação deve ser realizada com plântulas de arroz-daninho com duas a quatro folhas (V_2 - V_4) e a segunda aos oito a dez dias após a primeira, ambas com a ausência de lâmina de água nos quadros. A irrigação da área com a introdução de lâmina permanente de água deve ocorrer até o terceiro dia após a segunda aplicação do herbicida.

Nas aplicações realizadas em condições de baixas temperaturas pode ocorrer aumento na intensidade da fitotoxicidade no arroz. No entanto, o dano do herbicida às plantas de arroz diminui com o tempo, e, geralmente, não sendo mais detectado visualmente por ocasião do florescimento.

b) Sistema FullPage - A tecnologia FullPage representa uma nova geração de produtos, e mostram uma melhora acentuada na tolerância aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (IMI). A tecnologia melhorou a resposta da cultura durante aplicações de herbicidas em condições estressantes de crescimento, melhorando a expressão de seu potencial genético. Os primeiros produtos da RiceTec Sementes na América do Sul com essa tecnologia são os híbridos XP113FP, XP739FP e o InovFP ganhando o sufixo FP (FullPage) que faz menção aos genes próprios da empresa que conferem tolerância aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas.

9.4.5.2-Como obter os melhores resultados com arroz resistente às imidazolinonas?

O uso combinado do sistema de semeadura direta após o cultivo mínimo do solo, com aplicação de glifosato no ponto-de-agulha, e cultivares resistentes aumenta a eficiência do controle de arroz-daninho, superando os níveis de controle obtidos com cada um dos métodos usados isoladamente. Além do benefício de maior eficiência, o uso integrado dos dois sistemas diminui o risco de surgimento de plantas de arroz-daninho resistentes aos herbicidas imidazolinonas, uma vez que se estará utilizando dois produtos com diferentes mecanismos de ação (inibidor da enzima EPSPs e inibidor da enzima ALS).

O uso de cultivares resistentes não se constitui em uma solução única para eliminar totalmente as infestações de arroz-daninho. Ele se constitui em ferramenta adicional que está à disposição dos agricultores para ser complementado com outras técnicas de manejo. O sucesso dessa tecnologia depende de três condições básicas: a) utilização de sementes de arroz de qualidade, isentas de arroz-daninho b) uso do herbicida recomendado, c) adoção de um programa de monitoramento de infestações de arroz-daninho nas lavouras. Dentre os procedimentos a serem adotados recomenda-se não utilizar cultivares resistentes a imidazolinonas na mesma área por mais de dois anos consecutivos, utilizar de forma conjunta as cultivares resistentes (Tabela 6.1) e os herbicidas Only® e Kifix®; não usar sementes de arroz contendo sementes de arroz-daninho e não permitir que plantas de arroz-daninho não controladas pelo herbicida venham a produzir sementes. Nesta situação, sugere-se o arranquio das plantas ou a utilização de herbicida não-seletivo, visando o controle de escapes. Além disto, é impres-

cindível usar outras medidas preventivas, como manter canais, drenos, estradas e bordas da lavoura livres de arroz-daninho, destruindo a “soca” de plantas após a colheita do arroz.

Os herbicidas do grupo químico das imidazolinonas podem persistir no solo, vindo afetar culturas sensíveis, semeadas em sucessão ou rotação, inclusive as cultivares de arroz não resistentes a estes herbicidas. Os danos, em sua maioria, podem ser observados visualmente e, dependendo de seu grau, podem causar até a morte de plantas. Como consequência, podem ocorrer reduções significativas na produtividade das culturas não tolerantes. Alguns estudos e observações de campo sugerem que os principais fatores determinantes da persistência das Imidazolinonas no ambiente estão diretamente associados às condições de clima e solo, como por exemplo: a) áreas com problemas de drenagem; b) inverno e primavera muito secos e/ou com temperaturas baixas.

Algumas práticas de manejo podem ser adotadas para minimizar ou mesmo evitar a ocorrência de danos pelo herbicida em culturas não tolerantes semeadas em sucessão e rotação as cultivares resistentes a imidazolinonas: a) seguir rigorosamente as recomendações para uso do sistema; b) utilizar cultivares resistentes (CL) no máximo por duas safras consecutivas, deixando então a área em pousio ou adotando um sistema de sucessão ou de rotação de culturas, incluindo preferencialmente espécies leguminosas (por exemplo, trevo no inverno e soja no verão); c) realizar preparo antecipado do solo após a colheita do arroz irrigado, o que facilita a degradação do produto durante a entressafra; d) manter a lavoura bem drenada durante o período da entressafra; e) naquelas situações que apresentem problemas de residual herbicida no solo e nas quais forem utilizadas espécies suscetíveis em sucessão ou rotação, escolher cultivares que possam ser semeadas na fase final da época de semeadura recomendada para evitar períodos de baixas temperaturas na fase inicial de desenvolvimento, as quais potencializam a atividade herbicida de compostos do grupo das imidazolinonas.

9.4.5.3 – Arroz resistente a herbicidas inibidores da ACCase

A utilização comercial de genótipos de arroz portadores de resistência para herbicidas inibidores da enzima ACCase (Acetil Coa Carboxilase), envolve dois sistemas que serão disponibilizados do mercado, no Brasil, a partir da safra 2022-2023: Sistema de Produção Provisia® (BASF) e o Sistema Max-Ace® (RiceTec Sementes).

- a) **Sistema de Produção Provisia®** - O Sistema Provisia® deverá compor o sistema produtivo do agricultor. Para sua adoção será necessário planejamento antecipado, considerando que rotação de culturas, sistemas de produção (Clearfield® e Provisia®) entre outras práticas de manejo devem ser adotadas de forma integrada e de acordo com uma sequência lógica recomendada, com o intuito de garantir a sustentabilidade, e a evolução do sistema produtivo, bem como o desenvolvimento econômico dos produtores. Para adoção do Sistema Provisia® é imprescindível que este seja implementado em uma área que passou por um cultivo de soja e/ou milho ou pastagem ou preparo de verão no ano anterior. Portanto, não é recomendado o uso do Sistema Provisia® no modelo de monocultura arroz Clearfield® x arroz Provisia®. Importante também considerar e realizar intervenções na área no período de inverno, como drenagem da área, uniformização do terreno, preparo do solo e calagem. Outro ponto importante é respeitar as doses recomendadas do herbicida Provisia® 50 EC, bem como realizar duas aplicações

de 1,6 L/ha em pós-emergência. Esta recomendação se justifica em virtude do fluxo de emergência desuniforme do arroz-daninho. Além disso, as características químicas do herbicida recomendado permitem que ele seja absorvido apenas via foliar, não tendo efeito residual no solo, sendo a segunda aplicação em pós-emergência fundamental para complementar o controle. Além da recomendação das duas aplicações de herbicida é fundamental a utilização do adjuvante recomendado, neste caso o Dash®. Atenção e cuidado na mistura de herbicidas é fundamental, pois algumas misturas podem acarretar antagonismo, causando baixa performance de controle. As recomendações que estão sendo indicadas têm como objetivo alcançar o melhor controle das plantas daninhas, assim como proporcionar maior produtividade. Em caso de escape de arroz-daninho em função de dificuldade do manejo, falha na irrigação, novo fluxo de emergência ou efeito guarda-chuva da aplicação, realize uma intervenção com o objetivo de eliminar os escapes. Isto é importante para reduzir a probabilidade de ocorrer fluxo gênico entre o arroz cultivado e o arroz-daninho, tornando resistente ao herbicida. Seguindo-se as recomendações, o Sistema Provisia® será uma ferramenta importante para o manejo de plantas daninhas de difícil controle na cultura do arroz irrigado e um aliado para impulsionar a produtividade e a rentabilidade do agricultor.

- b) **Sistema de Produção Max-Ace** - O Sistema Max-Ace® é uma tecnologia baseada na tolerância genética de genótipos de arroz à herbicidas inibidores da ACCase, mais especificamente ao grupo químico dos ariloxifenoxipropionatos, também reconhecidos como o grupo químico dos FOPs. A Tecnologia desenvolvida pela RiceTec Sementes em parceria com a Adama, denomina-se Max-Ace® e estará disponível para produtos a partir da safra 2022-2023. A característica de resistência ao herbicida foi obtida por mutação induzida e transferida para híbridos pelo melhoramento genético. Esta nova tecnologia constitui-se em uma importante ferramenta para o controle de arroz-daninho resistente a herbicidas inibidores ALS (imidazolinonas). O herbicida registrado para o sistema Max-Ace® é o propaquizafope (Acert®, 1,25 L/ha). O herbicida Acert® é seletivo às cultivares de arroz Max-Ace®. Para isso, é recomendada a aplicação de glifosato em ponto de agulha (S₃) acompanhado de um herbicida pré-emergente, com a finalidade de controlar todas as plantas emergidas presentes na área e proporcionar residual de controle. Esse manejo possibilita que o estabelecimento das plantas de arroz ocorra livre de competição. O herbicida Acert® deve ser aplicado em duas épocas em pós-emergência das plantas de arroz-daninho na dose de 1,25 L/ha, antecedendo o estabelecimento da lâmina de água. Uma segunda aplicação é fundamental para o controle dos novos fluxos de germinação de arroz-daninho e capim-arroz. É recomendado o uso de óleo vegetal na dose de 0,5% v/v com o herbicida Acert®. É indicado que o sistema Max-Ace seja utilizado após o cultivo de soja ou pousio. O manejo da água, deve ser realizado conforme as recomendações técnicas da cultura do arroz irrigado, pois a presença da lâmina d'água irá contribuir para o manejo integrado de plantas daninhas.

9.4.5.4.- Recomendações fundamentais para obter os melhores resultados no controle do arroz-daninho em arroz resistente a ACCase

- a) Utilizar o arroz resistente a ACCase em sistema de rotação: arroz CL x cultura em rotação

- (soja ou milho) ou pousio x arroz resistente a ACCase x culturas em rotação, etc.);
- b) Utilizar somente sementes certificadas de produtores credenciados e livres de arroz-daninho;
 - c) Evitar a utilização subsequente, por mais de dois anos, dos sistemas Provisia® ou Max-Ace®;
 - d) Realizar o monitoramento constante frequente das lavouras, eliminando qualquer planta de arroz-daninho remanescente, minimizando assim os riscos da ocorrência de cruzamento natural (fluxo gênico) entre a planta daninha e os materiais resistentes;
 - e) Utilizar somente os herbicidas registrados e recomendados para os sistemas CL e ACCase;
 - f) Após a colheita, eliminar de forma mecânica ou química a resteva/rebrote em áreas com materiais CL ou ACCase;
 - g) **NÃO REALIZAR O CULTIVO DA SOCA** em lavouras de arroz CL ou resistente a ACCase;
 - h) Evitar a deriva para lavouras convencionais dos herbicidas utilizados nos sistemas CL e ACCase.
 - i) O uso de cultivares resistentes não se constitui em uma solução única para eliminar totalmente as infestações de arroz-daninho. Ele se constitui em ferramenta adicional que está à disposição dos agricultores para ser complementado com outras técnicas de manejo, como o uso de herbicidas em ponto-de-agulha e em pré-emergência, e o manejo de água nas lavouras.

9.4.6 - Prática de pousio da área

Esse procedimento contribui relativamente pouco para o manejo do arroz-daninho, visto que na realidade apenas faz com que durante determinado período não surjam plantas na superfície do solo, mas o banco de sementes sofre redução muito lenta com a utilização dessa prática. O manejo de áreas em pousio é importante para impedir a produção de sementes de plantas daninhas. A eficiência da prática de pousio depende do tempo que a área fica sem ser cultivada.

9.4.7 - Prática de rotação de culturas

Para adoção desse procedimento, recomendam-se as culturas como soja, milho e sorgo, as quais, se atendidas as exigências de drenagem e irrigação, mostram comportamento promissor em solos hidromórficos. A eficiência da rotação do arroz irrigado com estas culturas no controle do arroz-daninho fundamenta-se em dois aspectos: a) modificações das condições de solo que favorecem o desenvolvimento do arroz-daninho, principalmente a troca das condições de solo inundado por solo seco durante a estação e; b) efeito de herbicidas alternativos utilizados nas culturas de soja, milho e sorgo, reduzindo o banco de sementes de arroz-daninho no solo. Salienta-se a importância da utilização de herbicidas de diferentes mecanismos de ação em relação a glifosato na cultura da soja em rotação com arroz irrigado. O uso exclusivo deste herbicida aumenta a pressão de seleção da evolução da resistência a este produto nas espécies de capim arroz e arroz-daninho. A ocorrência da resistência nestas espécies representa um grande problema para a cultura do arroz, principalmente em relação à eficiência da operação de dessecação e em ponto-de-agulha. Ainda, a aplicação de herbicidas em pré-emergência na cultura da soja deve ser otimizada em relação à escolha do produto, definição de dose, e condições de umidade e temperatura do solo no momento da aplicação de forma a proporcionar o controle principalmente de arroz-daninho e capim-arroz.

9.4.8 - Manejo da área na entressafra (pós-colheita)

Em áreas infestadas por arroz-daninho, especialmente aquelas que são utilizadas de forma intensiva com cultivo anual de arroz na mesma área, a melhor alternativa de manejo na entressafra é evitar a aração ou gradagem profunda do solo logo após a colheita. O emprego da gradagem ou da aração profunda irá promover o enterramento das sementes de arroz-daninho no solo, promovendo aumento de sua longevidade. A melhor alternativa é o preparo do solo de forma superficial, evitando o enterramento profundo das sementes. Sementes de arroz-daninho mantidas próximo da superfície do solo, mesmo que durante o inverno, germinarão ou perderão a dormência e a viabilidade mais rapidamente do que aquelas localizadas em maiores profundidades no solo. Um percentual relativamente baixo de sementes de arroz-daninho localizadas na camada superficial do solo (até 5 cm) mantém-se viável por mais de 12 meses.

Com o recente crescimento da área com ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas, principalmente de capim-arroz e arroz-daninho resistentes a inibidores da enzima ALS, e pelo fato que normalmente após a colheita do arroz, produtores e/ou proprietários do campo adotam a resteva do arroz como uma opção para alimentar animais, verifica-se que as plantas cortadas na colheita do arroz rebrotam rapidamente e, em período pouco superior a 30 dias, já ocorre o florescimento e formação de sementes. Assim, caso esta área seja utilizada para pastejo, recomenda-se elevação da lotação animal para evitar a produção de propágulos e, em caso de bovinos consumirem estas plantas com grãos o recomendado é que o deslocamento (manejo) de animais entre áreas, deva respeitar o tempo necessário para “passagem” de sementes de plantas daninhas pelo trato digestivo destes animais. Estudos recentes com alimentação animal com grãos de capim-arroz, evidenciam a necessidade de um período de “quarentena”, não inferior a sete dias para a passagem destes pelo trato digestivo de bovinos.

Outra alternativa possível é a realização de controle químico, com herbicida de ação total, evitando que plantas emergidas neste período possam produzir sementes. Salienta-se que é necessário realizar esforços de monitoramento de áreas e se necessário promover o uso de estratégias de controle, para evitar a produção de sementes de espécies daninhas no período de entressafra e, assim, evitar a realimentação do banco de sementes.

9.4.9 – Controle de escapes

A estratégia de controle de escapes para complementar o controle de arroz-daninho, objetivando reduzir a produção de sementes da planta daninha em áreas infestadas. O método consiste na passagem de uma barra que libera herbicida nas plantas de arroz-daninho, utilizando-se produto não seletivo de ação sistêmica. Glifosato tem sido o produto mais usado no procedimento. O herbicida deverá atingir apenas plantas daninhas cuja estatura supere a da cultivar comercial, devendo, por isso, ser aplicado apenas quando houver um diferencial de estatura entre arroz cultivado e arroz-daninho. Além disto, a aplicação não pode ser atrasada para depois do florescimento do arroz-daninho, para não ocorrer formação de sementes viáveis. Aplica-se a solução herbicida contendo glifosato na concentração de 30 a 50% v/v. Salienta-se que plantas de arroz-daninho de menor estatura não serão atingidas por esta prática, necessitando de método complementar, como o uso de arranquio manual, ou uso de “luva química” ou ainda pulverizações dirigidas.

9.4.10 - Uso de marrecos-de-pequim

Os marrecos-de-pequim alimentam-se de sementes de arroz-daninho localizadas próximo à superfície do solo. Neste sentido, é fundamental que os marrecos sejam colocados na área logo após a colheita do arroz e antes do revolvimento do solo. A densidade de marrecos varia em função da infestação de arroz-daninho e do tempo de permanência das aves no local. Como referência, utiliza-se 30 a 50 marrecos por hectare, mantendo-os em um mesmo local enquanto eles permanecerem ativos na captura de sementes. A manutenção dos marrecos em determinado quadro é realizada pelo alagamento da área. Recomenda-se o uso de cercas elétricas para evitar o ataque de predadores dos marrecos, como o cachorro doméstico.

9.5 - O manejo de plantas daninhas e o ambiente

Os cuidados com a água utilizada para irrigação são fundamentais para a sustentabilidade do processo produtivo da lavoura de arroz irrigado. A localização geográfica das lavouras de arroz, próximas a rios e outras fontes de água, exige a adoção de práticas de manejo que evitem ao máximo a saída da água das lavouras. Os herbicidas utilizados na lavoura podem ter na água de irrigação o meio mais rápido de atingir mananciais hídricos e afetar organismos não-alvo e contaminação ambiental com impactos negativos. **Recomenda-se, em qualquer sistema de cultivo, a retenção da água na lavoura por um período mínimo de 30 dias após a aplicação de qualquer agrotóxico.** Durante este período, deve-se apenas efetuar a reposição para manutenção da lâmina.

9.6 - Riscos da deriva de herbicidas

A ocorrência de deriva de herbicidas para culturas suscetíveis depende de vários fatores, entre os quais tecnologia de aplicação inadequada, condições climáticas desfavoráveis e tipo de herbicidas utilizados. Nesse sentido, cuidados devem ser observados na aplicação de herbicidas em cultivares resistentes a inibidores da enzima ALS (Clearfield, FulPage) e ACCase (Provisia e Max-Ace), assim como para os herbicidas mimetizadores de auxinas registrados e recomendados para a cultura do arroz irrigado, como o 2,4-D, Facet (quincloraque) e Loyant (florpirauxifen-etilico). A deriva dos herbicidas utilizados em cultivares resistentes podem causar fitotoxicidade em cultivares não resistentes e a deriva de mimetizadores das auxinas podem resultar em danos para culturas sensíveis como soja, uva, fumo, hortaliças (tomate), entre outras.

Boas práticas para minimizar os riscos de deriva de herbicidas:

- Leia e siga as orientações constantes na bula e/ou rótulos dos herbicidas;
- Utilize adjuvantes de acordo com as recomendações constantes no rótulo;
- Utilize pontas com deriva reduzida, com maior vazão e menor pressão, aumentando assim o tamanho das gotas e reduzindo o potencial de deriva;
- A deriva é reduzida com velocidade do vento entre 3 e 10 km/h;
- Evite a pulverização quando ocorrer inversão térmica ou a velocidade do vento for superior a 10 km/h.

Tabela 9.1 - Principais espécies de plantas daninhas ocorrentes em lavouras de arroz irrigado nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Nome científico	Nome comum	Família	Ciclo	Reprodução
MONOCOTILEDÔNEAS (LILIOPSIDAS)				
<i>Digitaria ciliaris</i>	Milhã	Poaceae	Anual	Sementes
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Milhã	Poaceae	Anual	Sementes
<i>Echinochloa colona</i>	Capim-arroz	Poaceae	Anual	Sementes
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Capim-arroz	Poaceae	Anual	Sementes
<i>Echinochloa mitis</i>	Capim-arroz	Poaceae	Anual	Sementes
<i>Echinochloa helodes</i>	Capim-arroz	Poaceae	Perene	Sementes/rizomas
<i>Echinochloa polystachya</i>	Canarana	Poaceae	Perene	Sementes/rizomas
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	Poaceae	Anual	Sementes
<i>Eriochloa punctata</i>	Capim-de-várzea	Poaceae	Anual/perene	Sementes
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	Capim-capivara	Poaceae	Perene	Sementes/estolões/rizomas
<i>Ischaemum rugosum</i>	Capim-macho	Poaceae	Anual	Sementes
<i>Leersia hexandra</i>	Grama-boiadeira	Poaceae	Perene	Sementes/estolões
<i>Leptochloa uninervis</i>	Leptochloa	Poaceae	Anual	Sementes
<i>Luziola peruviana</i>	Grama-boiadeira	Poaceae	Perene	Sementes/estolões
<i>Oryza sativa</i>	Arroz-daninho	Poaceae	Anual	Sementes
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Capim-do-banhado	Poaceae	Anual/perene	Sementes/estolões
<i>Paspalum acuminatum</i>	Grama-doce	Poaceae	Perene	Sementes/estolões
<i>Paspalum distichum</i>	Grama-de-ponta	Poaceae	Perene	Sementes/estolões/rizomas
<i>Paspalum modestum</i>	Lombo-branco	Poaceae	Perene	Sementes/estolões
<i>Urochloa plantaginea</i>	Papuã	Poaceae	Anual	Sementes
<i>Urochloa platyphylla</i>	Papuã-do-banhado	Poaceae	Anual	Sementes

continua...

Tabela 9.1 - Continuação

Nome científico	Nome comum	Família	Ciclo	Reprodução
<i>Cyperus difformis</i>	Junquinho, tiriquinha	Cyperaceae	Anual	Sementes
<i>Cyperus esculentus</i>	Tiririca-amarela	Cyperaceae	Perene	Sementes/rizomas
<i>Cyperus ferax</i>	Junquinho	Cyperaceae	Anual	Sementes
<i>Cyperus iria</i>	Junquinho	Cyperaceae	Anual	Sementes
<i>Cyperus laetus</i>	Junquinho	Cyperaceae	Anual	Sementes/rizomas
<i>Fimbristylis miliacea</i>	Cuminho	Cyperaceae	Anual	Sementes
<i>Eichornia crassipes</i>	Aguapé	Pontederiaceae	Perene	Sementes/vegetativa
<i>Heteranthera reniformis</i>	Aguapé, hortelã-do-brejo	Pontederiaceae	Perene	Sementes/estolões
<i>Sagittaria guyanensis</i>	Sagitária	Alismataceae	Perene	Sementes/rizomas/tubérculos
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Sagitária	Alismataceae	Perene	Sementes/rizomas/tubérculos
<i>Thalia geniculata</i>	Caeté	Marantaceae	Perene	Sementes/rizomas

DICOTILEDÔNEAS (MAGNOLIOPSIDAS)				
<i>Aeschynomene denticulata</i>	Angiquinho	Fabaceae	Anual	Sementes
<i>Aeschynomene indica</i>	Angiquinho	Fabaceae	Anual	Sementes
<i>Aeschynomene sensitiva</i>	Angiquinho	Fabaceae	Anual	Sementes
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Erva-de-jacaré	Amaranthaceae	Perene	Sementes/vegetativa
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Corriola	Convolvulaceae	Anual	Sementes
<i>Ludwigia elegans</i>	Cruz-de-malta	Onagraceae	Anual/perene	Sementes
<i>Ludwigia longifolia</i>	Cruz-de-malta	Onagraceae	Anual/perene	Sementes
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Cruz-de-malta	Onagraceae	Perene	Sementes
<i>Polygonum hydrophiloides</i>	Erva-de-bicho	Polygonaceae	Anual	Sementes

Tabela 9.2 - Herbicidas registrados e recomendados para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado no RS e SC, segundo os critérios e normas da CTAR. (www.sosbai.com.br)

Ingrediente ativo	Produto comercial (pc.)	Formulação e concentração (g/L ou g/kg)	Faixa de dose de registro do p.c. (ha ⁻¹)	Época/modo de aplicação ²	Classe toxicológica ³	Classe ambiental ⁴	Intervalo de segurança (dias) ⁵
Bentazona	Basagran 600 ⁶	SL 600	1,2 – 1,6 L	Pós	III	III	60
Bispiribaque-sódico	Nominee 400 SC ⁷	SC 400	100 – 125 mL	Pós	II	III	14
Clomazona	Gamit	SC 360	1,1 a 1,7 L	Pré	V	III	/5
Cialofop-butilico	Clincher ⁸	EC 180	1,0 – 1,75 L	Pós	I	II	77
2,4 -D dimetilamina ⁹	Aminol 806	SL 806	0,5 – 1,5 L	Pós	I	III	NE
	DMA 806 BR	SL 806	0,3 L	Pós	I	III	NE
	U 46 D - Fluid 2,4 - D	SL 806	0,3 L	Pós	I	III	NE
Etoxissulfurom	Gladium	WG 600	100 - 133 g	Pós	III	III	50
Fenoxa-prope-P-etílico	Starice	EC 69	0,8 – 1,0 L	Pós	II	II	80
Florpirauxifen-etílico	Loyant	EC 25	0,8-1,4 L	Pós	III	III	60
Glifosato ¹⁰	Roundup Original	SL 480	0,5 – 6,0 L	Pré (sem)	IV	III	NE
Imazetapir + imazapique	Only ¹¹	SL 75 + 25	0,75/0,75 L	Pré /Pós	III	III	60
Imazapir + imazapique	Kifix ¹¹	WG 525+175	140 / 140 g	Pré/Pós	II	III	60
Metsulfurom-metfluco	Ally ¹²	WG 600	3,3 g	Pós	I	III	30
Oxifluorfem	Goal BR	EC 240	1,0 L	Pré	III	II	NE
Pendimetalina	Prowl H ₂ O	CS 455	2,0 – 4,0 L	Pré	IV	II	/5
Penoxsulam	Ricer ¹³	SC 240	0,1 – 0,25 L	Pré/Pós	II	III	98

continua...

Tabela 9.2 - ...continuação

Ingrediente ativo	Produto comercial (p.c.)	Formulação ¹ e concentração (g/Lou g/kg)	Faixa de dose de registro do p.c. (ha ⁻¹)	Época/modo de aplicação ²	Classe toxicológica ³	Classe ambiental ⁴	Intervalo de segurança (dia)
Pirazossulfurom-etílico	Strius 250 SC	SC 250	60 – 80 mL	Pós	IV	III	30
Profoxidim	Aura 200	DC 200	0,60–0,85 L	Pós	II	II	75
Propanil	Herbipropanil	EC 360	8,0 – 10,0 L	Pós	I	II	80
"	Stam 480	EC 480	7,5 L	Pós	I	II	80
(Propanil + triclopir butofílico)	Stampir BR	EC 380 + 55,6	6,0 – 10,0 L	Pós	IV	I	80
Propanilazotape	Acert	EC 100	1,25/1,25 L	Pós	IV	II	85
Quincloraque	Facet ¹⁴	WP 500	0,75 Kg	Pós	IV	III	90
Quizalotape	Provisia 50 EC	EC 50	1,4-2,4/1,4-2,4 L	Pós	IV	II	45

¹SC = suspensão concentrada; SL = concentrado solúvel; EC = emulsão concentrada; EW = emulsão óleo em água; WG = granulado dispersível; WP = pó molhável; ²Pré = pré-emergência; Pós = pós-emergência; Pré (sem) = pré-semeadura do arroz e pós-emergência das plantas daninhas; Pré (rest.)/Pós (rest.) = pré/pós-emergência restrita a cultivares de arroz tolerantes; ³I = extremamente tóxico; II = altamente tóxico; III = medianamente tóxico; IV = pouco tóxico; V=improvável de causar dano agudo ⁴I = produto altamente perigoso; II = produto muito perigoso; III = produto perigoso; IV = produto pouco perigoso; ⁵NE = não especificado em função da modalidade de uso; ⁶Adicionar Assist na dose de 1L/ha nas aplicações terrestres e 300mL/ha nas aplicações aéreas; ⁷Acréscimo o espalhante - adesivo Iharaguen-S na concentração de 250mL/100L; ⁸Adicionar Óleo vegetal na dose de 1,5 L/ha; ⁹Utilizar preferencialmente a menor dose, devido ao risco de toxicidade ao arroz. Dose de 200g e.a./ha de 2,4-D controla anguinho;¹⁰O mercado disponibiliza diversas marcas comerciais registradas no MAPA (Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>). A variação de doses é decorrente da concentração do equivalente ácido na formulação e da marca comercial; ¹¹Adicionar o adjuvante Dash (500mL/100L); controla arroz-daninho na concentração do equivalente ácido na formulação e da marca comercial; ¹²Adicionar óleo mineral emulsional na concentração de 100mL/100L; ¹³Adicionar Óleo vegetal na dose de 1,0 L/ha; ¹⁴Adicionar Assist na dose de 1,0 L/ha; ¹⁵Nota: As informações constantes nesta tabela estão de acordo com os registros do Agrofit (http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), acessado em 25/07/2022.

Tabela 9.3 - Suscetibilidade das principais espécies de plantas daninhas aos herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultura do arroz irrigado.

Principais plantas daninhas do RS e SC	Pré-emergência				Pré/pós-emergência			Basa-gran	Clichner	Pós-emergência								
	Garit	Goal	Prowl H2O	Kitix ⁷	Only ⁷	Ricer	Aura			Acert ⁸	2,4-D ¹	Facet	Loyant	Nominee ²	Propanil ²	Provisal ⁸	Sirius	Stampir
Aeschynomene (Angiquinho)	C	NC	NC	C	C ³	C	NC	SI	NC	NC	C	C	C	C ³	IS	C	C	NC
Cyperus (Junquinho) ⁴	NC	C	NC	C	C	C	NC	SI	C ³	NC	C	NC	C	C	SI	C ³	C	NC
Digitaria (Milhã)	C	SI	C	SI	SI	NC	C	SI	NC	C	NC	SI	SI	C ³	SI	NC	SI	C
Echinochloa (Capim-arroz) ⁵	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	NC	C	C	C ³	C	NC	C ³	C
Fimbristylis (Cuminho) ⁴	NC	SI	SI	C	C	C	NC	SI	C ³	NC	NC	SI	C	C ³	SI	C ³	C ³	NC
Heteranthera (Aguapé)	NC	NC	SI	C	C	C	NC	SI	C ³	NC	SI	NC	SI	C ³	SI	C ³	SI	NC
Ischaemum (Capim-macho)	SI	SI	C	C	C	C	NC	SI	NC	NC	NC	NC	C	C ³	SI	NC	SI	C
Oryza sativa (Arroz-daninho) ⁶	NC	NC	NC	C	C	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC	NC	C	NC	NC	NC
Sagittaria (Sagitária)	NC	NC	SI	C	C	C	NC	SI	C ³	NC	SI	NC	C	C	NC	SI	C	SI
Urochloa (Papuã)	C	C	C	C	C	NC	C	SI	NC	C	NC	NC	C	SI	C ³	SI	NC	SI

C=controle acima de 90%; NC=não controle; SI=sem informação; ¹Aminol 806; DMA 806 BR; U-46 D Fluid; ²Herbipropanin; Stam 480; ³Controle obtido sobre plantas daninhas nos estádios iniciais de desenvolvimento; ⁴Em Santa Catarina, foi constatado resistência cruzada a herbicidas inibidores da ALS para *Cyperus difformis* e *Fimbristylis miliacea*, e resistência múltipla a inibidores da ALS e fotossistema II (bentazona) para *Sagittaria montevidensis*; ⁵Constatado resistência múltipla a quimioraque e inibidores da ALS em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul; ⁶Constatado resistência a herbicidas do grupo das imidazolinonas no Rio Grande do Sul e Santa Catarina; ⁷Herbicidas recomendados apenas para as cultivares resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas; ⁸Herbicidas recomendados apenas para as cultivares resistentes aos herbicidas inibidores da ACCase.

Tabela 9.4 - Relação das plantas daninhas com ocorrência de populações resistentes a herbicidas em lavouras de arroz irrigado, em determinados locais, no RS e em SC.

Planta daninha	Mecanismo de ação	Ingredientes ativos¹
Arroz-daninho (<i>Oryza sativa</i>)	Inibidores da ALS	imazapique, imazapir, e imazetapir
Capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>)	Mimetizador de auxinas	quincloraque
	Inibidores da ALS	bispiribaque-sódico, imazapique, imazapir, imazetapir e penoxsulam
	Inibidores da ACCase	Cialofope-butil,
Cuminho (<i>Fimbristyllis miliacea</i>)	Inibidores da ALS	bispiribaque-sódico, imazapique, imazapir, imazetapir, etoxissulfurom, penoxsulam e pirazossulfurom-etílico
Junquinho (<i>Cyperus difformis</i> <i>C. iria</i>)	Inibidores da ALS	bispiribaque-sódico, imazapique, imazapir, imazetapir, etoxissulfurom, penoxsulam e pirazossulfurom-etílico
Sagitária (<i>Sagitaria montevidensis</i>)	Inibidores da ALS	bispiribaque-sódico, imazapique, imazapir, imazetapir, etoxissulfurom, penoxsulam e pirazossulfurom-etílico
	Inibidores do fotossistema II	bentazona

¹ Consultar os nomes comerciais na Tabela 9.2.

Tabela 9.5 - Mecanismos de ação, grupos químicos e nomes comerciais de herbicidas recomendados para arroz irrigado.

Mecanismos de ação	Código HRAC¹	Grupos químicos	Herbicidas
a) Auxinas sintéticas	O	- Ácidos fenoxicarboxílicos - Ácidos quinolinocarboxílicos	- 2,4-D (várias marcas) - Facet - Loyant
b) Inibidores da ACCase	A	- Ciclohexanodionas - Ariloxifenoxi-propionatos	- Aura - Acert, Clincher, Provisia, Starice
c) Inibidores do fotossistema II	C ₂ e C ₃	- Amidas - Benzotiadiazinonas	- Propanil - Basagran
d) Inibidores ALS	B	- Imidazolinonas - Sulfonilureias - Pirimidilbenzoatos - Triazolopirimidina (sufonanilidas)	- Only, Kifix - Ally, Gladium, Sirius - Nominee - Ricer
e) Inibidores da EPSPS	G	- Derivados da glicina	- Glifosato
f) Inibidores de PROTOX	E	- Difeniléteres	- Goal
g) Inibidores da síntese de carotenoides	F ₄	- Isoxazolidinonas	- Gamit
i) Inibidores da divisão celular (formação de microtúbulos)	K ₁	- Dinitroanilinas	- Prowl H2O

¹Herbicide Resistance Action Committee (Associação de Ação à Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas).



Figura 9.1. Infestação em lavoura, panículas e grãos de arroz-daninho (*Oryza sativa* L.). (Fotos: J.A. Noldin).



Figura 9.2. Infestação de capim-arroz em lavoura (esquerda), inflorescência de capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) (centro) e *E. crusgalli* var. *cruspavonis* (direita). (Fotos: A. Merotto, J.A. Noldin e D.S. Eberhardt).



Figura 9.3. Lavoura infestada e inflorescência de capim-macho (*Ischaemum rugosum*). (Fotos: J.A. Noldin)



Figura 9.4. Plantas e inflorescência de grama-boiadeira (*Luziola peruviana*). (Fotos: J.A. Noldin e D.S. Eberhardt).



Figura 9.5. Infestação em lavoura por aniguiño (*Aeschynomene* sp.) e detalhe da planta (Fotos: J.A. Noldin).



Figura 9.6. Planta adulta e plântula de aguapé (*Heteranthera reniformis*). (Fotos: J.A. Noldin e D.S. Eberhardt).



Figura 9.7. Infestação em lavoura, plântula e inflorescência de sagitária (*Sagittaria montevidensis*) (Fotos: J.A. Noldin).



Figura 9.8. Inflorescência, plântula e infestação em lavoura de cruz-de-malta (*Ludwigia longifolia*) (Fotos: D.S. Eberhardt).



Figura 9.9. Infestação em lavoura e inflorescência de junquinho (*Cyperus difformis*) (Fotos: J.A. Noldin).



Figura 9.10. Infestação em lavoura e inflorescência de cuminho (*Fimbristylis miliacea*). (Fotos: J.A. Noldin).



Figura 9.11. Inflorescência e plântula de papuã (*Urochloa plantaginea*). (Fotos: V.G. Menezes).



Figura 9.12. Inflorescência e tubérculos de tiririca-amarela (*Cyperus esculentus*) (Fotos: V.G. Menezes).



Figura 9.13. Infestação em lavoura e inflorescência de junquinho (*Cyperus iria*). (Fotos: V.G. Menezes).



Figura 9.14. Infestação em lavoura por milhã (*Digitaria* sp.). (Foto: V.G. Menezes).



Figura 9.15. Plântula e infestação em lavoura de capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) (Fotos: V.G. Menezes).



Figura 9.16. Infestação em lavoura por capim-de-várzea (*Eriochloa punctata*) (Foto: V.G. Menezes).



Figura 9.17. Planta de capim-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) (Foto: V.G. Menezes).



Figura 9.18. Infestação em lavoura e inflorescência de grama-boiadeira (*Leersia hexandra*) (Fotos: D.S. Eberhardt e V.G. Menezes).



Figura 9.19. Inflorescência e planta de capim-do-banhado (*Panicum dichotomiflorum*) (Fotos: V.G. Menezes).



Figura 9.20. Inflorescência e planta de lombobranco (*Paspalum modestum*) (Fotos: V.G. Menezes).

10 - INSETOS E OUTROS FITÓFAGOS

Algumas espécies de insetos e outros fitófagos que ocorrem na cultura do arroz irrigado nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina possuem potencial para atingir níveis populacionais de dano econômico e causar perdas de produtividade da ordem de 15 a 30%.

De maneira geral, a planta de arroz pode ser atacada em diferentes partes por diversos grupos de insetos e outros fitófagos:

- a) sementes, plântulas e raízes – são atacadas, principalmente, por larvas e adultos de coleópteros, pulgões, pássaros e caramujos;
- b) colmos e folhas – são atacados por insetos mastigadores, sugadores e raspadores, sendo os dois primeiros grupos os mais importantes;
- c) grãos – são atacados por um conjunto de insetos sugadores que afetam diretamente a quantidade e a qualidade do arroz, e por pássaros. Eventualmente, algumas espécies de grãos armazenados podem iniciar a infestação de grãos no campo, antes da colheita (vide Capítulo 13 – Tecnologia de colheita, pós-colheita e industrialização de grãos e sementes).

Atualmente, o controle de insetos é feito, predominantemente, por meio de inseticidas químicos, porém, também podem ser utilizados métodos culturais, mecânicos, físicos e biológicos. A integração desses métodos, num programa de manejo integrado de pragas (MIP), além de conservar o agroecossistema, torna mais racional o controle das pragas do arroz irrigado.

As recomendações técnicas para o controle de insetos e outros fitófagos na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina preconizam o emprego de medidas integradas de manejo que reduzam os danos causados à cultura.

Os insetos, conforme o potencial de dano, são classificados como de importância primária, secundária e eventual. Dentro de cada classe estão ordenados segundo a época de ocorrência nas lavouras.

10.1 - Insetos-pragas de importância primária, épocas de ocorrência, tipo de dano e medidas de controle

10.1.1 - Pulgão-da-raiz (*Rhopalosiphum rufiabdominale*)

O pulgão-da-raiz (Figura 10.1.a-b) é um inseto de ocorrência esporádica, que predomina em arrozais implantados no início da estação de cultivo (até a 2ª quinzena de setembro), no sistema de cultivo mínimo, no Planalto da Campanha (“Fronteira Oeste”) do Rio Grande do Sul, excepcionalmente em anos com escassez de chuvas. Na safra 2013/14, porém, surtos desse inseto foram detectados na Zona Sul do Estado do RS. O inseto suga raízes e colmos de plantas novas de arroz, próximo ao nível do solo, principalmente no período que antecede a inundação da lavoura. As plantas atacadas amarelecem, murcham e morrem. Dependendo do nível de infestação ocorre redução drástica da população de plantas, comprometendo o estabelecimento da cultura. Após a inundação o inseto pode manter-se em locais secos, como no topo das taipas e “coroas” (Figura 10.1.c). Solos mais arenosos ou indevidamente preparados, com muitos torrões, são favoráveis à infestação do inseto.

a) Controle cultural: a inundação dos quadros infestados propicia a redução da população do inseto.

10.1.2 - Lagarta-da-folha (*Spodoptera frugiperda*)

A lagarta-da-folha ou lagarta-militar (Figura 10.1.d-f) atinge, em determinados anos, níveis populacionais elevados, caracterizando-se como uma praga de ocorrência cíclica, em todas as regiões orizícolas do Rio Grande do Sul. Apesar de o ataque iniciar por ocasião da emergência das plantas, pode estender-se à fase de emissão das panículas. Quando ocorre antes da inundação da lavoura, além de alimentar-se de folhas, a lagarta corta os colmos novos rente ao solo, podendo destruir grande parte ou totalmente o arrozal. Quando a lavoura já está inundada, corta os colmos e folhas no nível da superfície da lâmina de água. Há maior risco de ocorrência do inseto em arrozais situados próximos a lavouras de milho e sorgo.

- a) **Controle cultural:** a inundação da lavoura, na fase inicial de crescimento das plantas, reduz drasticamente a população do inseto por afogamento, falta de alimento ou consumo por pássaros.
- b) **Controle químico:** como a cultura do arroz irrigado insere-se num agroecossistema sensível à interferência de práticas que podem gerar impactos ambientais negativos, a aplicação de inseticidas químicos indicados para o controle da lagarta-da-folha (Tabela 10.1), deve estar fundamentada no princípio dos níveis populacionais de controle (NCE) e de dano econômico (NDE)¹¹. Para tal, a partir da emergência das plantas, no período pré-inundação, em intervalos semanais, vistoriar o maior número possível de pontos do arrozal (0,5 x 0,5 m), ao longo de linhas transversais imaginárias. Para cada lagarta de 1 cm ou mais de comprimento/m², isto é, em média uma lagarta a cada quatro pontos vistoriados, há a expectativa de redução de 1% na produtividade. Atentar principalmente para áreas dos arrozais mais infestadas com capim-arroz na fase inicial, onde geralmente há maior incidência do inseto.
- c) **Controle biológico:** proporcionar condições favoráveis ao controle biológico natural, adotando procedimentos compatíveis com a preservação do complexo de parasitoides e predadores que atuam sobre o inseto.

¹¹O NDE é o nível populacional de uma determinada espécie de inseto, o qual, ao ser atingido, provoca uma perda de produção cujo valor econômico se equivale ao custo do controle (custo de inseticidas, equipamentos, mão de obra, etc.) comparado ao valor estimado de perdas de produtividade. O NCE corresponde ao nível populacional em que o controle deve ser iniciado para evitar que o NDE seja atingido. Inseticidas sem registro no MAPA não podem ser utilizados. No âmbito da proibição há, no mínimo, três aspectos básicos inerentes ao Manejo Integrado de Pragas (MIP): desconhecimento da eficácia de controle do inseto, segurança do alimento e segurança ambiental.

10.1.3 - Gorgulho-aquático/ Bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*)

É um dos mais importantes insetos-pragas da cultura do arroz irrigado, de ocorrência crônica em todas as regiões orizícolas dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Gorgulho-aquático é a denominação atribuída ao inseto adulto (Figura 10.1.g) e bicheira-da-raiz às suas larvas (Figura 10.1.h).

a) Gorgulho-aquático

Os gorgulhos são encontrados logo após a entrada de água (de precipitação pluvial ou de irrigação) nas lavouras, alimentando-se das folhas e produzindo faixas longitudinais descoladas de aproximadamente 1,5 mm de largura. Ao mesmo tempo, ovipositam em partes submersas da bainha foliar. No sistema pré-germinado, os adultos podem danificar, na semente, o mesocótilo e a radícula, impedindo a emergência da plântula de arroz. As primeiras lavouras instaladas dentro do período recomendado para o cultivo geralmente são as mais infestadas, pois a maioria dos gorgulhos hibernantes migra para essas áreas. A semeadura escalonada, em lavouras muito extensas, também aumenta o risco de infestação contínua pelo inseto, das partes antes instaladas às subsequentes.

a.1) Controle físico: armadilhas luminosas, instaladas sobre taipas, servem para a captura de gorgulhos-aquáticos, em grande quantidade. Nas armadilhas devem ser utilizadas lâmpadas fluorescentes tipo luz negra BL.

a.2) Controle químico: em áreas com histórico de ocorrência, o controle pode ser obtido por meio do tratamento de sementes com os inseticidas indicados na Tabela 10.1. Não sendo as sementes tratadas, o controle químico do gorgulho-aquático pode ser ainda efetuado por meio da pulverização foliar de inseticidas, pós-inundação da lavoura, porém, desde que seguido o princípio dos NCE e NDE. Os inseticidas (Tabela 10.1) devem ser pulverizados, no máximo, cinco dias após a inundação, quando grande quantidade de gorgulhos já migrou às margens do arrozal. O objetivo é interromper os processos de acasalamento e oviposição. O monitoramento da população de gorgulhos deve ser iniciado entre o 2º e o 3º dia após a inundação e mantido até o 7º dia, averiguando-se a presença do inseto em, no mínimo, dez locais do arrozal mais propensos às infestações. Para tal, deve ser observada a folha mais nova de vinte plantas, quanto à presença de lesões causadas pela alimentação do inseto. Se mais de 50% das plantas contiverem folhas lesionadas, a pulverização é necessária. É importante considerar que, inicialmente, sempre há maior concentração de gorgulhos, ao longo das margens ou nas primeiras partes inundadas da lavoura, onde se mantém em alimentação nas folhas mais novas de arroz. Para evitar a progressão das infestações do inseto, das bordas para uma área maior de lavoura, podem ser aplicadas pulverizações foliares nas margens dos quadros, perfazendo, no máximo, 30% da área total.

b) Bicheira-da-raiz

As larvas podem ser encontradas alimentando-se das raízes de arroz a partir de dez dias após a inundação da lavoura, quando causam os principais prejuízos. As plantas atacadas apresentam tamanho reduzido, coloração amarelada e folhas eretas e secas na extremidade (Figura 10.1.i). Os prejuízos causados pela bicheira-da-raiz tendem a ser mais drásticos em cultivares de ciclo curto, pois o período no qual pode ocorrer a recuperação do sistema radicular cortado pelas larvas, a fase vegetativa, é menor nessas cultivares. Maior intensidade da infestação larval é constatada em pontos da lavoura onde a profundidade da água é maior. Em algumas lavouras, porém, as infestações são generalizadas, independentemente da profundidade de água.

- b.1) Controle cultural:** algumas medidas práticas contribuem para a redução dos danos causados pela bicheira-da-raiz, tais como: sistematização (“aplainamento”) do solo; limpeza dos canais de irrigação e adubação nitrogenada suplementar (até 50% da dose recomendada de N/ha no sistema pré-germinado) somente até o início da diferenciação da panícula (IDP). A utilização de cultivares resistentes à bicheira-da-raiz, como BRS Atalanta e BRS Firmeza, contribui para a redução dos danos causados pelo inseto à cultura.
- b.2) Controle químico:** no caso de não ter sido efetuado o tratamento de sementes ou o controle de adultos, seguindo o princípio dos NCE e NDE, o controle químico da bicheira-da-raiz pode ser efetuado por meio de inseticidas (Tabela 10.1) aplicados diretamente na água de irrigação. As aplicações, baseadas em monitoramentos da população larval devem ocorrer, no máximo, 20 dias após a inundação. O monitoramento deve ser realizado a partir de dez dias após a emergência das plântulas, em arroz pré-germinado ou da inundação em cultivos oriundos de semeadura em solo seco (semeadura direta, cultivo mínimo e convencional). A presença de insetos deve ser averiguada, no mínimo, em dez locais definidos ao acaso na lavoura. É importante considerar que maior densidade larval tende a ocorrer em locais onde a profundidade da água é maior. Em cada local, retirar quatro plantas com solo e raízes, agitar as plantas sob água, em um balde ou numa peneira, para liberação e contagem das larvas. A cada larva/planta, em média, a partir de uma infestação base de 5 larvas/planta², é esperada uma redução de 1,1% e 1,5% na produtividade de cultivares de ciclo médio e precoce, respectivamente.

10.1.4 - Percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*)

O percevejo-do-colmo (Figura 10.2.a), também de ocorrência crônica, é o segundo inseto de importância econômica da cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil. Esse percevejo pode ser encontrado nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura, provocando os sintomas conhecidos por “coração-morto” e “panícula-branca”, respectivamente (Figura 10.2.b-c).

O inseto, preferencialmente, infesta plantas situadas nos pontos da lavoura não atingidos pela lâmina de água, como o topo das taipas, e em plantas próximas aos sítios de hibernação. Por esse motivo, no Rio Grande do Sul, a incidência é maior em lavouras implantadas em áreas inclinadas, predominantes na “Fronteira Oeste”. Esse tipo de lavoura, por exigir maior proximidade entre taipas, sobre as quais o arroz também é semeado, proporciona condição favorável ao desenvolvimento do inseto.

² A bicheira-da-raiz somente causa danos econômicos às cultivares de arroz atualmente utilizadas, se a infestação média for superior a 5 larvas/planta.

- a) **Controle cultural:** a eliminação de restos culturais, em pós-colheita, é eficiente na redução da infestação remanescente em áreas anteriormente infestadas pelo percevejo-do-colmo. Pode ser implementada por meio de pastoreio, destruição de taipas e, fundamentalmente, pelo preparo antecipado do solo. Sítios de hibernação do percevejo-do-colmo e plantas hospedeiras intermediárias, no entorno das lavouras, devem ser destruídos logo após a colheita e se estender à entressafra. Em lavouras sistematizadas, procurar manter, ou mesmo elevar, a lâmina de água durante a fase de perfilhamento do arroz.
- b) **Controle biológico:** em pequenas lavouras a introdução de marrecos-de-pequim com idade aproximada de 20 dias, associada à elevação da lâmina de água, contribui para a redução da população do percevejo-do-colmo. Recomenda-se ainda, proporcionar condições favoráveis ao controle biológico natural, adotando procedimentos compatíveis com a preservação do complexo de parasitoides, predadores e fungos entomopatogênicos que atuam sobre o inseto.
- c) **Controle químico:** seguindo o princípio dos NCE e NDE, o controle químico do percevejo-do-colmo pode ser efetuado com os inseticidas indicados na Tabela 10.1. Para tal, monitorar a população do inseto a partir do início do perfilhamento das plantas, em intervalos semanais, à fase de floração. Como no início do perfilhamento grande número de percevejos hibernantes permanece na base das plantas, é recomendada a contagem desses entre os colmos, em no mínimo 30 pontos de amostragem equidistantes. No caso de lavouras em áreas inclinadas, efetuar esse monitoramento nas porções da lavoura sem lâmina d'água. A contagem de percevejos deve ser feita em 1,5 m de linha ou numa área imaginária de 0,25 m². A cada inseto adulto/m², em média, é esperada uma redução de 1,2% na produtividade.

10.1.5 - Percevejo-do-grão (*Oebalus poecilus* e *Oebalus ypsilongriseus*)

O percevejo-de-grão (Figura 10.2.d-e) é um inseto de ocorrência crônica nas lavouras do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Ambas podem prejudicar a cultura do arroz, do enchimento ao amadurecimento dos grãos. Plantas daninhas, como o arroz-daninho e o capim-arroz, podem atrair o inseto à lavoura ainda em épocas de início do desenvolvimento das plantas de arroz. A natureza e a extensão do dano dependem do estágio de desenvolvimento do grão. Espiguetas com endosperma leitoso, atacadas pelo inseto, podem tornar-se totalmente vazias, sendo conhecidas por “grãos chochos”, enquanto que espiguetas com endosperma pastoso, quando atacadas, originam grãos “gessados” com manchas escuras, o que diminui o rendimento de engenho. Esses danos de grãos manchados se acentuam no processo de parboilização do arroz (Figura 10.2.f).

- a) **Controle cultural:** evitar, quando possível, o plantio escalonado de arroz em áreas com histórico de danos do inseto; destruir, no interior das lavouras, focos de plantas hospedeiras nativas, principalmente de capim-arroz; ainda, durante o período de cultivo de arroz, criar condições favoráveis à concentração do inseto, em faixas marginais nos arrozais, quer por meio da adubação nitrogenada mais elevada nestas faixas ou pela semeadura de cultivares precoces ou superprecoces de arroz, visando ao controle localizado (princípio da “cultura armadilha”).
- b) **Controle físico:** em pequenas lavouras, catação manual de massas de ovos nos focos

de infestação e destruição por métodos físicos, geralmente queima.

- c) **Controle biológico:** proporcionar condições favoráveis ao controle biológico natural, adotando procedimentos compatíveis com a preservação do complexo de parasitoides e predadores que atuam sobre o inseto. Neste aspecto, as massas de ovos retiradas por catação manual podem ser depositadas em gaiolas teladas para a criação dos parasitoides de ovos.
- d) **Controle químico:** de acordo com o princípio dos NCE e NDE, o controle químico do percevejo-do-grão pode ser efetuado com os inseticidas indicados na Tabela 10.1. Para tal, a partir do final de perfilhamento ao início do amadurecimento das panículas, em horários com temperaturas mais amenas, identificar prováveis focos de infestação inicial do inseto (locais com plantas de arroz vigorosas e com plantas daninhas hospedeiras, como capim-arroz e arroz-daninho). Monitorar a população do inseto nesses locais e no entorno, usando rede de varredura, com aro de 38 cm de diâmetro, executando, no mínimo, 30 golpes pendulares/área de amostragem em 10 locais. Há indicativos de que cedo, pela manhã, e no final da tarde é que ocorrem as melhores condições à captura do percevejo. Para cada inseto adulto capturado/m², em média, é esperada uma redução de 1% na produção de grãos, sem considerar ainda possíveis perdas qualitativas.

10.1.6 - Lagarta-da-panícula (*Pseudaletia* spp.)

Lagartas das espécies *Pseudaletia adultera* e *Pseudaletia sequax* (Figura 10.2.g-h), ao destruir panículas de arroz, provocam perdas de produtividade no Rio Grande do Sul. A partir da safra 2013/14, essas lagartas foram detectadas em Santa Catarina, na Região Sul e no Vale do Rio Itajaí. Durante o dia, as lagartas se mantêm protegidas na parte baixa do dossel, sob torrões e entre os colmos de plantas de arroz. Somente à noite migram para a parte apical das plantas para atacar panículas. Apesar desse hábito dificultar a visualização das lagartas nas lavouras, sua constatação pode ser feita por meio dos sinais de ataque, que são partes de panículas caídas ao solo (Figura 10.2.i). O ataque normalmente inicia nas bordaduras, taipas e partes mais secas das lavouras, podendo expandir-se às demais áreas.

- a) **Controle cultural:** destruição de restos culturais de lavouras que foram infestadas pelo inseto, para reduzir a população remanescente, podendo ser obtida por meio de pastoreio ou preparo do solo.
- b) **Controle biológico:** proporcionar condições favoráveis ao controle biológico natural, adotando procedimentos compatíveis com a preservação do complexo de parasitoides e predadores que atuam sobre a lagarta-da-panícula.
- c) **Controle químico:** Os inseticidas indicados para o controle da lagarta-da-panícula estão listados na Tabela 10.1. Atentar para os períodos de carência dos produtos.

10.2 - Insetos-pragas de importância secundária, épocas de ocorrência, tipo de dano e medidas de controle

10.2.1 - Cascudo-preto (*Euethola humilis*) e Pulga-do-arroz (*Chaetocnema* sp.)

Cascudo-preto é a denominação atribuída ao inseto adulto (Figura 10.3.a) enquanto as larvas são conhecidas por “pão-de-galinha” ou “coró” (Figura 10.3.b). O cascudo-preto é um inseto de ocorrência esporádica, em todas as regiões orizícolas do Rio Grande do Sul. Ocorre na forma de surtos, aproximadamente, a cada dez anos, causando danos severos às raízes e à base de grande quantidade de plantas de arroz (Figura 10.3.c), no período que antecede a inundação da lavoura. As larvas ocorrem no mesmo período, de forma concentrada, podendo manter-se após a inundação em pontos mais elevados da lavoura (“coroas”), porém, sem causar danos expressivos às plantas. Excepcionalmente, o cascudo-preto pode ocorrer ao final do ciclo da cultura, após a retirada da água de irrigação (drenagem) da lavoura, cortando a base de quantidade expressiva de plantas de arroz, causando acamamento e, portanto, dificultando a colheita mecanizada. Este inseto não é problema no sistema de cultivo de arroz pré-germinado, uma vez que causa danos às plantas apenas em condições de solo seco.

A pulga-do-arroz (Figura 10.3.d) também de ocorrência esporádica, principalmente, na região da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, é prejudicial às plantas de arroz apenas no período compreendido entre a emergência das plântulas e a inundação da lavoura. Raspa o limbo foliar, o que, especialmente, em condições de muito vento, pode rasgar a ponta das folhas, atrasando o desenvolvimento ou mesmo a morte de quantidade significativa de plantas, comprometendo o estabelecimento da cultura (Figura 10.3.e).

- a) **Controle cultural:** a inundação dos quadros infestados propicia a redução da população do cascudo-preto e de suas larvas, bem como da pulga-do-arroz. Esses dois insetos dificilmente ocorrem em cultivos de arroz pré-germinado devido ao efeito impeditivo que a água, usada para o encharcamento do solo, exerce no seu estabelecimento nesse tipo de lavoura.
- b) **Controle físico:** armadilhas luminosas são relativamente eficientes para a coleta massal do cascudo-preto, quando instaladas próximo a canais de irrigação e açudes. Nas armadilhas podem ser utilizados vários tipos de fontes de luz, como a chama de lampião e, sobretudo, lâmpadas fluorescentes tipo luz negra ou tipo luz do dia.

10.2.2 - Lagarta-boiadeira (*Nymphula* spp.) e Brocas-do-colmo (*Ochetina uniformis*, *Diatraea saccharalis* e *Rupela albinella*)

A lagarta-boiadeira (Figuras 10.3.f-g) é mais frequente no cultivo de arroz pré-germinado, com ocorrência crônica no estado de Santa Catarina. Corta as folhas de plantas novas, por ocasião do início da inundação (Figura 10.3.h). Inicialmente, se alimenta do tecido das folhas, causando lesões somente na epiderme inferior, dando um aspecto esbranquiçado à lavoura. As lagartas se protegem em cartuchos confeccionados com folhas cortadas, os quais flutuam na água, podendo espalhar-se pela lavoura, concentrando-se em pontos onde a profundidade da água é maior. À noite e nas horas de temperatura amena do dia, as lagartas sobem nas plantas de arroz para se alimentar.

Ochetina uniformis (Figura 10.4.a) é um gorgulho aquático também conhecido por broca-

-do-colmo ou broca-do-colo, que ocorre esporadicamente, na fase vegetativa da cultura, a partir do início da inundação, tanto no Rio Grande do Sul como em Santa Catarina. Apresenta distribuição agregada e causa danos mais intensos às margens dos arrozais. As larvas (Figura 10.4.b), ao perfurarem a base dos colmos em formação e alimentarem-se do seu interior, provocam o sintoma de “coração-morto” e a morte de perfilhos, o que resulta em menor quantidade de panículas.

As outras duas espécies de brocas-do-colmo são *Diatraea saccharalis* (Figuras 10.4.d-e) e *Rupela albinella* (Figura 10.4.f-g), ambas de ocorrência esporádica. Suas lagartas, além de provocarem o sintoma de “coração-morto” na fase vegetativa, causam o sintoma de “panícula-branca” na fase reprodutiva. No interior dos colmos e ao redor dos orifícios de entrada das lagartas pode ser observada uma massa pulverulenta composta por resíduos alimentares e fecais. Cultivares com plantas mais altas, colmos mais grossos e folhas glabras (“lisas”), principalmente, quando submetidas a elevadas doses de nitrogênio, tendem a ser mais suscetíveis a esses insetos.

- a) **Controle cultural:** a drenagem de áreas da lavoura infestadas pela lagarta-boiadeira, por um período de dois a três dias, reduz substancialmente a população desse inseto, visto não sobreviver em ambiente seco. A destruição dos restos culturais de lavouras que foram infestadas por brocas-do-colmo é recomendada para reduzir a população remanescente dos insetos. Pode ser obtida por meio de pastoreio ou preparo antecipado do solo. Para o controle de brocas-do-colmo, é recomendada ainda a tática da “cultura armadilha”, tornando plantas de arroz (às margens das lavouras) mais atrativas aos insetos, por meio de doses elevadas de nitrogênio.
- b) **Controle biológico:** proporcionar condições favoráveis ao controle biológico natural das brocas-do-colmo, adotando procedimentos compatíveis com a preservação do complexo de parasitoides e predadores que atuam sobre esse inseto.

10.2.3 - Percequito (*Collaria scenica*)

O percequito ou percevejo-raspador (Figura 10.4.h) é um inseto de pastagens e cereais de inverno que pode infestar lavouras de arroz irrigado, principalmente em regiões de clima mais frio. Esse percevejo causa dano direto ao inserir o aparelho bucal, ao longo das nervuras da folha, e se alimentar do conteúdo celular, gerando estrias esbranquiçadas longitudinais e amarelimento das pontas (Figura 10.4.i). O percequito é de ocorrência cíclica e surge em focos na lavoura, a partir do período de perfilhamento, preferencialmente onde as plantas estão mais vigorosas.

- a) **Controle cultural:** manejar adequadamente as plantas daninhas, eliminando as gramíneas hospedeiras desse inseto. Reforçar a adubação nitrogenada nas reboleiras, para recuperar as plantas.
- b) **Controle químico:** não existem produtos registrados no MAPA para o controle químico do percequito em lavouras de arroz irrigado.

10.2.4 - Verme-de-sangue ou minhokinha-vermelha (*Chironomus* spp.)

O verme-de-sangue ou minhokinha-vermelha é a larva de um díptero quironomídeo (Figura 10.4.j-k) que pode causar danos à cultura do arroz irrigado, principalmente no sistema pré-germinado. Nos casos de surtos populacionais, favorecidos pela palha do arroz em decomposição nos quadros alagados, essas larvas podem cortar as radículas das plântulas e raspar a coifa da raiz ou o ponto de crescimento do epicótilo, comprometendo a germinação das sementes.

- a) **Controle cultural:** manejar adequadamente a palha do arroz na entressafra, para que a mesma se decomponha antes do preparo do solo para plantio (vide Capítulo 5 - Adequação da área e sistema de cultivo). A drenagem de quadros infestados pelo verme-de-sangue, por um período de dois a três dias, reduz os danos causados pelo inseto.
- b) **Controle químico:** não existem produtos registrados no MAPA para o controle químico do verme-de-sangue em lavouras de arroz irrigado.

10.2.5 - Sogata (*Tagosodes orizicolus*)

A sogata (Figura 10.5.a-c) é um inseto de ocorrência recente nas lavouras de Santa Catarina, com alguns registros de ocorrência no Rio Grande do Sul. No estado catarinense tornou-se praga crônica, com as maiores populações ocorrendo no verão, durante a fase reprodutiva do arroz. O inseto suga a seiva do arroz, nas folhas, talos e panículas, causando o amarelecimento e posterior seca das partes verdes da planta, com perdas significativas na produção em caso de infestação severa. A excreção do excesso de seiva sugada leva ao surgimento de fumagina nas folhas dos estratos inferiores.

- a) **Controle cultural:** destruição de restos culturais após a colheita, evitando sistematicamente o cultivo da soca em áreas previamente infestadas.
- b) **Controle biológico:** proporcionar condições favoráveis ao controle biológico natural, adotando procedimentos compatíveis com a preservação do complexo de predadores que atuam sobre o inseto, especialmente a fauna de aranhas.
- c) **Controle químico:** embora a sogata já esteja prevista como praga do arroz no Agrofit (http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons - delfacideo-do-arroz), não há inseticidas registrados para seu controle na cultura. No início das infestações, pode ser interessante o uso de algum inseticida microbiológico, a base de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* ou *Isaria fumosorosea*. O monitoramento da população pode ser feito com rede de varredura, com aro de 30 cm de diâmetro, executando 20 golpes pendulares/área de amostragem em 10 locais. O NDE é atingido com populações de 120 cigarrinhas por amostra de rede.

10.3 - Outros fitófagos, épocas de ocorrência, tipo de dano e medidas de controle

Dentre os outros fitófagos prejudiciais à cultura do arroz irrigado por inundação destacam-se os pássaros granívoros e os caramujos.

10.3.1 - Pássaros granívoros (*Agelaius ruficapillus*, *Molothrus bonariensis* e *Sicalis flaveola*)

Os pássaros granívoros (Figura 10.5.d-f) danificam a cultura do arroz em duas fases distintas. Na fase inicial alimentando-se de sementes e plântulas, e na fase reprodutiva das plantas, quando se alimentam de grãos em formação.

As estratégias para manejo dos pássaros granívoros no ecossistema de arroz irrigado consideram as causas do aumento populacional e ações para reduzir seus danos nos períodos de semeadura e de maturação do arroz.

- a) **Ações para reduzir danos na fase inicial da cultura:** buscar a sincronia da época

de semeadura de lavouras de uma mesma região; estabelecer uma adequada população de plantas na lavoura, aumentando a densidade de semeadura em áreas próximas até 200 m de banhados e matos; não remover totalmente a água de irrigação dos quadros de arroz pré-germinado após a semeadura; manter os arrozais e suas bordas livres de plantas daninhas.

- b) **Ação para reduzir danos na fase de colheita:** redução do período de exposição do arroz maduro ao ataque dos pássaros granívoros.
- c) **Ações de caráter geral para evitar o aumento populacional no ecossistema:** evitar perdas durante a colheita; reduzir acúmulo de resíduos da pré-limpeza de arroz nas propriedades rurais; reduzir perdas de arroz em rodovias por ocasião do transporte a indústrias; extermínio de pássaros por meios autorizados (captura em armadilhas ou caça); manter nas propriedades, distantes das lavouras de arroz, áreas com alimentos alternativos, se possível, que facilitem a aplicação da tática da cultura armadilha.

10.3.2 - Caramujos

Os caramujos (Figura 10.5.g-i) têm causado danos severos ao cultivo de arroz pré-germinado, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. No estado catarinense, no Alto e Médio Vale do Itajaí, ocorrem as espécies *Physa acuta*, *Biomphalaria peregrina* e *Biomphalaria tenagophila*, predominando a primeira. No Médio e Baixo Vale do Itajaí e no Sul do Estado tem ocorrido também a espécie *Pomacea canaliculata*.

No Rio Grande do Sul, foram identificadas as espécies *P. canaliculata*, *Physa marmorata* e *B. tenagophila*, sendo a primeira a mais prejudicial.

- a) **Controle cultural:** no manejo das populações de caramujos é fundamental manter a área de lavoura completamente drenada na entressafra; os seguintes procedimentos são indicados: drenagem e limpeza dos canais de irrigação e drenagem, eliminando substratos para fixação, postura e alimentação da praga; preparo do solo com enxada rotativa, para eliminar a população de moluscos residentes; aplicar cal virgem (1 kg/m³ de água) em canais onde houver água represada.
- b) **Controle físico:** instalação de telas nos canais de irrigação, buscando evitar a entrada de caramujos na lavoura por meio da água de irrigação; coleta e destruição de posturas e caramujos nos pontos de entrada de água e em canais.
- c) **Controle biológico:** o ataque aos caramujos, por fungos patogênicos e por predadores, como pássaros, principalmente o gavião-caramujeiro, intensifica-se em quadros bem drenados; implantação de poleiros na área, facilitando a captura de caramujos pelo gavião-caramujeiro; introdução de marrecos-de-pequim em pós-colheita.
- d) **Controle químico:** não existem produtos registrados no MAPA para o controle químico de caramujos em lavouras de arroz irrigado por inundação.

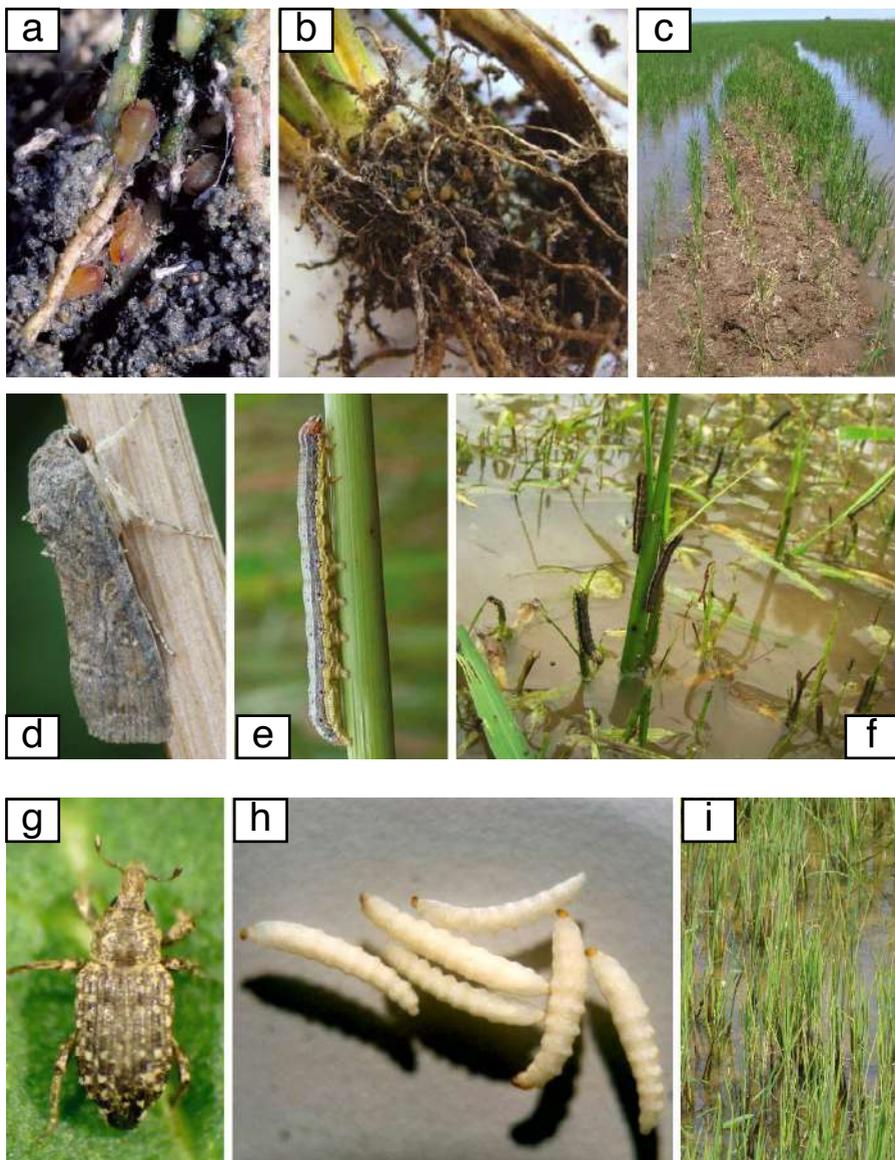


Figura 10.1. (a) Pulgão-da-raiz (*Rhopalosiphum rufiabdominale*) e (b) raízes infestadas por pulgão. Fotos: T.F.S. Freitas. (c) Taipa com plantas atacadas por pulgão-da-raiz. Foto: J.V. Oliveira. (d) Mariposa *Spodoptera frugiperda*. Foto: D. Beadle. (e) Lagarta-da-folha. Foto: FMC. (f) Infestação de lagarta-da-folha em lavoura irrigada. Foto: T.F.S. Freitas. (g) Gorgulho-aquático (*Oryzophagus oryzae*). Foto: E.R. Hickel. (h) Bicheira-da-raiz (larvas de *Oryzophagus oryzae*). Foto: H.F. Prando. (i) Plantas infestadas por bicheira-da-raiz. Foto: E.R. Hickel.

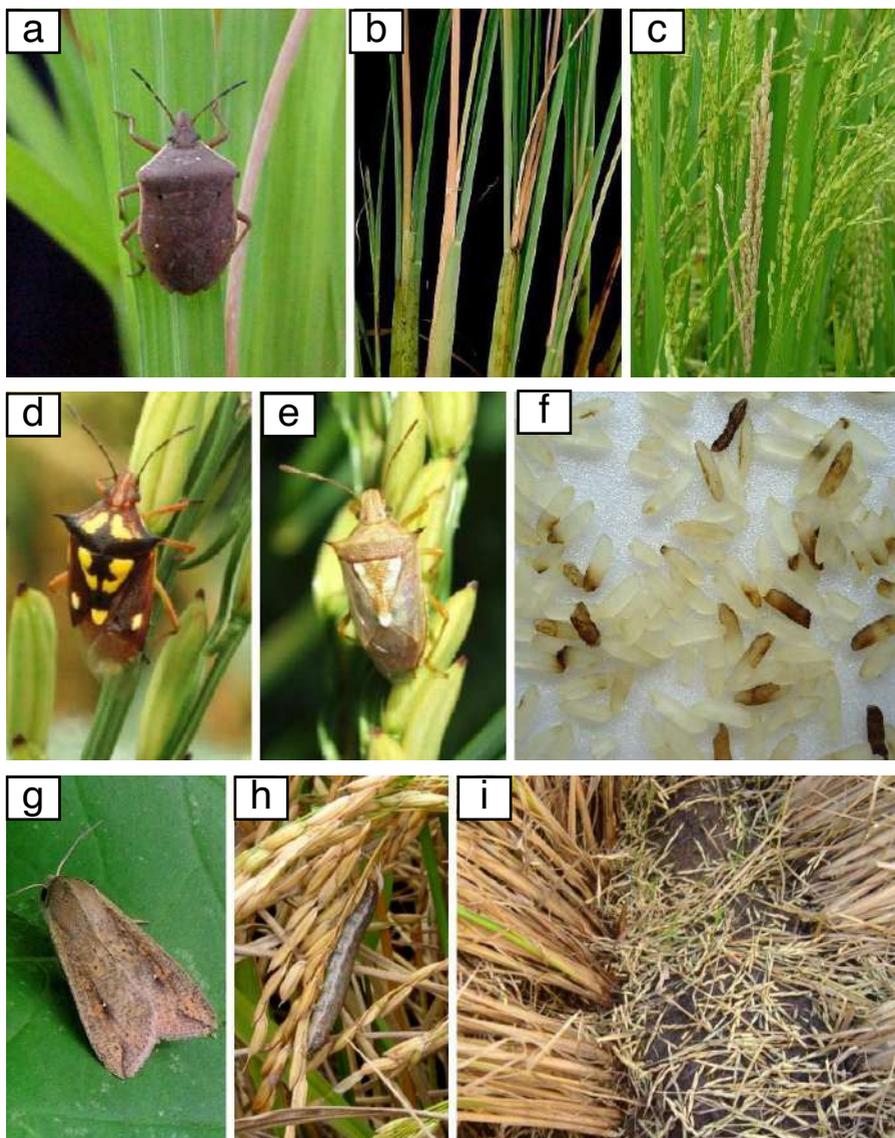


Figura 10.2. (a) Percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*). Foto: H.F. Prado. Sintomas de (b) coração-morto e (c) panícula-branca. Fotos: E.R. Hickel. Percevejos-do-grão: (d) *Oebalus poecilus* (e) *Oebalus ypsilon*. Fotos: J.A.F. Barrigossi. (f) Dano do percevejo-do-grão no arroz parboilizado. Foto: E.R. Hickel. (g) Mariposa *Pseudaletia sequax*. Foto: R. Curtis. (h) Lagarta-da-panícula (*Pseudaletia* sp.). Foto: T.S.F. Freitas. (i) Arroz no chão, cortado pela lagarta-da-panícula. Foto: T.F.S. Freitas.

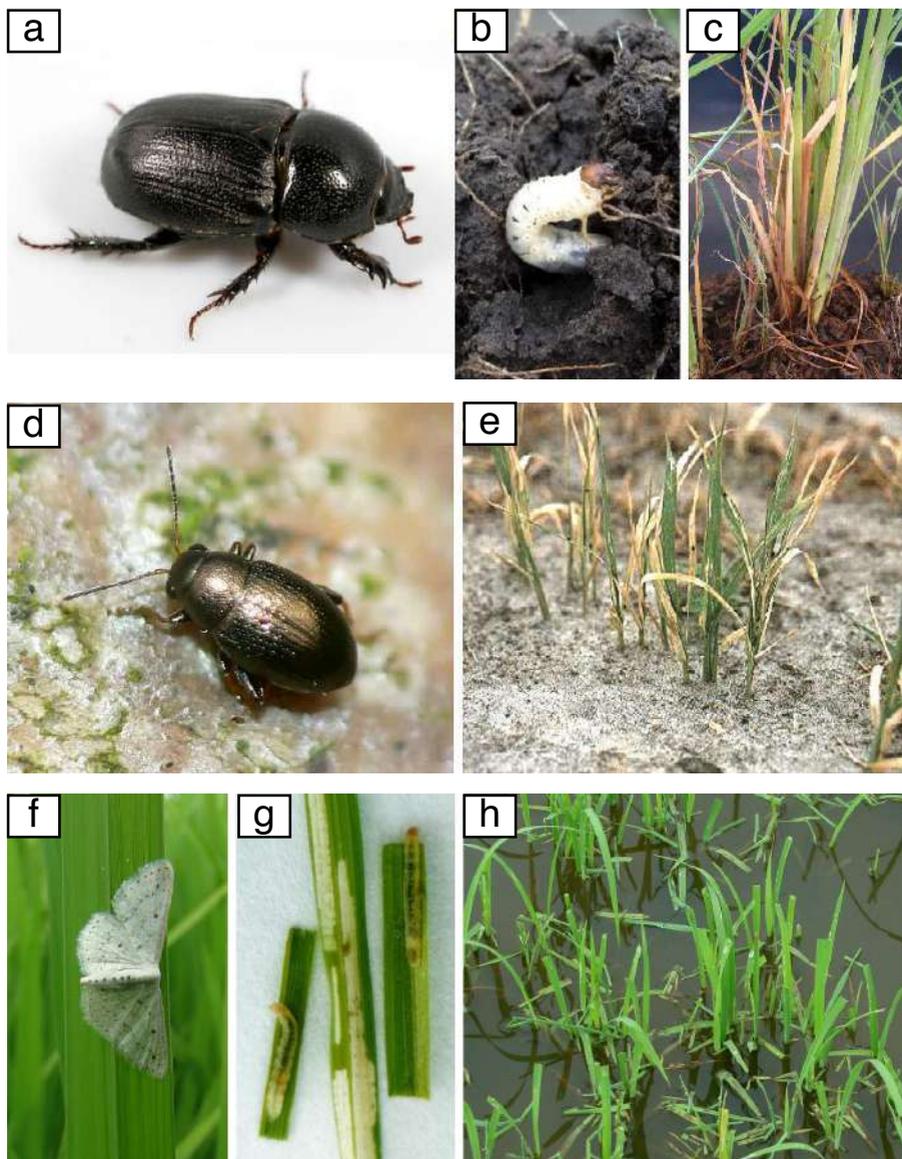


Figura 10.3. (a) Cascudo-preto (*Euetheola humilis*). Foto: Cotinis. (b) Coró (larva de *Euetheola humilis*). Foto: T.F.S. Freitas. (c) Planta atacada pelo cascudo-preto. Foto: E.R. Hickel. (d) Pulga-da-folha (*Chaetocnema* sp.). Foto: J. Peters. (e) Plantas atacadas pela pulga-da-folha. Foto: J.F.S. Martins. (f) Mariposa *Nymphula* sp. Foto: E.R. Hickel. (g) Lagarta-boiadeira (*Nymphula* sp.). Foto: H.F. Prando. (h) Plantas atacadas pela lagarta-boiadeira. Foto: E.R. Hickel.

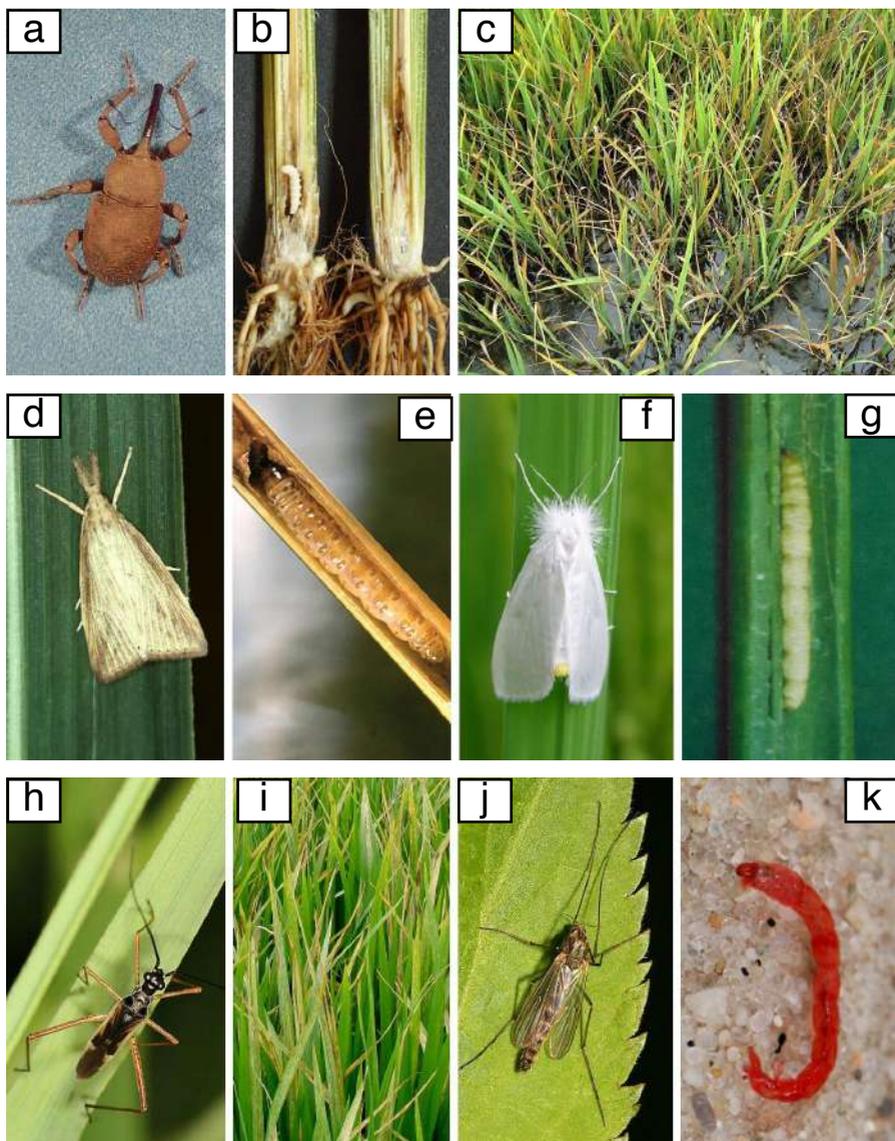


Figura 10.4. (a) Gorgulho (*Ochetina uniformis*). Foto: H.F. Prando. (b) Broca-do-colmo (larva de *Ochetina uniformis*) e dano na planta. Foto: E.R. Hickel. (c) Lavoura infestada pela broca-do-colmo. Foto: E.R. Hickel. (d) Mariposa *Diatraea saccharalis*. Foto: J.F.S. Martins. (e) Lagarta de *Diatraea saccharalis*. Foto: Bayer. (f) Mariposa *Rupela albinella*. Foto: E.R. Hickel. (g) Lagarta de *Rupela albinella*. Foto: E. Ferreira. (h) Percequito (*Colaria* sp.). Foto: T. Murray. (i) Folhas com danos de percequito. Foto: D.S. Eberhardt. (j) Pernilongo do gênero *Chironomus*. Foto: P. Base. (k) Verme-de-sangue ou minhoquinha-vermelha (*Chironomus* sp.). Foto: N. Sloth.

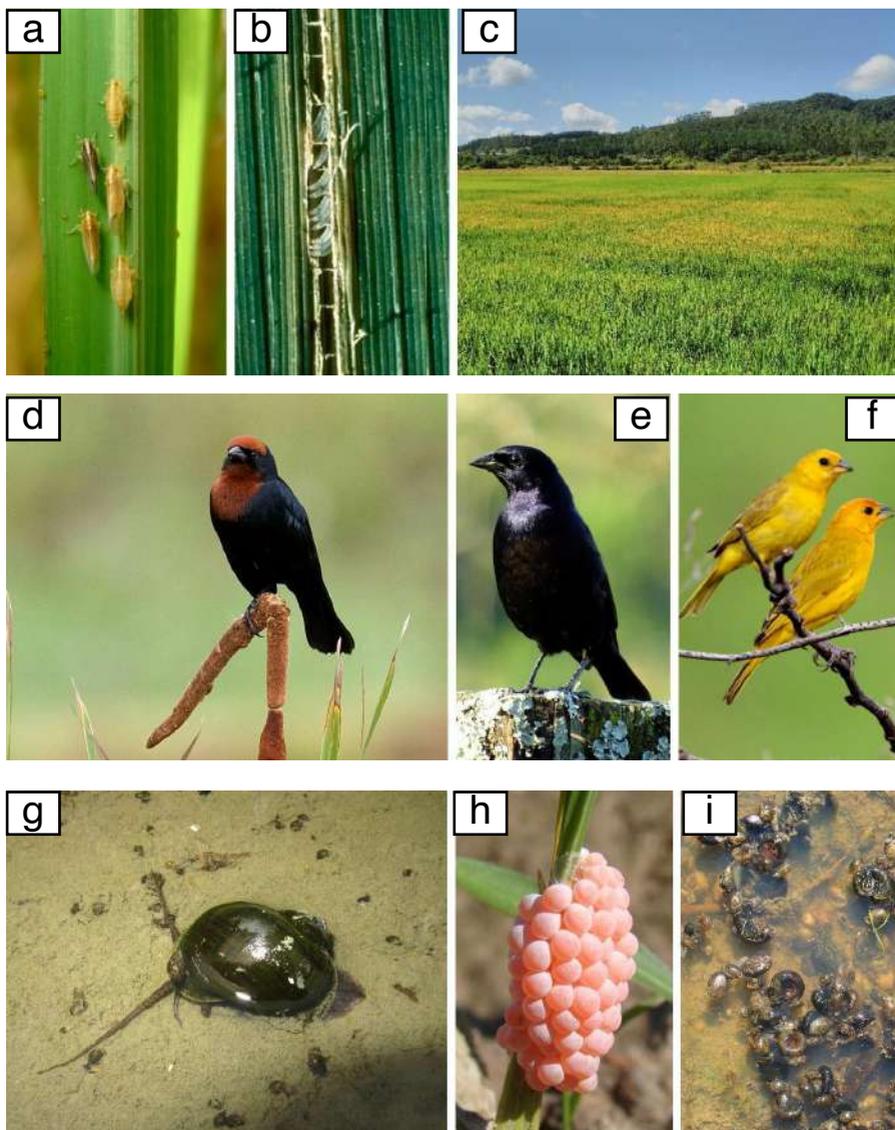


Figura 10.5. (a) Sogata macho e fêmeas. Foto: M.Cruz. (b) Ovos expostos na nervura. Foto: UGA. (c) Sintomas de ataque em lavoura. Foto: R. Junior. Pássaros granívoros: (d) Garibaldi (*Agelaius ruficapillus*). Foto: A. Grosset. (e) Chopim (*Molothrus bonariensis*). Foto: Flickr. (f) Canário-da-terra (*Sicalis flaveola*). Foto: L. Thompson. (g) Caramujo-grande (*Pomacea canaliculata*). Foto: Kempei. (h) Postura de *Pomacea canaliculata*. Foto: D.S. Eberhardt. (i) Caramujos-chatos (*Biomphalaria tenagophila*) e caramujos-pequenos (*Physella acuta*) acumulados na entrada de água do quadro. Foto: D.S. Eberhardt.

Tabela 10.1 - Inseticidas recomendados para o controle de insetos-praga em cultivos de arroz irrigado.

Método de aplicação	Sistema de cultivo ¹	Inseticida (produto comercial - p.c.)	Formulação ² e concentração ³ (g i.a./kg ou L)	Dose (kg ou L de p.c./ha ou 100 kg de semente)	Ingrediente ativo	Dose (g i.a./ha ou 100 kg de semente)	Classe toxicológica ⁴	Modo de ação (IRAC) ⁵
Bicheira-da-raiz (<i>Oryzophagus oryzae</i>)								
Tratamento de sementes ⁶		Cruiser 350 FS	FS 350	0,1 a 0,4	Tiametoxam	35 a 140	III	4A
		Cruiser 700 WS	WS 700	0,15 a 0,2	Tiametoxam	105 a 140	III	4A
		Gaucho FS	FS 600	0,35	Imidacloprido	210	III	4A
		Standak Top	FS 250 + 25 + 225	0,1 a 0,15	Fipronil + piraclostrobina + ifofanato-metílico	25 + 0,25 + 22,5 37,5 + 0,375 + 33,75	II	2B
Pulverização Foliar ⁷	CO, CM, PD	Standak	SC 250	0,12 a 0,15	Fipronil	30,0 a 37,5	III	2B
		Actara 250 WG	WG 250	0,1 a 0,15	Tiametoxam	25 a 37,5	III	4A
		Altacor	WG 350	0,0857	Clorantranilprole	30,0	III	28
		Bulldock 125 SC	SC 125	0,05	Beta-ciflutrina	6,25	II	3A
Distribuição na água de irrigação	CO, CM, PD, PG	Curbix 200 SC	SC 200	0,125 a 0,25	Etiprole	25 a 50	III	2B
		Oncol 10 G	GR 100	10 a 20	Benfuracarbe	1000 a 2000	III	1A

¹CM=cultivo convencional; PD=plântio direto; PG=plântio direto; PG=suspensão concentrada para tratamento de sementes; WS=pó dispersível para tratamento de sementes; SC=suspensão concentrada; WG=granulado dispersível; GR=granulado; ²g.i.a.=gramas de ingrediente ativo; ³g.i.a.=gramas de ingrediente ativo; ⁴Altamente tóxico-I; medianamente tóxico-II; pouco tóxico-IV; ⁵Classificação segundo IRAC ("Insecticide Resistance Action Committee"); 1A=inibidor de acetilcolinesterase; 2B=bloqueador de canais de cloreto; 3A=modulador de canais de sódio; 4A=modulador competitivo de receptores de acetilcolina; 28=modulador de receptores de rianodina; disponível em: http://docs.wixstatic.com/light/2bed6c_0942c97d407e4456ea83467af2f79d47.pdf; acesso em 20/08/2018. ⁶Doses indicadas para 100 kg de semente, tanto de cultivares convencionais como híbridas; ⁷Somente controle de adultos de *O. oryzae* (gongulho-aquático). Observação: as informações que constam nesta tabela estão de acordo com os registros no Agrofit (http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), acesso em 20/08/2018. continua...

Tabela 10.1 - Continuação

Método de aplicação	Sistema de cultivo ¹	Inseticida (produto comercial – p.c.)	Formulação ² e concentração ³ (g i.a./kg ou L)	Dose (kg ou L de p.c./ha ou 100 kg de semente)	Ingrediente ativo	Dose (g i.a./ha)	Classe toxicológica ⁴	Modo de ação (IRAC) ⁴
Lagarta-da-folha (<i>Spodoptera frugiperda</i>)								
Pulverização foliar	CO, CM, PD, PG	Arrivo 200 EC	CE 200	0,05 a 0,075	Cipermetrina	10 a 15	III	3A
Percevejo-do-colmo (<i>Tibraca limbativentris</i>)								
Pulverização foliar	CO, CM, PD, PG	Actara 250 WG	WG 250	0,1 a 0,15	Tiametoxam	25 a 37,5	III	4A
Percevejo-do-grão (<i>Oebalus pascillus</i>)								
Pulverização foliar	CO, CM, PD, PG	Safety	EC 300	0,3	Etofenproxi	90	III	3A
Lagarta-da-panícula (<i>Pseudaletia</i> spp.)								
Pulverização foliar	CO, CM, PD, PG	Altacor	WG 350	0,04 a 0,05	Clorantranilprole	14 a 17,5	III	28

¹CM=cultivo mínimo; CO=cultivo convencional; PD=plântio direto; PG=pré-germinado; ²CE=concentrado emulsionável; WG=granulado dispersível; ³g.i.a.=gramas de ingrediente ativo; ⁴Medianamente tóxico=III. ⁵Classificação segundo IRAC ("Insecticide Resistance Action Committee"); 3A=modulador de canais de sódio; 4A=modulador competitivo de receptores de acetilcolina; 28=modulador de receptores de inanodina; disponível em: http://docs.wixstatic.com/ugd/2bed6c_0942c97d407e4e5eaa83467a12f79d47.pdf, acesso em 20/08/2018. Observação: as informações que constam nesta tabela estão de acordo com os registros no Agrotif (http://extranet.agricultura.gov.br/agrotif_cons/principal_agrotif_cons), acesso em 20/08/2018.

11 – DOENÇAS

Dentre os fatores limitantes da expressão do potencial produtivo na cultura do arroz irrigado para Região Sul, estão as doenças causadas por diversos fitopatógenos incluindo fungos, vírus, bactérias e nematoides. A incidência e a severidade das doenças dependem da ocorrência de patógeno virulento, de ambiente favorável e da suscetibilidade das cultivares.

O objetivo deste capítulo é apresentar as principais doenças, seus agentes causais, os danos provocados e as condições edafoclimáticas favoráveis à sua ocorrência. Também serão relatadas as principais formas de controle destas doenças, incluindo controle genético, cultural (manejo da cultura), químico e biológico.

11.1 - Principais doenças, sua ocorrência e danos

Na Região Sul do Brasil, várias doenças incidem sobre a cultura do arroz irrigado, prejudicando a produtividade e a qualidade dos grãos colhidos. Entre elas, destaca-se como principal a brusone (*Pyricularia oryzae* (Cavara); *Magnaporthe oryzae* B. Couch – forma perfeita), cujos danos podem comprometer até 100% da produção da lavoura, em anos em que as condições se mostram favoráveis à doença. Em locais sem histórico da doença e em anos com condições ambientais desfavoráveis à sua ocorrência, os seus efeitos são menores, podendo até passarem despercebidos ao produtor.

Outras doenças com menor potencial de danos econômicos, com ocorrências comuns nas folhas e frequentes nos últimos anos nas regiões produtoras no RS e SC são: a mancha-parda (*Bipolaris oryzae*), a mancha-estreita (*Cercospora janseana* = *C. oryzae*) e a escaldadura-das-folhas (*Gerlachia oryzae* = *Microdochium oryzae*; *Monographella albescens* (Thüm.) - forma perfeita). As maiores severidades das duas primeiras doenças são observadas em solo sistematizado e/ou de baixa fertilidade, principalmente em potássio. A última é mais favorecida quando as plantas apresentam maior desenvolvimento da parte aérea, muitas vezes em função do excesso de adubação nitrogenada, em ambiente assemelhado às condições de ocorrência de brusone.

As doenças incidentes sobre colmos e bainhas (conhecidas como podridões e queimas) têm aparecido com relativa frequência nos últimos anos. Ainda não existem estudos conclusivos que quantifiquem, de maneira precisa, suas perdas sobre a produtividade. Apenas sabe-se que, em geral, a incidência é baixa, não ocasionando danos econômicos. Porém, em situações extremas, as doenças de colmos podem aumentar a ocorrência de acamamento em pontos isolados da lavoura, pois enfraquecem a porção basal das plantas, provocando sua debilidade frente aos fatores de acamamento. As principais doenças pertencentes a este grupo são: a podridão-do-colmo (*Sclerotium oryzae*), o mal-do-pé ou pé-preto (*Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*), a podridão-da-bainha (*Sarocladium oryzae* = *Acrocyndrum oryzae*), e a queima-das-bainhas (*Rhizoctonia solani*). Quanto às doenças incidentes diretamente sobre as espiguetas, a de maior ocorrência é a mancha-das-glumas, causada pela associação de vários fungos e bactérias. Sua maior incidência está associada a danos de baixas e/ou altas temperaturas e com a maior agressividade dos fungos, principalmente *Bipolaris* sp. e *Phoma* sp., depreciando a qualidade de sementes. Já a cárie ou carvão preto do grão (*Tilletia barclayana*) e o falso-carvão (*Ustilaginoidea virens*), de maneira geral, ocorrem esporadicamente nas lavouras, incidindo sobre poucos grãos nas panículas, resultando em perdas inexpressivas

da produtividade, na maioria das situações. Porém, após a alta epidemia de cárie na safra 2005/2006, em muitas áreas foi necessário empregar a prática preventiva de controle químico, protegendo o período de antese.

Outras doenças que ocorrem em algumas lavouras são aquelas ocasionadas pelo vírus do enrolamento do arroz (RSNV), pelo nematoide da ponta branca-do-arroz (*Aphelenchoides besseyi*) e pelos nematoides-das-galhas (*Meloidogyne graminicola*, *M. oryzae* e *M. ottersoni*).

Deve-se considerar que a ocorrência e o nível dos prejuízos causados pelas doenças antes descritas variam de ano para ano e de local para local, em função das variações naturais das condições ecológicas, meteorológicas, prevalência de raças dos patógenos, suscetibilidade de cultivares e manejo das práticas culturais. Como regra geral, o número de ocorrências e a severidade das doenças tendem a aumentar gradativamente à medida que se atrasa a época de semeadura, especialmente de cultivares suscetíveis.

11.2 - Condições edafoclimáticas que favorecem as doenças

As condições ambientais para favorecimento de doenças são determinadas pela interação entre variáveis meteorológicas (principalmente temperatura, umidade do ar e radiação solar), relevo e fertilidade do solo. Estas características determinam que algumas doenças sejam mais agressivas em certas regiões do que em outras.

Consideram-se como condições favoráveis a ocorrência de brusone: altas temperaturas (em torno de 28°C), alta umidade relativa do ar (>90%), nebulosidade, molhamento foliar, desequilíbrio nutricional do solo (principalmente pelo excesso de nitrogênio), deficiência na irrigação e semeaduras tardias.

As plantas de arroz irrigado estão sujeitas a doenças em todos os seus estádios de desenvolvimento, sendo mais vulneráveis a determinadas doenças em períodos específicos de seu ciclo de desenvolvimento. Nos estados do RS e de SC, os estádios R₂ a R₄ (embranhamento e floração, respectivamente) são os mais críticos à brusone e à maioria das doenças de importância econômica secundária.

No Rio Grande do Sul, as regiões orizícolas possuem características climáticas distintas. A região do Litoral Norte, apresenta maior precipitação pluvial, umidade relativa do ar, período de molhamento foliar e solos mais arenosos com baixa fertilidade, havendo maior probabilidade de ocorrência de alta severidade de brusone que nas demais regiões. Já na Fronteira Oeste, onde há maior radiação solar e menor precipitação, as doenças mais comuns são as causadas por patógenos de solo, como *Rhizoctonia* spp, que também podem ocorrer em soja. Em função desses aspectos, o uso de medidas de controle integrado é mais eficiente do que a adoção de um método isolado de controle, como por exemplo, a simples aplicação de fungicidas.

11.3 - Identificação das doenças

Deve-se estar sempre atento ao surgimento das doenças na lavoura. Para isto, é necessário identificar corretamente a doença durante o monitoramento, principalmente no estágio reprodutivo, para uma tomada de decisão quanto ao uso ou não do controle químico.

Os sintomas das principais doenças podem ser observados na Figura 11.1 e podem auxiliar na identificação. Contudo, deve-se esclarecer que existe a possibilidade de ocorrer

simultaneamente mais de uma doença sobre a planta e que poderá existir semelhança de sintomas entre as mesmas. Além disso, as doenças de origem fisiológica, como toxidez por elementos minerais do solo como ferro (toxidez direta e indireta), podem dificultar a diagnose. Em caso de dúvida, uma amostra representativa da planta com o sintoma em questão deverá ser enviada a um laboratório de fitopatologia para sua correta identificação. Com a identificação da doença, pode-se estabelecer um sistema de manejo racional para a safra seguinte.

11.4 - Controle integrado de doenças

O manejo racional e sustentável das doenças deve-se à integração entre os métodos genético, cultural e químico. O produtor deverá focar seus recursos na escolha correta da cultivar e das práticas de manejo, utilizando o controle químico em último recurso. Assim, busca-se, em longo prazo, redução de custos de produção e menor impacto ambiental.

11.4.1 - Controle genético

O método mais prático, eficiente, econômico e ambientalmente sustentável para o controle de doenças de plantas, é a semeadura de cultivares mais resistentes ou tolerantes. Entretanto, na prática, a resistência em níveis elevados geralmente não ocorre numa única cultivar para todas as doenças ou não é durável por vários anos. Portanto, é necessário escolher as cultivares de arroz mais tolerantes às principais doenças ocorrentes numa dada região, e adotar outras medidas preventivas de controle integrado. Desta forma, os danos serão economicamente menores e o nível de controle obtido será mais eficaz e duradouro quando houver necessidade de uso do controle químico.

As reações médias às principais doenças incidentes para as cultivares recomendadas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina encontram-se na Tabela 6.2. No entanto, as reações podem variar ao longo dos anos e, em casos particulares, dependem do manejo do cultivo e de situações climáticas específicas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. Portanto, especialmente no caso da brusone, recomenda-se, quando há disponibilidade, trocar as cultivares com reação de resistência a cada três a quatro anos, pois o uso continuado de uma mesma cultivar aumenta a pressão de seleção de raças virulentas específicas. Algumas cultivares suscetíveis, que apresentam alta produtividade e boas características de grãos, podem ser cultivadas, desde que sejam manejadas de acordo com as recomendações referentes ao controle cultural apresentadas a seguir, e que influenciam a expressão da resistência de campo.

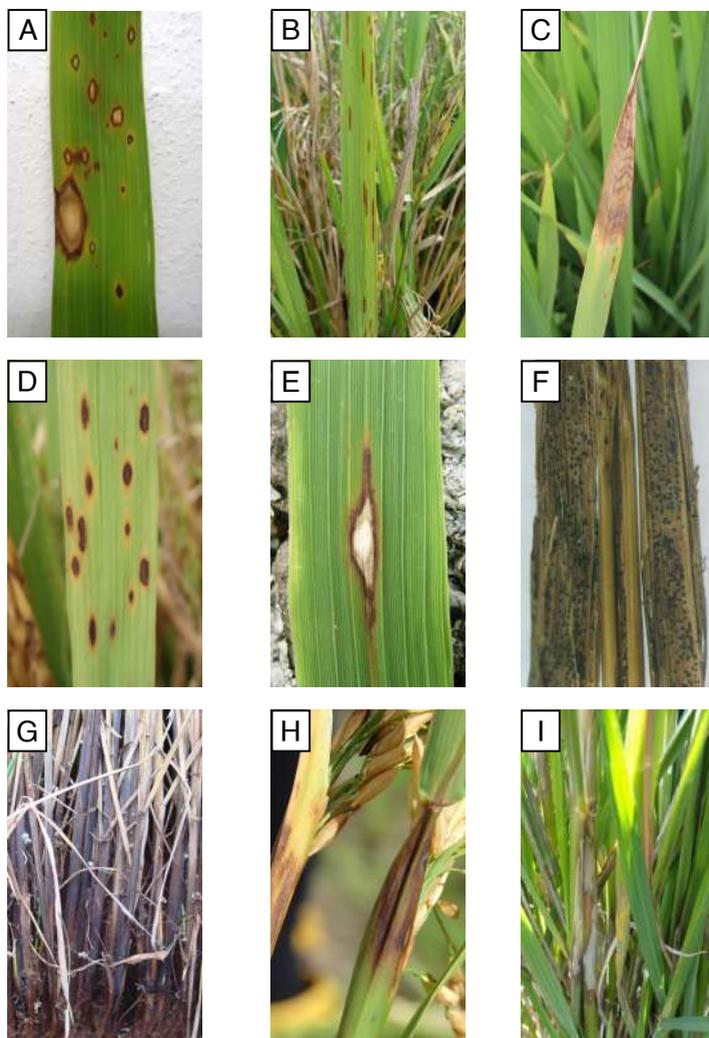


Figura 11.1. Sintomas das principais doenças do arroz irrigado: (A) Mancha-circular; (B) Mancha-estreita; (C) Escaldadura-das-folhas; (D) Mancha-parda; (E) Brusone (“foliar”); (F) Podridão-do-colmo; (G) Mal-do-pé; (H) Podridão-da-bainha; (I) Queima-das-bainhas.

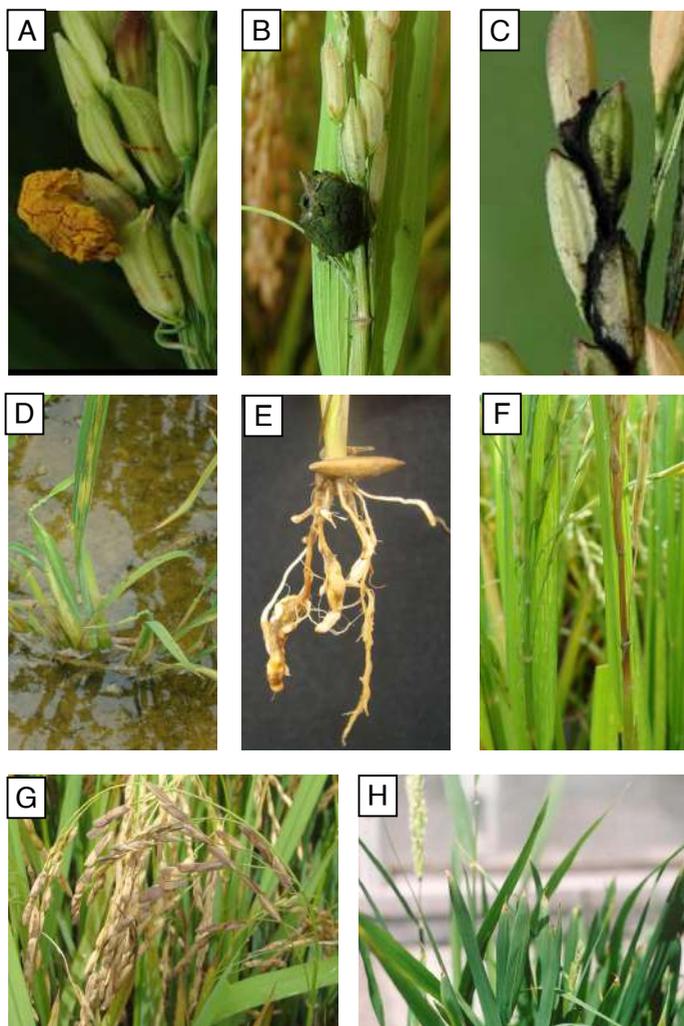


Figura 11.1 (continuação). Sintomas das principais doenças do arroz irrigado: (A e B) Falso-carvão; (C) Cária dos grãos; (D) Enrolamento-do-arroz; (E) Nematóide-das-galhas; (F) Brusone (“pescoço da panícula”); (G) Mancha-das-glumas; (H) Ponta-branca-do-arroz.

11.4.2 - Manejo da cultura

O emprego correto do conjunto de práticas recomendadas para cultivo do arroz normalmente é suficiente para evitar ataques severos de doenças, ao mesmo tempo em que mantém o potencial produtivo da lavoura. Entre as medidas de manejo recomendadas, destacam-se as seguintes, cronologicamente:

a) Pós-colheita

- a.1) Drenagem das áreas baixas e alagadiças, favorecendo o preparo antecipado do solo, a decomposição da resteva e a conseqüente redução dos fungos de solo – *Rhizoctonia* e *Sclerotium* e do dano fisiológico denominado “bico de papagaio”;
- a.2) Dimensionamento adequado dos sistemas de irrigação e drenagem, facilitando a entrada e a retirada de água de forma correta e em tempo hábil. O estresse por falta de água no manejo da irrigação aumenta a suscetibilidade das plantas, principalmente à brusone.

b) Pré-semeadura da cultura

- b.1) Preparo antecipado do solo, eliminando restos culturais que atuam como fontes de multiplicação e disseminação de patógenos. Recomenda-se o preparo de solo no verão, para eliminar os resíduos da safra anterior (“soca”) e viabilizar a semeadura na época preferencial, cujas vantagens estão descritas no Capítulo 7;
- b.2) Aplainamento ou sistematização do solo. Em locais com formação de “coroas”, as plantas tornam-se mais vulneráveis à incidência de doenças, especialmente na formação de focos de brusone e nematoses causadas por espécies do gênero *Meloidogyne*. A adequada sistematização do solo, além de facilitar o manejo da água, aumenta a rapidez e a economia na irrigação e viabiliza a drenagem das áreas durante o período de inverno.

c) Por ocasião da semeadura

- c.1) Uso de sementes de boa qualidade fisiológica e sanitária. Sementes de má qualidade podem ser veículos de disseminação de diversos patógenos para outras áreas de cultivo, perpetuando-se nelas. Como conseqüência, a introdução de sementes procedentes de áreas contaminadas poderá causar problemas no estabelecimento inicial da cultura. Desta forma, deve-se sempre priorizar o uso de sementes certificadas, pois são oriundas de campos de produção onde é feito um controle rigoroso das doenças;
- c.2) Semeadura em época preferencial. As semeaduras realizadas até o início de novembro apresentam os menores riscos de ocorrência de brusone e de doenças necróticas foliares, as quais, quando ocorrem, incidem em baixa severidade, causando perdas baixas ou insignificantes na produtividade;

- c.3)** População de plantas adequadas. Utilizar densidade de sementes recomendada pela pesquisa para cada cultivar. O excesso de plantas favorece o sombreamento mútuo, gerando microambiente favorável ao desenvolvimento da maioria das doenças. Desta forma, deve-se utilizar a quantidade de sementes e espaçamento recomendados, conforme preconizados no Capítulo 7. Em cultivares com boa capacidade de perfilhamento, deve-se utilizar de 400 a 500 sementes aptas por metro quadrado, para garantir uma população de 150 a 300 plantas/m²;
- c.4)** Quando disponíveis, trocar as cultivares com reação de resistência à brusone a cada três a quatro anos, pois o uso continuado de uma mesma cultivar aumenta a pressão de seleção das raças virulentas específicas;
- c.5)** Escalonamento da época de semeadura dentro da época preferencial, evitando que eventuais condições de ambiente favoráveis a doenças atinjam todo o cultivo;
- c.6)** Adubação equilibrada. O desbalanço nutricional favorece a ocorrência de doenças. A adubação equilibrada evita especialmente o crescimento vegetativo exagerado das plantas, principalmente pelo uso excessivo de nitrogênio. Por outro lado, a deficiência de potássio e o excesso de nitrogênio nos tecidos das plantas aumentam a predisposição a doenças, devido à redução do teor de compostos fenólicos e lignina, espessura de cutícula e da parede celular. Desta forma, deve-se buscar o equilíbrio nutricional da cultura, conforme recomendado no Capítulo 4;
- c.7)** Controle eficaz de plantas daninhas. As plantas daninhas podem ser hospedeiras de diversos fitopatógenos, incluindo nematoides, e/ou propiciarem condições de ambiente favoráveis ao seu desenvolvimento, como sombreamento, temperatura e umidade do ar. Desta forma, recomenda-se o eficaz controle de plantas daninhas na lavoura, conforme descrito no Capítulo 9.

d) Durante o ciclo da cultura

Deve ser feito o monitoramento permanente das doenças, com a identificação dos primeiros “focos” dentro da lavoura e nas áreas circunvizinhas. No período reprodutivo esse monitoramento é ainda mais importante, devido à maior probabilidade de danos causados pela ocorrência de doenças. Em geral, os focos iniciais desenvolvem-se em locais críticos como a beira de matas e de estradas, pontos de entrada de água, pequenas áreas mal irrigadas (“coroas”), escapes de plantas daninhas ou ainda no adensamento de plantas nas áreas com excesso ou deficiência de nutrientes minerais.

Deve-se evitar a drenagem total dos quadros durante o ciclo da cultura, o que aumenta a predisposição das plantas à ocorrência de algumas doenças como a brusone, e a incidência ou aumento dos danos causados pelo nematoide das galhas.

11.4.3 - Controle químico

A aplicação de fungicidas poderá ser um método complementar, eficaz no controle de doenças, principalmente em lavouras com histórico de danos frequentes e em anos em que ocorrerem condições climáticas favoráveis ao aparecimento de brusone. Entretanto, esse controle será mais eficaz e econômico quando for precedido pelo manejo adequado da cultura e pelo uso de cultivares mais tolerantes à brusone, conforme descrito no item anterior.

a) Controle químico de doenças da parte aérea

O controle químico das doenças nas lavouras de arroz irrigado deverá basear-se nos seguintes aspectos:

a.1) Estimativa da necessidade de uso de fungicida

Antes de optar pela aplicação do fungicida, deve-se considerar a resposta economicamente viável. Quanto maior for a probabilidade dessa resposta, maior a necessidade de uso de fungicida. Ou seja, o valor da perda esperada devido à doença deve ser maior que o custo de seu controle. Assim, os monitoramentos devem ser práticas regulares na lavoura, verificando o grau de incidência da doença e o estágio de desenvolvimento das plantas, para a tomada de decisão quanto ao controle. Esta resposta considera as seguintes variáveis, para que se tenha maior probabilidade de resposta ao fungicida:

- a.1.1) Histórico da doença:** verificar se nos últimos anos ocorreram, na lavoura, danos econômicos causados pela doença;
- a.1.2) Cultivar utilizada:** com a utilização de cultivares suscetíveis, aumenta a probabilidade de aplicar fungicida (ver cultivares resistentes na Tabela 6.2);
- a.1.3) Época de semeadura:** quanto mais tardia a época de semeadura em relação ao período preferencial, maior será a resposta a fungicida.

Portanto, de forma geral, as maiores respostas à aplicação de fungicidas são esperadas em áreas com histórico de ocorrência frequente de brusone, semeadas com cultivares suscetíveis em épocas tardias. Nestes casos, a probabilidade de retorno econômico da aplicação do fungicida será muito maior. Para as demais doenças, são esperadas respostas nulas ou baixas à aplicação de fungicida ao longo dos anos normais, quando as cultivares são semeadas dentro da época preferencial. Nestes casos, recomenda-se a avaliação da relação custo/benefício da aplicação, para verificar a real vantagem de uso de fungicida.

a.2) Época e número de aplicações

A escolha correta dos fungicidas e sua aplicação nas doses recomendadas e no momento certo possibilitam maiores chances de sucesso do controle químico. Normalmente, os produtos pulverizáveis devem ser aplicados de uma a duas vezes, dependendo da observação de sintomas de doenças foliares. Em áreas com histórico de brusone, e sob condições ambientais favoráveis, recomenda-se a aplicação preventiva de uma a duas aplicações, sendo a primeira no emborrachamento tardio e, a segunda, 10 a 15 dias após, sempre levando em consideração o período de carência dos produtos utilizados (Tabela 11.1). Uma ressalva é feita para a época de aplicação para controle de falso-carvão e cárie, que deverá ser realizada preventivamente por ocasião do final do emborrachamento, antes da emissão das panículas, em virtude da infecção da panícula ocorrer ainda na fase de emborrachamento, no caso do falso-carvão e durante a emissão das anteras, no caso da cárie.

Por outro lado, utilizando-se de um sistema de previsão empírico, baseado na existência de sintomas da brusone no limbo e na lígula das folhas, antes do emborrachamento tardio e na ocorrência de condições climáticas favoráveis à doença, poderá ser realizada apenas uma pulverização ou até mesmo nenhuma, com eficiência de controle semelhante à obtida por aplicações por calendário fixo, preestabelecido.

Para avaliação dos sintomas iniciais de brusone são necessárias observações frequentes em vários locais críticos da lavoura. A presença de sintomas nesses locais indica a necessidade de uso de fungicidas, principalmente se houver condições ambientais favoráveis, lavouras semeadas no tarde ou naquelas em que ocorrerem problemas de manejo da irrigação.

No caso de aplicação sequencial (duas ou mais), deverá inicialmente ser considerada a viabilidade econômica dessas novas aplicações. Em geral, a eficácia de controle da aplicação sequencial é superior a singular (uma aplicação). Ressalta-se que nem sempre a resposta da produtividade a esta segunda aplicação justificará o seu investimento.

Quanto ao controle das doenças consideradas de importância econômica secundária, o uso de fungicidas poderá mostrar efeitos positivos apenas em casos de ocorrências muito severas, motivo pelo qual deve ser feito de forma restrita e com bom acompanhamento de custo/benefício.

a.3) A escolha do produto

A Tabela 11.1 relaciona os fungicidas recomendados para controle de doenças do arroz. Alguns desses fungicidas são específicos para controle de brusone, enquanto outros possuem espectro de ação para outras doenças. Muitas vezes, o uso de um produto protetor, de ação ampla e de contato, ou a sua associação com outro produto sistêmico de maior especificidade, poderá conferir controle satisfatório e com melhor relação custo/benefício. Normalmente, isto ocorre em casos de ataques não muito intensos de brusone em associação com outras doenças (mancha-parda, mancha-estreita, escaldadura-das-folhas, “rizoctonioses” e manchas de glumas). Sob condições favoráveis ao ataque severo de brusone, recomenda-se usar produtos mais específicos, com enfoque eminentemente preventivo.

b) Tratamento químico de sementes

Nas sementeiras sob condições de solo mal drenado e com baixa temperatura, há risco de baixo estabelecimento inicial das plantas. Desta forma, o tratamento de sementes poderá favorecer a formação do estande e o desenvolvimento inicial da cultura. Esta resposta tenderá a ser menos relevante na medida em que a qualidade fitossanitária das sementes aumenta.

Para o sistema de sementeira pré-germinado, quando forem utilizadas sementes tratadas, não se deve realizar a drenagem pós-semeadura, para evitar a contaminação de córregos e rios.

11.4.4 - Controle biológico

Embora existam resultados experimentais promissores no controle de brusone e de outras doenças por micro-organismos antagonistas, ainda não é possível recomendá-los seguramente devido à irregularidade dos resultados através dos anos. Entretanto, esses conhecimentos podem ser usados em um sistema de controle integrado, com presença natural de *Trichoderma* e de outros organismos no controle de doenças, como “queima das bainhas”, e podridões de bainhas e colmos, evitando-se a ação de agrotóxicos sobre os mesmos.

Em muitos casos, a combinação de práticas culturais que dificultem o desenvolvimento de doenças e preservem os inimigos naturais é uma medida preventiva tão ou mais eficaz que os benefícios trazidos pelo uso de agrotóxicos.

Tabela 11.1 - Fungicidas recomendados para a cultura do arroz irrigado.

Nome comercial ¹	Ingrediente ativo	Grupo químico	Modo de ação	Modo de Ação (FRAC) ⁵	Formulação ¹ e concentração (g de Ia./kg ou L)	Dose ² p.c./ha (kg ou L)	Doença controlada (conforme registro) ³	Período de carência (dias)
Bim 750 BR	Triclozazol	Benzotiazol	Sistêmico	I1:MBI-R ⁶	WP 750	0,2 – 0,3	BR	30
Bim Max	Triclozazol+ tebuconazol	Benzotiazol/ triazol	Sistêmico	I1:MBI-R G1:DMI ⁶	SC 200+160	1,25	BR	35
Brio 250 SC	(Cresoxim-me-tílico+ epoxiconazol)	Estrobilurina/ triazol	Mesostêmico/ Sistêmico	C3:Qol/ G1:DMI	SC 250	0,75	MP	55
Nativo 300 SC	(Trifloxistrobina+ tebuconazol)	Estrobilurina/ triazol	Mesostêmico/ Sistêmico	C3:Qol/ G1:DMI	SC 100+200	0,75 – 1,0	BR, Esc, MP	35
Priori 250 SC	Azoxistrobina	Estrobilurina	Sistêmico	C3:Qol	SC 250	0,4	MP	30
Seltima	Piraclostrobina	Estrobilurina	Sistêmico	C3:Qol	CS	0,75 – 1,0	BR	45

As recomendações constantes desta Tabela estão de acordo com as solicitações das Empresas registrantes dos produtos. Indicação e Classe/marca comercial.

¹ Formulações: CS = suspensão de encapsulado; SC = suspensão concentrada; WP = pó molhável; p.c. = produto comercial;

³ Recomendações constantes no registro - BR = brusone (*Pyricularia oryzae*, *Magnaporthe oryzae* - forma perfeita); MP = mancha-parda (*Bipolares oryzae*, *Cochliobolus miyabeanus* - forma perfeita); Esc = escaaldadura-das-folhas (*Gerlachia oryzae* = *Microdochium oryzae*, *Monographella albescens* - forma perfeita);

⁴ Utilizar o adjuvante recomendado na bula, pelo fabricante;

⁵ Comitê de ação a resistência a fungicidas;

⁶ G: ação sobre a biossíntese de esteróis de membrana, G1: DMI, inibidores da demetilação;

⁷ C: ação sobre a respiração; C3: Qol, inibidores de quinona no Complexo III;

⁸ I: ação sobre a síntese de melanina na parede celular, I1: MBI-R, inibidores da biossíntese de melanina – redutases.

Nota: As informações constantes nesta tabela estão de acordo com os registros do Agrofitt (http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofitt_cons/principal_agrofitt_cons), acessado em 22/08/2022; bem como com as solicitações das Empresas registrantes dos produtos.

12 - TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS

Os agrotóxicos são compostos químicos usados no controle de plantas daninhas, insetos-praga e doenças da lavoura de arroz irrigado. No entanto, seu uso inadequado tem contribuído para a baixa eficácia dos produtos, para o aumento nos custos de produção e para o agravamento dos efeitos indesejáveis ao ambiente e à saúde dos agricultores.

O conhecimento dos problemas fitossanitários é imprescindível para se obter êxito no controle. Identificar corretamente a espécie e conhecer sua biologia, bem como sua suscetibilidade aos agrotóxicos, pode evitar o insucesso nas aplicações de produtos químicos. Além disso, para um agrotóxico ser eficiente, necessita de distribuição uniforme sobre a superfície a ser protegida e essa distribuição será tanto melhor, quanto mais adequado for o equipamento e a técnica de aplicação empregada.

Assim, é de responsabilidade do profissional definir o agrotóxico mais adequado e específico possível para o agente a ser controlado; o momento da aplicação, relacionado com o nível de dano econômico, e o equipamento apropriado para melhor distribuição do produto sobre a área a ser protegida.

12.1 - Segurança operacional

Para tornar as operações mais eficientes e seguras, o planejamento das aplicações de agrotóxicos deve ser realizado conjuntamente entre o técnico responsável, o agricultor e os aplicadores.

A proteção dos trabalhadores envolvidos nas aplicações de agrotóxicos deve ser alvo de atenção dos empregadores e dos responsáveis técnicos nas propriedades rurais, não só pelo fornecimento de equipamentos de proteção individual (EPI), mas, principalmente, pela correta orientação no manuseio dos produtos. O treinamento dos aplicadores é obrigatório, de acordo com a Norma Regulamentadora 31, do Ministério do Trabalho e Emprego. Os encarregados do preparo de caldas devem trabalhar sempre utilizando EPI adequado e de costas para o vento, para que eventuais partículas de pó, gotículas ou vapores não sejam dirigidos para o seu corpo.

A definição de cada carga de pulverização, do volume a ser aplicado por hectare, da largura de faixa e das doses dos agrotóxicos devem atender aos critérios de segurança e do receituário agrônomo.

Nas pulverizações aéreas, aspectos relacionados à segurança de voo, conservação da pista de pouso e presença de obstáculos perigosos à aeronave precisam estar devidamente mapeados e identificados pelos operadores nos trabalhos de aplicação. Conforme Instrução Normativa Nº 2 do Ministério da Agricultura, de 3 de janeiro de 2008, estas pulverizações não podem ser efetuadas a menos de 500 m de povoações, cidades, vilas, bairros e mananciais de captação de água para abastecimento de população, e 250 m de moradias isoladas, agrupamentos de animais, mananciais de água e em áreas perigosas ao voo. Nestes casos, é necessária a utilização de equipamentos terrestres.

Nas pulverizações terrestres, a manutenção do trator e do pulverizador deve ser realizada periodicamente para evitar acidentes e vazamentos. A calibração deve ser realizada a cada aplicação, no local onde se efetuará a pulverização. O trânsito de tratores fica por vezes limitado pelo excesso de umidade no solo e pelo sistema de irrigação do arroz por inundação,

com sua rede de canais e taipas, o que requer o emprego de tratores com rodas adaptadas a estas condições ou o uso de aeronaves agrícolas.

Ao final das aplicações de agrotóxicos, os equipamentos devem ser descontaminados em locais apropriados e os efluentes tratados adequadamente, para evitar contaminações no ambiente, de acordo com a legislação ambiental vigente.

12.2 - Aplicações simultâneas de agrotóxicos

As aplicações simultâneas (misturas em tanques) de mais de um agrotóxico foram regulamentadas pela Instrução Normativa MAPA/SDA nº40, de 11 de outubro de 2018, sendo a responsabilidade pela prescrição das misturas em tanque no receituário agrônomo do Engenheiro Agrônomo. O uso de algumas misturas, pode ocasionar danos diretos sobre a produtividade da cultura, especialmente devido a efeitos de fitotoxicidade ou antagonismo entre produtos. A fitotoxicidade, quando em estádios sensíveis da cultura (como florescimento), pode determinar danos irreversíveis por abortamento de flores e/ou fecundação. Já misturas de produtos incompatíveis quimicamente levam a redução da eficiência de um ou ambos os produtos utilizados, resultando na perda de controle sobre o alvo biológico visado. Recomenda-se, antes de fazer a mistura em tanque, verificar na bula dos produtos se há informações/recomendações sobre a compatibilidade e a ordem de mistura dos produtos.

Por ocasião do preparo da calda, o produtor deverá utilizar o adjuvante estabelecido no registro do produto a ser aplicado, não o substituindo por outros produtos que não apresentem validação científica.

12.3 - Condições ambientais

O êxito das pulverizações é muito dependente das condições ambientais. Temperatura e umidade relativa do ar afetam a evaporação das gotas. Recomenda-se, de forma geral, evitar operações com temperaturas superiores a 30°C e umidade inferior a 55%, sendo esses parâmetros variáveis em função do tamanho da gota utilizada.

A velocidade do vento influi diretamente sobre a deriva de gotas, que é o arraste lateral, e que pode causar grandes prejuízos se atingirem áreas indesejadas, contaminando mananciais hídricos, solo, pessoas e causando fitotoxicidade em espécies de plantas sensíveis. O ideal é que as aplicações sejam realizadas com ventos entre 3 e 10 km/h, pois a ausência de vento favorece a formação de correntes ascendentes e velocidades superiores a 10 km/h oferecem maior risco de deriva. Porém, em regiões litorâneas, é muito frequente a necessidade de operar com ventos mais intensos, limitando-se a recomendação na velocidade de 15 km/h e utilizando padrão de gotas maiores, por meio do ajuste e/ou seleção das pontas de pulverização. Operações de pulverização são altamente condenáveis em condições de ventos com rajada.

A programação das pulverizações baseadas apenas em “horários ideais” não é recomendada. O procedimento correto é o monitoramento das condições ambientais pelos operadores durante as aplicações, com anemômetros e termo-higrômetros portáteis, realizando os ajustes necessários no equipamento de aplicação e interrompendo o serviço quando as condições tornarem-se limitantes.

12.4 - Equipamentos de pulverização

Ajustes nos equipamentos devem ser procedidos antes e durante as aplicações para assegurar que o produto químico seja depositado em quantidade apropriada no alvo biológico, evitando-se as sub ou sobredoses e os acúmulos de agrotóxicos sobre as plantas e solo.

De um modo geral, as aplicações de agrotóxicos são efetuadas por via líquida, pelo processo de pulverização, que é a transformação da calda do agrotóxico em minúsculas gotas a serem distribuídas na lavoura. A tendência de se trabalhar com baixos volumes de água é cada vez maior, pois a obtenção de água de boa qualidade e o seu transporte são aspectos que oneram muito o custo das aplicações.

A cobertura das plantas pela pulverização deve ser uniforme, com uma quantidade de gotas que propicie uma distribuição uniforme em todo o alvo visado, atendendo à necessidade de cobertura preconizada pelo fabricante de cada agrotóxico. Por sua vez, a distribuição das gotas está relacionada com o espaçamento dos bicos na barra e sua altura em relação ao alvo, bem como da estabilidade vertical e horizontal quando o equipamento está em operação. O ajuste no tamanho de gotas requerido para promover a cobertura necessária para cada situação é obtido pela seleção das pontas de pulverização. Para uma mesma ponta de pulverização, pode-se obter vazão e densidades diferentes ao longo do trabalho, através da alteração da pressão de trabalho, porém devendo-se sempre trabalhar dentro dos limites estabelecidos pelo fabricante.

Os volumes de calda empregados em pulverização aérea, conforme registros em bula, referem-se a volumes que variam entre 10 e 50 L/ha, dependendo do alvo biológico e da natureza do insumo aplicado. Para aplicações de herbicidas, inseticidas e fungicidas em arroz irrigado, podem ser utilizados bicos hidráulicos cônicos, leques e eletrostáticos, bem como atomizadores rotativos. A maioria das pulverizações aéreas caracteriza-se por gerar gotas finas, com grande facilidade de penetração no dossel foliar. Com bicos hidráulicos, tanto de jato cônico quanto de jato plano, o diâmetro de gota gerado é inferior a 300 μm , ou seja 0,3 mm, o que propicia que se depositem densidades entre 20 e 60 gotas/cm², empregando-se volumes de calda inferiores a 30 L/ha.

O sistema de pulverização eletrostática aérea utiliza bicos hidráulicos que geram gotas de pequeno diâmetro (150 μm), as quais, logo depois de formadas, são expostas a um potente campo elétrico ao redor dos bicos, tornando-se carregadas. O processo faz com que as gotas sejam fortemente atraídas pelas plantas, incrementando a deposição em ambas as faces das folhas. Trabalhos de pesquisa na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul comprovaram a eficiência do sistema, com volume de calda de 10 L/ha e densidades superiores a 50 gotas/cm².

No caso de atomizadores rotativos, as gotas costumam apresentar diâmetro não superior a 150 μm , e os volumes de calda situam-se abaixo de 10 L/ha. A tecnologia de baixo volume oleoso emprega atomizadores rotativos especialmente projetados e a calda dos agrotóxicos é feita com diluição em óleo. As gotas geradas são muito pequenas, mas não sofrem evaporação tão rápida quanto as de água. O sistema tem sido utilizado na cultura do arroz, obtendo-se densidades de gota superiores a 50 gotas/cm². A tecnologia de baixo volume oleoso – BVO é dividida em dois segmentos: Baixo volume (5 a 10 L/ha) e Ultra baixo volume (1 a 5 L/ha). Esta tecnologia utiliza óleo de soja degomado, emulsificante e água como veículo de aplicação do princípio ativo.

A correta ordem de adição dos componentes é fundamental para o sucesso da formulação, devendo ser sempre primeiro empregado o óleo emulsificado, o agroquímico e por último mistura-se água até o volume desejado para a taxa de aplicação. Para aplicações onde se utilize formulações de pó molhável, é fundamental complementação com água e a utilização de volume de aplicação superior a 8 L/ha para que não ocorra entupimento no sistema de distribuição.

Embora esta tecnologia de aplicação tenha apresentado bons resultados, ela também apresenta algumas limitações. Por trabalhar com diâmetro médio volumétrico (DMV) aproximadamente de 50 a 100 μm com produto oleoso, com este DMV existe maior facilidade que ocorra deriva do produto aplicado ocasionando contaminação ambiental ou danos em culturas vizinhas. Outro cuidado de uso, é com a alteração do pH da calda com a adição do óleo degomado, o que muitas vezes altera o pH e reduz a efetividade do agroquímico.

Desta forma, em condições de altas temperaturas e velocidade do vento é necessário trabalhar com equipamento que produzam gotas maiores. Com isso, diminui as perdas por deriva ou evaporação, onde pode ser utilizado equipamento tratorizado com pontas anti-deriva que produzem espectro de gotas maiores.

Pulverizadores terrestres têm sido bastante utilizados para aplicar herbicidas em arroz, antes da irrigação. Usualmente, o volume de calda varia entre 80 e 200 L/ha e a densidade de gotas varia entre 50 e 100 gotas/cm². De uma maneira geral, as gotas de pulverizações terrestres são maiores que as geradas por aeronaves agrícolas, sendo menos sujeitas à deriva, porém com menor potencial de penetração no dossel foliar.

O volume de calda a ser aplicado por hectare é definido pela velocidade de deslocamento do pulverizador, pela pressão de serviço e, principalmente, pelo bico de pulverização. Para a pulverização terrestre podem ser empregados bicos cônicos, leques, duplo leques com ou sem injeção de ar.

Para pulverizações em lavouras cultivadas no sistema pré-germinado, pode-se utilizar pulverizadores acoplados em tratores articulados (popularmente chamados de “chupa-caras”), tendo como característica básica o uso de rodas de ferro tipo “lentilha” ou em “V”. Nesta situação, em que há baixa sustentação física do solo, as rodas com reduzida base de apoio causam pouco amassamento da cultura. Estes tratores promoveram melhorias importantes nas operações de pulverização em lavouras inundadas, permitindo estabelecer velocidade constante de 4 a 7 km/h, com regulagem de altura e estabilidade de barra.

Aplicações em benzedura, no sistema de cultivo pré-germinado, caracterizam-se pela aplicação dos produtos diretamente na lâmina de água de irrigação, sendo empregada principalmente para o controle de plantas daninhas. Geralmente utilizam-se pulverizadores costais, equipados com bicos cônicos, sem difusor, gerando jatos contínuos que atingem mais de cinco metros para cada lado do aplicador. As principais vantagens desta modalidade de aplicação estão no baixo custo do equipamento e na possibilidade de emprego em condições climáticas mais adversas do que as exigidas em pulverizações aéreas ou tratorizadas. As aplicações em benzedura requerem a presença de uma lâmina de água uniforme na superfície do solo, condição esta obtida pela sistematização do solo. Atualmente, as aplicações em benzedura estão restritas aos herbicidas recomendados para esta modalidade de aplicação, listados na Tabela 9.4.

12.5 - Uniformidade de aplicação

O balizamento das aplicações é fundamental para uniformidade de deposição do produto ao longo de toda a lavoura. Nas aplicações aéreas, o balizamento é realizado exclusivamente com o auxílio de sistema de posicionamento global diferencial – DGPS, que é muito eficiente, apresenta precisão submétrica e, em alguns casos, é possível armazenar os dados no computador da aeronave e posteriormente imprimir um mapa para avaliação da qualidade da aplicação pelo piloto e agricultor. Eventuais falhas podem ser corrigidas em novo voo orientando-se pelas coordenadas dos locais a tratar.

O tipo de aeronave e o equipamento pulverizador instalado definem a altura de voo, de modo que, a cada corrida sobre a lavoura, seja tratada com uniformidade a maior largura de faixa possível. Voos excessivamente altos resultam numa trajetória muito grande entre os bicos e o alvo biológico, ocorrendo perda de gotas. O voo muito baixo é extremamente desaconselhável, porque impede que as gotas distribuam-se na forma de uma esteira uniforme após a passagem da aeronave pela área visada, causando concentração de produto no centro da faixa e o movimento ascendente de gotas, que ficam então sujeitas à evaporação e deriva. A altura média recomendada é de 2 m para o sistema eletrostático, 2 a 3 m para barra com bicos hidráulicos e de 3 a 4 m quando se utilizam atomizadores rotativos.

Nas pulverizações terrestres também pode ser utilizado o balizamento por GPS, porém outros métodos como marcadores de espuma e marcação prévia com estacas na lavoura são mais rotineiros. Além disso, contribui para uma boa uniformidade de aplicação a altura da barra de pulverização em relação ao alvo biológico (solo ou planta), a qual corresponderá ao distanciamento entre bicos na barra. De maneira geral, adota-se o espaçamento de 50 cm entre bicos, que, para bicos com ângulo de 110°, resulta numa altura de barra de 50 cm do alvo. Espaçamentos maiores entre bicos devem ser evitados, pois requerem maior altura da barra em relação ao alvo, propiciando aumento na deriva de gotas.

12.6 - Destino das embalagens vazias de agrotóxicos

A Lei 9.974 de 06/06/2000 e o Decreto 3.550 de 27/07/2000 disciplinam o recolhimento e a destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos, determinando responsabilidades para o agricultor, o revendedor e para o fabricante.

12.6.1 - Obrigações dos usuários (agricultores)

- a) Lavar as embalagens vazias: tríplex lavagem ou lavagem sob pressão;
- b) Devolver as embalagens no prazo de um ano;
- c) Transportar as embalagens para a unidade de recebimento indicada pelo revendedor;
- d) Guardar os comprovantes de entrega das embalagens por um ano.

As embalagens podem ser classificadas em embalagens laváveis e não laváveis.

As embalagens laváveis são rígidas (plásticas, metálicas e de vidro) que acondicionam formulações líquidas de agrotóxicos para serem diluídas em água. Estas embalagens podem ser lavadas sob pressão ou tríplex lavadas.

As embalagens não laváveis podem ser:

- a) **Não contaminadas:** são as embalagens que não entram em contato direto com o agrotóxico. Exemplo: caixas secundárias de papelão, que são usadas para transportar outras embalagens já lavadas;
- b) **Flexíveis contaminadas:** são sacos ou saquinhos plásticos, de papel, metalizadas, mistas ou de outro material flexível;
- c) **Rígidas contaminadas:** São as embalagens de produtos com formulação de pronto uso, ultra baixo volume, tratamento de sementes.

As embalagens não laváveis contaminadas deverão ser acondicionadas em saco plástico especialmente fabricado para esta finalidade ("big-bag"). O saco plástico deve estar à disposição nos revendedores ou postos de recebimento. Somente embalagens não laváveis contaminadas devem ser guardadas no saco plástico.

12.6.2 - Lavagem sob pressão

A lavagem sob pressão deve ser realizada tanto em pulverizadores terrestres, com acessórios adaptados para esta finalidade, quanto em sistemas de pré-misturas para a aviação agrícola, durante o preparo da calda e realizada de acordo com o seguinte procedimento:

- a) Encaixe a embalagem vazia no local apropriado do funil instalado no pulverizador;
- b) Acione o mecanismo para liberar o jato de água. A lavagem não deverá ser feita com a calda de pulverização;
- c) Direcione o jato de água para todas as paredes internas da embalagem por 30 segundos;
- d) A água de lavagem deve ser transferida para o interior do tanque do pulverizador;
- e) Inutilize a embalagem plástica ou metálica, perfurando o fundo.

12.6.3 - Tríplex lavagem

A tríplex lavagem deve ser realizada no momento do preparo da calda, evitando que o produto resseque dentro da embalagem, conforme procedimento abaixo:

- a) Esvaziar completamente o conteúdo da embalagem no tanque do pulverizador;
- b) Adicionar água limpa à embalagem até $\frac{1}{4}$ do seu volume;
- c) Tapar bem a embalagem e agitar por 30 segundos;
- d) Despejar a água de lavagem no tanque do pulverizador;
- d) Fazer esta operação três (3) vezes;
- e) Inutilizar a embalagem plástica ou metálica, perfurando o fundo.

Se a superfície externa da embalagem estiver contaminada, esta também deverá ser lavada.

12.6.4 - Importância da tríplex lavagem e da lavagem sob pressão

Após esvaziá-las, as embalagens rígidas retêm quantidades variáveis de produtos no seu interior, permanecendo em torno de 0,3% do volume da embalagem. Produtos formulados em suspensão concentrada, normalmente, retêm maiores quantidades. Com a realização desta operação, a quantidade de resíduos no interior das embalagens fica reduzida a aproximadamente 1,2% na primeira lavagem e 0,0144% e 0,0001728%, respectivamente, na segunda e terceira lavagens.

A lavagem da embalagem, além do aproveitamento total do conteúdo, reduz os riscos de contaminação de pessoas pelo contato com as embalagens, protege o ambiente de riscos de contaminação pelos resíduos contidos nas embalagens e viabiliza a coleta e reciclagem do material.

Recomendações importantes a serem observadas durante a manipulação das embalagens: a) utilizar equipamento de proteção individual (EPI); b) manter rótulos nas embalagens; c) armazenagem temporária em local seguro (máximo um ano); d) as embalagens vazias podem ser guardadas no mesmo depósito das embalagens cheias; e) não transportar as embalagens junto com pessoas, animais, alimento, medicamentos ou ração.

12.7 - Recomendações complementares

Nas pulverizações de herbicidas, redobrar os cuidados com a deriva de gotas que possam vir a atingir culturas sensíveis em áreas vizinhas. Gotas médias e grossas são mais adequadas para minimizar deriva de herbicidas.

As aplicações de inseticidas e fungicidas requerem atenção especial para incrementar a penetração de gotas no dossel foliar, especialmente por meio do emprego de gotas finas.

O emprego de agrotóxicos pode representar riscos para o ambiente, que podem ser minimizados adotando-se todas as recomendações técnicas e a legislação ambiental vigente.

Recomenda-se, em qualquer sistema de cultivo, a retenção da água na lavoura por um período mínimo de 30 dias após a aplicação de qualquer agrotóxico. Durante o período pós-aplicação dos agrotóxicos, deve-se apenas efetuar a reposição de água para manutenção da lâmina. A supressão da irrigação deve ser realizada entre dez a 15 dias após a floração plena, evitando-se assim a necessidade de drenagem de água da lavoura para o ambiente.

13 - TECNOLOGIA DE COLHEITA, PÓS-COLHEITA E INDUSTRIALIZAÇÃO DE GRÃOS E SEMENTES

As recomendações técnicas para colheita, pós-colheita e industrialização de grãos e sementes de arroz visam orientar e recomendar o uso adequado de tecnologias nas fases do processo produtivo da cultura capazes de definir a quantidade e a qualidade do arroz.

13.1 – Colheita e transporte

Para a colheita deve-se considerar o estágio de desenvolvimento reprodutivo da planta, sendo recomendado o R9 (Tabela 2.3) com teor de água entre 24 e 20%, e/ou adicionalmente deverá ser observado o período pós floração plena de acordo com a cultivar, o que evitará prejuízos na qualidade de grãos e sementes. O ponto de colheita deve ser monitorado com o uso de determinadores de umidade de grãos, devidamente calibrados. Para evitar problemas no processo de trilha recomenda-se não realizar a colheita nas horas do dia em que houver orvalho, bem como observar a correta regulação das máquinas e equipamentos de acordo com as características da cultivar.

Em casos de desuniformidade de maturação deve-se colher em separado o arroz de marachas ou taipas, não misturando os grãos de quadros ou quarteiros. Da mesma forma, não se recomenda misturar grãos de cultivares diferentes para não prejudicar o beneficiamento industrial e a qualidade do arroz beneficiado.

No transporte, recomenda-se evitar a exposição prolongada do arroz recém-colhido ao sol e ao abafamento sob a lona do transportador antes de ser submetido à secagem, já que esta etapa é crucial para o controle do desenvolvimento de defeitos metabólicos, especialmente o amarelo. Em condições adversas de temperatura e ou de tempo de transporte, monitorar a temperatura dos grãos e realizar movimentação e ou ventilação em caso de verificar aquecimento.

Para impedir proliferação de inóculos e perdas no transporte, a limpeza e manutenção periódica dos equipamentos são de fundamental importância, assim, indica-se sempre a limpeza destes antes da mudança de cultivar

13.2 - Recepção, pré - limpeza e secagem

No recebimento dos grãos, recomenda-se amostrar adequadamente a carga ou o lote, mantendo separados os grãos e sementes por cultivares e por qualidade, avaliar teor de água, impurezas e matérias estranhas, rendas do beneficiamento e de grãos inteiros e incidência de defeitos de acordo com a metodologia oficial (Instrução Normativa N° 06, publicada em 16 de fevereiro de 2009 e alterada pela Instrução Normativa N° 02 de 06 de fevereiro de 2012, que Aprova o Regulamento Técnico do Arroz, do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento-MAPA). Preferencialmente a moega usada para recepção e descarregamento dos grãos deve ser dotada de sistema de captação de particulados.

Se possível, aerar o arroz imediatamente após a recepção para resfriá-lo e mantê-lo, preferencialmente, em temperaturas não superiores a 18°C. Na impossibilidade de aeração, o início do processo de secagem dos grãos e sementes deve ocorrer secando os grãos até o período máximo de 12 horas após a colheita.

As vias de acesso das unidades de recebimento beneficiamento devem ser, sempre

que possível, pavimentadas, para o melhor controle da contaminação dos grãos por solo, inóculos e ou outros materiais particulados e contaminantes.

Para a pré-limpeza escolher criteriosamente o jogo de peneiras, ajustando os fluxos de ar e de grãos e sementes, inspecionando periodicamente o equipamento e observando grãos e impurezas descartadas para verificar a eficiência da operação. Para grãos com armazenamento na propriedade, a pré-limpeza deve ser mais seletiva, resultando em teores de impurezas e/ou matérias estranhas de até 2%.

Respeitando-se os parâmetros técnicos e operacionais, a secagem pode ser realizada nos sistemas, processos e métodos que utilizem ar não aquecido (denominados de secagem com ar natural, com ar ambiente ou com ar frio) ou naqueles que utilizam ar aquecido, denominados de secagem artificial ou forçada, conforme classificação apresentada na Tabela 13.1.

Tabela 13.1 – Classificação de sistemas e métodos de secagem por processos tecnificados usados para a secagem com ar forçado de grãos de arroz.

Processos	Sistemas	Métodos
Tecnificados	a. Estacionários	a1. Secador em leito fixo a2. Silo-secador de fluxo axial a3. Silo-secador de fluxo radial
	b. Convencionais	b1. Contínuos adaptados (secador de coluna) b2. Intermitente
	c. Mistos	c1. Seca-aeração

Quando adotada a secagem com ar não aquecido, o fluxo deve ser maior, superdimensionado em relação ao fluxo de ar usado em silos-secadores que usam ar aquecido, a fim de evitar que a lentidão do processo provoque deterioração dos grãos durante a própria operação.

Naqueles que utilizam ar aquecido, os danos e os choques térmicos (gradientes superiores a 12°C), devem ser evitados, pois o arroz é termicamente sensível. Sempre que possível para o aquecido deve ser usado aquecimento indireto, sem o contato direto com os gases de combustão. Se utilizar queima de combustíveis sólidos (lenhas, cascas, restos de cultura) para aquecimento do ar de secagem, é recomendável evitar o contato direto do ar da fôrnalha com os grãos. Quando não for possível o uso de aquecimento indireto, deve ser dada a preferência ao uso de casca de arroz ou cavaco como combustível em relação a lenha, pois apresenta maior eficiência de queima e deixa menos resíduos de fumaça.

Cuidados devem ser tomados com o controle térmico da operação, pois os combustíveis sólidos em consequência da inércia térmica, característica de seu processo de queima, produzem maior desuniformidade no aquecimento do ar, por isso recomenda-se uniformização do tamanho das partículas utilizadas como combustível. Se este aquecimento for obtido com a queima de gás liquefeito de petróleo (GLP) ou outro combustível fluido, a operação deve ser monitorada por sistemas automatizados de controle da temperatura e/ou da umidade relativa do ar, para aproveitar o melhor potencial de eficiência técnica do sistema e aumentar a economicidade da operação.

Na secagem estacionária em silo secador, é preferível fazer o monitoramento do condicionamento do ar por controle de umidade relativa do que por controle de temperatura, para reduzir a desuniformidade da secagem, utilizando no mínimo, fluxo de ar de 1,5 e no máximo de 4 m³.min.t⁻¹ (m³ de ar por minuto por tonelada de grãos).

Na secagem em silos, é recomendável ir carregando, nivelando a superfície e fazendo a secagem em camadas. No silo-secador, o fluxo do ar deve ser por insuflação, devido ao longo tempo que o processo leva para concluir a secagem. A temperatura da massa não deve ser superior a 5°C em relação a do ar ambiente, a fim de evitar a super secagem da camada inferior.

Durante o processo de secagem dos grãos, deve haver mais rigor no controle da uniformidade da taxa de secagem e da temperatura (observar os valores da Tabela 13.2) para evitar, ou pelo menos reduzir, os choques térmicos que provocam maior incidência de grãos quebrados, predispondo-os à ocorrência de danos metabólicos durante o armazenamento, aumentando a incidência de defeitos e reduzindo sua conservabilidade.

Tabela 13.2 – Limites de temperatura do ar de secagem (°C) na entrada do secador para diferentes métodos de secagem.

Estacionário		Intermitente		Contínuo Adaptado	
Grãos	Sementes	Grãos	Sementes	Grãos	Sementes
30-40	40	70-110	40-70	60 - 80	-

Quando utilizado sistema de secagem estacionária, deve ser observada a espessura de camada no silo-secador, sendo que quanto mais espessa for a camada de produto para a secagem, menor deve ser a temperatura do ar.

Embora não seja comum a secagem de arroz em sistema contínuo, é possível utilizá-la em duas circunstâncias: mediante adaptação funcional do secador (sem utilização de câmara de resfriamento) ou quando o arroz se destinar à parboilização e for armazenado por período inferior a 30 dias em locais com temperatura ambiental superior a 20°C, ou até 60 dias em locais com temperatura ambiental inferior a 20°C. Se as câmaras receberem ar de secagem com temperaturas diferenciadas, a temperatura mais baixa deve ser utilizada na camada superior, para evitar choques térmicos. **Para a secagem de sementes não é recomendável a secagem pelo método contínuo.**

No sistema de secagem combinado ou misto, pelo método de seca-aeração, os grãos passam por secagem preliminar convencional, em secador contínuo ou intermitente adaptado, seguido de repouso de 8 a 12 horas e aeração secante e de secagem estacionária com insuflação de fluxo de ar de até 1,5 m³.min.t⁻¹, sem aquecimento.

Na primeira etapa da secagem convencional, 80°C deve ser a temperatura máxima do ar na câmara de secagem, e 16% a umidade máxima de saída dos grãos para o silo-secador. A temperatura máxima da massa dos grãos deve ser de 38°C, se a secagem for realizada em secador contínuo adaptado, ou de 41°C se for realizada em secador intermitente adaptado, desde que não ocorra choque térmico com gradiente superior a 12°C. **Para sementes, é recomendável que a temperatura da massa não ultrapasse 38°C, independentemente do secador utilizado.**

É importante não confundir seca-aeração com secagem estacionária com ar ambiente, pois a seca-aeração é realizada em duas etapas bastante distintas (ar aquecido na primeira etapa, e ar sem aquecimento na segunda etapa, após o período de repouso), enquanto a secagem estacionária em silo-secador com ar não aquecido é realizada toda no silo-secador e não utiliza calor.

Tanto para sementes como para grãos, é preferível utilizar secagem gradual, com ar em temperaturas crescentes, desde que sem choque térmico e sem superaquecimento do produto. **Pelas características técnicas, operacionais e econômicas, o processo intermitente é o mais recomendável para arroz (observar os limites na Tabela 13.3).**

Em qualquer processo, deve ser evitada a remoção brusca do teor de água dos grãos, devendo ser observado no início da secagem uma taxa de até 2 pontos percentuais por hora. Já na última hora de secagem, deve ser respeitado o limite de 1,2 ponto percentual por hora.

Tabela 13.3 - Controles operacionais e limites de temperaturas do ar para secagem intermitente de sementes e grãos de arroz.

Etapa	Procedimento operacional	Sementes	Grãos
Durante a 1ª hora	Elevar gradualmente a temperatura do ar até	40 ± 5°C	70 ± 5°C
Entre a 1ª e a 2ª horas	Elevar gradualmente a temperatura do ar até	50 ± 5°C	90 ± 5°C
Entre a 2ª e a 3ª horas	Elevar gradualmente a temperatura do ar até	60 ± 5°C	110 ± 5°C
Entre a 3ª e a penúltimas horas	Manter constante a temperatura do ar em	60 ± 5°C	110 ± 5°C
Durante a última hora	Reduzir a temperatura do ar, para aproximá-la da do arroz, e diminuir gradualmente até que a temperatura se aproxime de	37°C	40°C

13.3 - Armazenamento e beneficiamento industrial de grãos

O armazenamento pode ser feito por dois principais sistemas: em condições ambientais sem alteração do ar e com ar resfriado, nos conformes da Lei 9.973 de 29 de maio de 2000, Decreto 3.855 de 03 de julho de 2001 e Instrução Normativa MAPA Nº 29 de 08 de junho de 2011 – Certificação de Unidades Armazenadoras. Para o primeiro sistema, é preferível que o arroz seja armazenado já seco (teor de água entre 12 e 13%), enquanto no segundo pode haver o armazenamento de grãos parcialmente secos (período de colheita), havendo a secagem posterior em caso de comercialização ou industrialização pelo processo convencional (arroz branco ou integral, sem tratamento hidrotérmico). Se o processo de industrialização for a parboilização, não há necessidade de realizar a secagem complementar, podendo o arroz permanecer parcialmente seco (teor de água máxima de 16%) e resfriado enquanto estiver armazenado.

Tecnicamente é preferível carregar o silo com grãos já resfriados, mas como na safra isso é operacionalmente difícil, pode-se carregar com grãos parcialmente resfriados no mínimo a temperatura ambiente. Nesse caso, deve-se acionar o ventilador e a partir desse momento colocar os grãos diretamente no silo, sem resfriamento prévio, cuidando-se para que não se-

jam submetidos a correntes de ar frio durante o transporte do secador até o silo. Depois que o silo estiver carregado, medir a temperatura em vários pontos diariamente, à mesma hora. Se os grãos começarem a aquecer, ligar o ventilador quando o aumento se situar entre 3 e 5°C, desligando-o quando resfriar (geralmente um dia de ventilação é suficiente).

Preferencialmente utilizar sistema de termometria digital, além disto sempre que possível adotar outros métodos, como por exemplo sensor de CO₂, observando os níveis na tabela 13.4.

Tabela 13.4. Concentrações de CO₂ da atmosfera de armazenamento.

Condição	Concentração de CO ₂
Massa de grãos estável	400-500ppm
Contaminação incipiente	500-1100ppm
Infecção leve fungos ou infestação por insetos.	1100ppm a 3500ppm.
Alta infestação por fungos ou infestação por insetos.	4000ppm a 5000ppm.
Infestação severa por fungos e/ou insetos.	>5000ppm

Além de realizar previamente limpeza e secagem uniformes nos grãos, os mesmos devem ser mantidos nos silos equipados preferencialmente com sistema de exaustão, com as temperaturas mais baixas possíveis, por aeração ou resfriamento; a fim de dispersar, remover ou distribuir a umidade e o calor acumulados.

Se o armazenamento não for pelo sistema de resfriamento devem ser feitas aeração, transilagem ou intransilagem a cada 30 a 60 dias independentemente de aquecimento, para eliminar focos de anaerobiose e reduzir os efeitos da compactação. Os silos ou armazéns devem ser equipados com sistema de aeração com condições operacionais adequadas. As estruturas de armazenagem do tipo vertical devem ser dotadas de sistema de aeração com fluxo de ar de, no mínimo, 0,05 m³min⁻¹, para cada tonelada de grãos. Nas estruturas horizontais a vazão específica mínima deve ser de 0,1 m³min⁻¹, para cada tonelada de grãos.

Para armazenamento de grãos em sacaria, recomenda-se reduzir em um ponto percentual o teor de água referencial de armazenamento no silo-aerado, se nas mesmas condições climáticas. Manter boa ventilação nas pilhas, utilizar estrados com altura mínima de 12 cm para permitir boa circulação do ar também por baixo das pilhas. O uso de atmosfera modificada com CO₂ e N₂ é recomendado para grãos a fim de preservar a qualidade de grãos

O uso de resfriamento é recomendável para preservar a qualidade de grãos e sementes o teor de compostos bioativos dos grãos.

13.3.1- Manejo Integrado de Pragas dos Grãos Armazenados – MIPGRÃOS

As boas condições de higiene e sanidade nos silos e nos armazéns são fundamentais para a conservabilidade de grãos e sementes. Para isto, recomenda-se a adoção do Manejo Integrado de Pragas dos Grãos Armazenados - MIPGRÃOS (Lorini et al., 2015), que consiste

na adoção de uma série de medidas, pelos armazenadores, para evitar danos causados por pragas. Essa técnica, cujas etapas dependem essencialmente de: (i) mudança de comportamento dos armazenadores; (ii) conhecimento da unidade armazenadora de grãos; (iii) medidas de limpeza e higienização da unidade armazenadora; (iv) correta identificação de pragas; (v) conhecimento sobre a resistência de pragas aos inseticidas químicos; (vi) potencial de destruição de cada espécie-praga; (vii) proteção do grão com inseticidas; (viii) tratamento curativo; (ix) monitoramento da massa de grãos e (x) gerenciamento da unidade armazenadora.

O conhecimento do hábito alimentar de cada praga constitui elemento importante para definir o manejo a ser implementado na massa de grãos. Segundo este hábito, as pragas podem ser classificadas em primárias ou secundárias.

a) **Pragas primárias:** são aquelas que atacam grãos e sementes sadias. Podem ser denominadas pragas primárias internas (perfuram os grãos e sementes e nestes penetram para completar seu desenvolvimento) ou externas (destroem a parte exterior do grão ou semente, e posteriormente, alimentam-se da parte interna, sem usar o interior para o desenvolvimento).

b) **Pragas secundárias:** são aquelas que não conseguem atacar grãos e sementes sadias, pois requerem que estejam danificados ou quebrados para deles se alimentarem. Essas pragas ocorrem na massa de grãos quando estes estão trincados, quebrados ou mesmo danificados por pragas primárias (Lorini et al., 2015).

Entre as pragas de grãos armazenados que ocorrem no arroz, podemos citar *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1972) (Fig. 13.1A), *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) e *S. zeamais* (Motschulsky, 1855) (Fig. 13.1B), as quais são pragas primárias internas, e *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Fig. 13.1C), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) (Fig. 13.1D), *Tribolium castaneum* (Fabricius, 1972) (Fig. 13.1E), *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Fig. 13.2F), pragas secundárias. Alimentam-se de todo o interior do grão ou semente e possibilitam a instalação de outros agentes de deterioração. A descrição, a biologia e os danos de cada espécie-praga devem ser conhecidos, para que seja adotada a melhor estratégia para evitar os respectivos prejuízos (Lorini et al., 2015).



Figura 13.1 Adultos das principais pragas de grãos armazenados que ocorrem no arroz. (A) *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae); (B) *Sitophilus* sp. (Coleoptera: Curculionidae); (C) *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae); (D) *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae); (E) *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae); (F) *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Fonte: Lorini *et al.* (2015)

Medidas preventivas da infestação de pragas são as mais importantes na conservação de grãos. Nos armazéns graneleiros e nos convencionais de sacaria, o primeiro passo é a limpeza do armazém. Após todas as superfícies internas e externas deverão ser pulverizadas com inseticida de ação residual. Também a área de recepção e as destinadas às operações de pré-armazenamento deverão ser rigorosamente limpas, incluindo as moegas, com auxílio de aspiradores. Os resíduos de elevadores, calhas, roscas-sem-fim, máquinas de limpeza, secadores e demais equipamentos deverão ser eliminados. A limpeza e a lavagem dos estrados também são importantes, os quais depois de secos deverão ser expurgados com fumigantes e pulverizados com inseticidas residuais.

Para o melhor monitoramento das condições de armazenamento dos grãos é desejável que as unidades armazenadoras para produtos a granel sejam dotadas de sistema de termometria, em condições operacionais adequadas. O número de pontos de leitura deve ser compatível com o tipo da estrutura e a capacidade estática da unidade armazenadora. Deve-se usar, no mínimo, um ponto de leitura a cada 150 m³ de capacidade estática, sendo os pontos uniformemente distribuídos.

Em grãos armazenados que se destinem à alimentação humana, por exigências legais e pelos riscos de desenvolvimento de fungos produtores de micotoxinas a partir do ataque de insetos e ou de ácaros, deve ser aplicada a norma de tolerância zero. O uso do MIPGRÃOS deve ser realizado de forma preventiva, porém aparecendo pragas, qualquer que seja a população, deve ser utilizado de forma curativa, realizando expurgos de acordo com o Receituário Agrônomo e sob a orientação, supervisão e responsabilidade técnica de um Engenheiro Agrônomo. O controle feito por meio de fumigação ou expurgo é de caráter corretivo, mas não

é preventivo, podendo ocorrer novas infestações.

Como método corretivo para controle de fungos e insetos na pós-colheita, pode ser empregada a aplicação de Ozônio, com concentrações de 135ppm por 8 dias ou 1500ppm por 210 minutos.

As características das principais formulações de fumigantes e sua capacidade de liberação de ingrediente ativo estão apresentadas na Tabela 13.5. O controle de pragas pode ser complementado com inseticidas não fumigantes (Tabela 13.6). Esses produtos são utilizados nas formulações em pó ou líquidas e devem ser aplicados em conformidade com o Receituário Agronômico.

Além dessas pragas, há roedores e pássaros causadores de perdas, principalmente qualitativas, pela contaminação que deixam no produto final, que também devem ser considerados no MIPGRÃOS. Os buracos entre telhas e paredes devem ser fechados com argamassa. Aberturas de aeração, entrada de condutores de eletricidade ou vãos de qualquer natureza devem ser vedados com tela metálica de malha inferior a 6 mm. Galhos de árvores próximas aos armazéns devem ser podados para se evitar que tenham contato com paredes e/ou telhados. Quando possível, fazer o fechamento de esgotos e canais efluentes ou limpeza de suas margens, utilizando-se tampas de ralos pesadas, sempre que estes tenham comunicação com a rede de esgoto cloacal ou pluvial. No lado externo do armazém é importante manter uma faixa de 5 a 10 m livre de qualquer vegetação para dificultar o acesso dos roedores. Para maiores informações sobre o controle de roedores, consulte um profissional habilitado. Recomenda-se a utilização de barreiras físicas (telas) para evitar o acesso de pássaros no interior das unidades armazenadoras.

Tabela 13.5 – Inseticidas fumigantes e respectivas doses registradas para grãos e derivados armazenados a granel ou ensacados.

Nome comercial	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose (i.a.)	Período de exposição	Intervalo de segurança	Classe toxicológica
Magtoxin	Fosfeto de magnésio (66%)	2 a 3 g/m ³	5 a 10 dias	4 dias	I
Fumi-Cel	Fosfeto de magnésio (56%)	2 a 3 g/m ³	5 a 10 dias	4 dias	I
Phostoxin, Phostek, Fertox	Fosfeto de alumínio (56%)	2 a 3 g/m ³	5 a 10 dias	4 dias	I

Nota: As informações constantes nesta Tabela estão de acordo com os registros do Agrofit (http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), acessado em 25/07/2022

Tabela 13.6 - Inseticidas registrados para tratamento preventivo de pragas de grãos armazenados.

Nome comercial	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose (i.a.)	Dose comercial	Intervalo de segurança	Classe toxicológica
Actellic 500 EC	Pirimifós-metil	4 a 8 ppm	8 a 16 mL/t	45 dias	III
Graolin 500 EC	Pirimifós-metil		8 a 16 mL/t	45 dias	III
Insecto 867 Pó	Terra de diatomácea	0,9 a 1,7 kg/t	1 a 2 kg/t	---	IV
K-Obiol 25 EC	Deletetrina	0,35 a 0,50 ppm	14 a 20 mL/t	30 dias	I
ProStore 25 EC	Bifentrina	0,40 ppm	16 mL/t	30 dias	III
Triller EC	Bifentrina	---	4 mL/t	30 dias	III

Nota: As informações constantes nesta Tabela estão de acordo com os registros do Agrofit (http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), acessado em 25/07/2022.

No **beneficiamento industrial de grãos**, a higiene, a manutenção e a regulação de equipamentos são fundamentais na industrialização, pois o arroz é um alimento humano nobre, de consumo direto. Para produção de arroz integral (apenas descascado e classificado), de arroz natural polido pelo processo convencional ou de arroz parboilizado polido e outros é fundamental atender às normas legais que estão em vigor como a Instrução Normativa MAPA Nº 06, publicada em 16 de fevereiro de 2009 e alterada pela Instrução Normativa MAPA Nº 02 de 06 de fevereiro de 2012 (Aprova o Regulamento Técnico do Arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem).

Recomenda-se que todas as operações e etapas mencionadas anteriormente sejam acompanhadas de registros e protocolos operacionais.

13.4 - Produção, beneficiamento e legislação de sementes

A semente é considerada o mais importante insumo agrícola, principalmente, porque conduz ao campo as características genéticas determinantes do desempenho da cultivar, e ao mesmo tempo, é responsável decisivamente para o sucesso do estabelecimento da lavoura, fornecendo a base para a produção rentável. O emprego de sementes com alta qualidade e de procedência conhecida e confiável (certificada) é um dos pré-requisitos básicos para estratégias de manejo visando o aumento de produtividade, de competitividade e de sustentabilidade da atividade orizícola. Para ser considerada de qualidade, a semente deve apresentar, simultaneamente, os seguintes atributos:

Qualidade genética: atributo que envolve a pureza varietal, ou seja, a garantia de que a semente apresentará fielmente todas as características para as quais foi desenvolvida pelo programa de melhoramento genético como, por exemplo, resistência à doenças, tolerância à grupos químicos de herbicidas, etc.

Qualidade Física: é caracterizada pela ausência de sementes e ou partes de plantas daninhas, matérias estranhas e materiais inertes, peso de mil sementes etc. Esta característica torna-se de extrema importância na plantabilidade da lavoura, influenciando no desenvolvimento inicial da mesma. Também contribui para não disseminar sementes de outras espécies na lavoura implementada.

Qualidade Sanitária: a semente é o principal meio dispersor de doenças, que podem comprometer a sua viabilidade. Nesse sentido, busca-se sempre utilizar sementes sadias e livres de patógenos.

Qualidade Fisiológica: atributo inerente a semente para que a mesma expresse o seu máximo potencial, tendo como principais atributos a **germinação**, que é a capacidade da semente originar uma planta normal; o **vigor**, que consiste na capacidade de a plântula crescer e se desenvolver sob condições adversas.

Vários fatores devem ser considerados na **produção de sementes de qualidade**, destacando-se a época de semeadura, escolha da região de cultivo e da área e o manejo diferenciado que a lavoura requer. Na determinação da região, as condições climáticas são importantes, pois afetam diretamente a qualidade e a produtividade. Baixa luminosidade, variações bruscas de temperatura, excessiva precipitação e elevada umidade do ar são condições desfavoráveis à alta produtividade e à qualidade fisiológica de sementes e altamente favoráveis à incidência de pragas.

A escolha da área é outro fator importante, devendo-se levar em consideração o sistema de cultivo e o seu histórico. Para a maioria dos sistemas de cultivo é essencial que a área seja de primeiro cultivo com arroz ou tenha sido anteriormente descontaminada com pousio e rotação de culturas. Além disso, é indispensável o manejo adequado da água e a limpeza manual (*roguing*) para retirada de plantas contaminantes.

O MAPA instituiu pela Lei 10.711 de 05 de agosto de 2003 o **Sistema Nacional de Sementes e Mudanças**, com objetivo de garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido, comercializado e utilizado em todo o território nacional. A mesma Lei define e normatiza a Certificação de Sementes como um processo de produção de sementes, executado mediante controle de qualidade em todas as etapas de sua produção, incluindo o conhecimento da origem genética e o controle de gerações. Regulamentada pelo Decreto 10.586, de 18 de dezembro de 2020, as normativas para todas as etapas de produção, beneficiamento e comercialização de sementes de arroz irrigado no Brasil.

Os procedimentos devem obedecer às normas específicas para Produção, Comercialização e Utilização de Sementes (Instrução Normativa Nº 09 de 02 de junho de 2005 e a Instrução Normativa Nº 45 de 17 de setembro de 2013), definidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A **Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS)** deve dispor de instalações, equipamentos e procedimentos operacionais que atendam aos padrões de qualidade mínimos estabelecidos pela Instrução Normativa 09 de 02 de maio de 2005, definida pelo MAPA.

As pessoas físicas e jurídicas que exerçam atividades de produção, beneficiamento, embalagem, armazenamento, análise, comércio, importação e exportação de sementes e mudas, ficam obrigadas a se inscreverem no Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renasem), conforme o art. 7 e 8 da Lei 10.711. O artigo 10 desta Lei também instituiu o Registro Nacional de Cultivares - RNC e o Cadastro Nacional de Cultivares Registradas – CNCR no RNC e de seus respectivos mantenedores. A produção, o beneficiamento e a comercialização de sementes ficam condicionados à prévia inscrição da cultivar no RNC. Esta inscrição deverá ser única e a sua permanência no RNC fica condicionada à existência de, pelo menos, um mantenedor.

A seguir estão relacionados os principais instrumentos legais e normativos que definem e regulamentam o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças - SNSM e o processo de Certificação de Sementes de Arroz Irrigado em todo território nacional. Estes documentos podem ser obtidos na íntegra pelo link “legislação” do site do MAPA ([http:// www.agricultura.gov.br/](http://www.agricultura.gov.br/)).

- Lei 10.711, de 05 de julho de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências.

- Decreto 10.586, de 18 de dezembro de 2020. Aprova o Regulamento da Lei 10.711, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências.

- Instrução Normativa 09 de 02 de junho de 2005. Aprova as normas gerais para produção, comercialização e utilização de sementes e seus respectivos anexos.

- Instrução Normativa 45 de 17 de setembro de 2013. Estabelece normas específicas e padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes.

- Instrução Normativa 60 de 19 de dezembro de 2013. Aprova a tabela que fixa os valores dos serviços públicos de que trata a Lei 10.711.

13.4.1 - Categorias de sementes

As sementes de arroz podem ser produzidas de acordo com as seguintes categorias:

- a) **Semente genética:** material de reprodução obtido a partir de processo de melhoramento de plantas, sob responsabilidade e controle direto do seu obtentor ou introdutor, mantidas as suas características de identidade e pureza genética;
- b) **Semente básica:** material obtido da reprodução de semente genética, realizada de forma a garantir sua identidade genética e sua pureza varietal;
- c) **Semente certificada de primeira geração - C1:** material de reprodução vegetal resultante da reprodução de semente básica ou de semente genética;
- d) **semente certificada de segunda geração - C2:** material de reprodução vegetal resultante da reprodução de semente genética, de semente básica ou de semente certificada de primeira geração;
- e) **semente não certificada de primeira geração - S1:** material de reprodução vegetal resultante da reprodução de semente genética, básica ou certificada C1 ou C2;
- f) **semente não certificada de segunda geração - S2:** material de reprodução vegetal resultante da reprodução de semente genética, básica ou certificada C1 ou C2 ou S1;
- g) **semente para uso próprio:** toda pessoa física ou jurídica que utilize sementes com a finalidade de semeadura deverá adquiri-las de produtor ou comerciante inscrito no Registro Nacional de Sementes (Renasem). O usuário poderá, a cada safra, reservar parte da sua produção como “**semente para uso próprio**”, observando o Anexo XXXIII, da Instrução Normativa 09 do MAPA:
 - g. 1) Ser utilizada apenas em sua propriedade ou em propriedade cuja posse detenha e exclusivamente na safra seguinte;
 - g. 2) Estar em quantidade compatível com a área a ser semeada na safra seguinte, observados os parâmetros da cultivar no RNC e a área destinada à semeadura, para cálculo da quantidade de sementes a ser reservada; e
 - g. 3) Ser proveniente de áreas inscritas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, quando se tratar de cultivar protegida.

13.4.2 - Padrões para produção e comercialização de sementes de arroz

Os padrões para produção e comercialização de sementes de arroz estão definidos segundo o anexo II da Instrução Normativa 45, de 17 de setembro de 2013, editada pelo MAPA.

Em função da promulgação da Lei Federal de Sementes (Lei 10.711 de 05 de agosto de 2003 e do Decreto 10.586, de 18 de dezembro de 2020), as informações referentes ao registro de produtor e as normas de produção e certificação de sementes de arroz irrigado deverão ser obtidas junto às respectivas Delegacias Federais do MAPA, conforme endereços abaixo.

a) No estado de Santa Catarina

Rua João Grumiche, 117 - Bloco C, Sala 7 - Bairro Kobrasol

CEP: 88.102-600 - São José-SC

Fone: (48) 3261-9900 / 3261-9901

Fax: (48) 3261-9902

sementes-sc@agro.gov.br

b) No estado do Rio Grande do Sul

Av. Loureiro da Silva, 515, 7º andar, sala 701, 90010-420, Porto Alegre, RS.

Fone: (51) 3284-9588 / 3284-9586

Fax: (51) 3284-9615

sefia-rs@agro.gov.br

14 - ARROZ IRRIGADO NO CONTEXTO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

14.1- Cenário para a diversificação

O cultivo do arroz irrigado está inserido em diferentes cenários de produção agrícola. O sistema arroz-pousio é o mais utilizado e se constitui na alternativa de cultivo para as regiões de pequenas lavouras: em todo o estado de Santa Catarina e predominantemente na região colonial (4° Colônia) do Rio Grande do Sul. Nas demais áreas de produção do RS, em que predominam propriedades médias e grandes, o arroz é tradicionalmente associado à pecuária extensiva no sistema de cortes (três a cinco, em função da área da propriedade).

A área de terras baixas do RS é de em torno de 5,4 milhões de hectares, anualmente cultivadas com 1,1 milhões de hectares com arroz irrigado e com 3,5 milhões deles com aptidão para sua integração com a pecuária, sendo 60% desta área ainda ocupada por pastagem nativa. Em associação ao arroz, tem-se um rebanho bovino com mais de 12,5 milhões de cabeças e de ovinos com mais de 3,9 milhões de cabeças. A inclusão da soja nas áreas de arroz, predominantemente no sistema ping-pong, ocupa em torno de 300.000 ha (safra 2017/18), especialmente nas regiões da Campanha e Planície Costeira Interna, com 55 e 38% da área de arroz ocupada com soja, respectivamente.

A diversificação de culturas envolve tanto sistemas de rotação e sucessão de culturas como sua integração com a pecuária. A rotação de culturas envolve o cultivo de duas ou mais espécies na mesma área num período maior que um ano, enquanto a sucessão de culturas é o cultivo de duas ou mais espécies num período menor que um ano. Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) correspondem a associações entre cultivos e animais em escala de fazenda, na mesma área ou em áreas distintas, de forma concomitante ou sequencial. Na linguagem coloquial, são conhecidos como sistemas de integração lavoura-pecuária (SILP).

14.2 - Benefícios e desafios da diversificação

A utilização de outros cultivos comerciais e sua integração com a pecuária em associação ao arroz irrigado traz **benefícios econômicos, técnicos e ambientais**. Dentre os **benefícios econômicos**, destaca-se, no RS, o potencial de aumento da área atual de cultivos comerciais de verão (soja em rotação com arroz) de 1,4 para até 3,0 milhões de hectares e de outro tanto em integração com a pecuária no inverno. Outro benefício é a infraestrutura de irrigação, já disponível, que pode ser utilizada em períodos de déficit hídrico, comuns durante o desenvolvimento das culturas de verão (soja, milho e sorgo) em rotação ao arroz, o que garante maior estabilidade na produtividade e na produção. Além disso, a diversificação das atividades produtivas diminui os custos de produção e diversifica a renda na propriedade rural. Essa diversificação implica em melhoria do fluxo de caixa, reduzindo os impactos decorrentes de frustrações de safra por fatores meteorológicos ou de outra natureza, diminuindo, ainda, os riscos devidos às variações nos preços de mercado.

Quanto aos **benefícios técnicos**, tem-se o controle do arroz-daninho (arroz-vermelho e arroz-preto), a principal espécie de plantas daninhas incidentes na cultura do arroz irrigado. Isto, porque o uso continuado de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação tem ocasionado problemas de resistência em diversas espécies de plantas daninhas e motivado a busca por sistemas mais diversificados de produção em áreas cultivadas com arroz irrigado. A utilização

de cultivos em rotação permite a alternância de princípios ativos de herbicidas, contribuindo para diminuir a incidência de plantas daninhas resistentes. Resultados de pesquisa mostram que há alta desinfestação de sementes de arroz-daninho no solo (chegando a 80% de redução das sementes viáveis em dois anos), quando se utilizam outras espécies de verão, como a soja, o milho ou o sorgo, em rotação com arroz irrigado.

De outra parte, o monocultivo do arroz irrigado também aumenta a ocorrência de doenças que causam prejuízos ao arroz, com destaque para a brusone, que é considerada a principal doença da cultura. Da mesma forma, verifica-se, também, a elevação da população de algumas pragas importantes, como a bicheira-da-raiz, os percevejos e as lagartas, entre outras. Uma das estratégias mais eficazes para minimizar a ocorrência e o impacto de pragas e doenças é a diversificação de culturas.

Outro benefício da diversificação de culturas e da integração com a pecuária em áreas de arroz irrigado relaciona-se à ciclagem de nutrientes, contribuindo para diminuir suas perdas e contaminação de cursos de água e consequente diminuição da adubação. A adição de resíduos dos cultivos de verão e de plantas de cobertura e/ou do pastejo no outono-inverno constitui-se em forma eficaz de aumentar o teor de matéria orgânica, que resulta em maior fertilidade e qualidade do solo e aumento de seu potencial produtivo. Além desses, a utilização de culturas de sequeiro traz, como benefício adicional maior aporte de nitrogênio ao sistema pela fixação simbiótica, especificamente quando em rotação com soja e a garantia de área pronta para semeadura do arroz na época recomendada, com consequente aumento da produtividade dessa cultura.

No **aspecto ambiental**, a diversidade de cultivos implica em minimizar o uso de agrotóxicos para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, reduzindo os custos de produção e o risco de contaminação dos alimentos e do ambiente. Além disso, pode ocorrer aumento, ao longo do tempo, dos estoques de carbono (sequestro do C atmosférico), que diminui a concentração de gases responsáveis pelo efeito estufa. Tais benefícios são muito mais evidentes quando os sistemas são manejados dentro dos princípios conservacionistas de uso do solo, em especial o plantio direto.

Um aspecto marcante que caracteriza a lavoura arrozeira, é a forte incidência do arrendamento da terra e da água fazendo com que haja limitações quanto à adoção de novos arranjos produtivos. Esse fato, que poderia ser visto e utilizado de forma sinérgica, por exemplo, pela facilitação da utilização de máquinas e implementos agrícolas da fase lavoura para a fase pecuária e vice-versa, pela visão individualista tanto do *proprietário* como do *arrendatário*, é tido como agravante para a diversificação, uma vez que cada parte somente visualiza os benefícios próprios, sem considerar os benefícios do sistema.

O maior **desafio** para a inserção na produção integrada em terras baixas é, provavelmente, a mudança de atitude na gestão do negócio arroz para um sistema de produção mais complexo e diversificado. Não se trata apenas do pensamento e atitude do gestor, proprietário ou responsável, mas de todos os envolvidos no sistema de produção. Há que se entender a importância em investir contínua e sistematicamente no planejamento, na capacitação e na motivação para a mudança. Tanto as atividades de lavoura como as de pecuária devem ter a mesma prioridade e isso exige decisões rápidas e sensatas. Um problema sério de gestão das propriedades que cultivam, por exemplo, arroz e soja na mesma safra, é compatibilizar as atividades operacionais de ambas as lavouras.

Depois de atendidas essas pré-condições, atenção deve ser dada à adequação das terras baixas e ao seu manejo para os cultivos de terras altas, quer sejam os cultivos comerciais de verão ou de plantas de cobertura e/ou de pastagem de outono-inverno.

14.3- Adequação das terras baixas para cultivos de terras altas

14.3.1- Drenagem da lavoura

O excesso hídrico é o fator mais restritivo para as culturas de sequeiro utilizadas em rotação e/ou sucessão ao arroz irrigado. A sua magnitude depende do tipo de solo, do grau de deterioração de sua estrutura e das condições de superfície e subsuperfície. A meta é que a drenagem tenha a eficiência de retirar toda a água do quadro o mais rápido possível.

As áreas de cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul diferenciam-se quanto ao risco de excesso hídrico que oferecem às culturas de sequeiro em rotação, podendo ser classificadas em alto, médio e baixo risco. As áreas de cotas mais baixas, sujeitas a enchentes, são de alto risco e não devem ser utilizadas para o cultivo dessas espécies. Por outro lado, áreas de cotas mais altas e com alguma declividade que favorece a drenagem, são áreas de menor risco de excesso hídrico e, portanto, as mais favoráveis às culturas de sequeiro. As áreas de risco intermediário são aquelas em que a topografia plana dificulta a drenagem e em que o sucesso depende da aplicação criteriosa de sistema de drenagem superficial. Esta drenagem pode ser efetuada por dois procedimentos principais: a) pelo estabelecimento de drenos superficiais, que devem, de preferência, passar exatamente no centro das áreas mais baixas, para que a água superficial escorra rapidamente após as precipitações ou irrigações complementares; e b) pelo aplainamento ou nivelamento superficial do solo que elimina pequenas depressões e elevações da área, visando corrigir o micro relevo. Também é conveniente planejar para que a sistematização da área proporcione além dos benefícios ao arroz irrigado, a possibilidade de drenagem dos cultivos de sequeiro.

14.3.2- Manejo do solo, das culturas e da irrigação

Além da eficiente drenagem do solo, há outros desafios a serem superados para que os cultivos de sequeiro se consolidem como atividades sustentáveis em áreas de arroz irrigado. O primeiro deles refere-se à sistematização das áreas e sua relação com o aproveitamento do seu potencial de uso com soja e outros cultivos. O segundo, diz respeito à necessidade de identificar a presença e a localização da camada compactada, que não se constitui em problema ao arroz, mas causa restrições ao desenvolvimento do sistema radicular das culturas de sequeiro em rotação e sucessão.

A compactação do solo em subsuperfície se constitui em resistência mecânica à penetração das raízes e decorre do preparo do solo para o arroz ao longo de anos é conhecida como pé de grade ou pé de arado. O rompimento dessa camada pode ser feito com dispositivos da própria semeadora ou pela utilização de outros equipamentos de preparo de solo como grades ou escarificadores. Deve-se ressaltar que a escarificação implica em mobilização de solo e maiores gastos de combustível e maior demanda de potência de máquinas. Assim, deve-se avaliar o retorno econômico desta operação, além de possíveis dificuldades nas operações de semeadura e de colheita, dependendo da precipitação pluvial no período. Outra forma é buscar

proporcionar efeito semelhante ao da escarificação com o uso da semeadora, o que resulta em maior economia e menor mobilização do solo, atendendo melhor aos princípios de conservação do solo. Este é mais um desafio da pesquisa para o manejo sustentável de culturas de sequeiro em áreas de arroz irrigado.

A semeadura das culturas de sequeiro sobre microcamalhão é também uma alternativa para melhorar o ambiente radicular e o desenvolvimento das culturas de sequeiro em terras baixas. No aspecto prático, uma das premissas para sua instalação seria alterar o mínimo possível a superfície do solo, reduzindo o trabalho na área para instalação do cultivo seguinte. Nesse sentido, dispõe-se de máquinas que fazem conjuntamente as operações de construção de microcamalhões, semeadura e adubação. Esta estrutura construída serve como drenagem de superfície e, também para realização de eventual irrigação da área por sulco.

Os cultivos de sequeiro em rotação ao arroz irrigado são mais exigentes em fertilidade do solo, quer seja em relação à maior sensibilidade à acidez bem como na maior exigência em nutrientes. Além disto, não ocorre a auto-calagem (aumento do pH pela inundação). É muito importante salientar que a condição predominante das lavouras de arroz é majoritariamente constituída de solos ácidos a muito ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes. Então, para viabilizar técnica e economicamente os cultivos de sequeiro em áreas de arroz irrigado há necessidade de investimentos maiores com calagem e adubação em relação ao arroz irrigado, conforme consta no Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Comissão..., 2016).

A inoculação de sementes de soja é uma prática consolidada sendo comum em terras baixas, o uso de doses acima daquelas normalmente utilizadas em solos de terras altas. No entanto, se houver excesso hídrico no solo, essa fixação pode ser limitada pelo deficiente suprimento de O_2 ao sistema radicular. Nessas condições, trabalho conduzido em Gleissolo durante dois anos evidenciou que a reaplicação de inoculante por pulverização ou mesmo a aplicação de nitrogênio em cobertura não foram eficientes para a recuperação das plantas de soja após período de excesso hídrico, imposto entre os estádios vegetativos V_7 e V_8 , reforçando a importância das práticas da inoculação e drenagem eficientes para o sucesso da simbiose.

A semeadura das culturas em rotação e/ou sucessão ao arroz irrigado deve ser realizada em condições adequadas de umidade, de forma a garantir a emergência de plântulas. Precipitações de grande intensidade após a semeadura, mesmo sem acarretar saturação do solo, também podem dificultar a emergência de plântulas em função da formação de crostas no solo acima das sementes/plântulas.

A irrigação das culturas em rotação com arroz irrigado deve ser utilizada quando ocorre deficiência hídrica, desde que os demais fatores limitantes da produção tenham sido eliminados. A magnitude desse tipo de estresse é muito variável no RS, pois depende do regime pluviométrico (ocorrência dos fenômenos La Niña e El Niño), da tolerância das espécies à deficiência hídrica e da época de semeadura. As áreas de arroz irrigado, por apresentarem, em sua maioria, solos com baixo teor de matéria orgânica e textura mais arenosa, são mais suscetíveis à ocorrência de deficiência hídrica.

A irrigação das culturas a serem utilizadas em rotação, aproveitando-se da infraestrutura estabelecida para o cultivo do arroz, é um grande potencial das terras baixas, sendo próprio e praticamente exclusivo desse ambiente. O desafio para que se irriguem as culturas em rotação em áreas de arroz irrigado é o desenvolvimento de métodos de irrigação que sejam viáveis técnica e economicamente, de acordo com as características de cada região arrozeira.

Atualmente, tem sido utilizado com grande vantagem operacional e custo de mão de obra, a irrigação em sulcos por politubos infláveis, especialmente em áreas com baixa declividade. Em regiões mais declivosas, como a Fronteira Oeste e a Campanha, frequentemente tem-se efetuada a irrigação por pivô central. Com relação a esse método, cuidados devem ser tomados, pois podem provocar selamento superficial do solo e escorrimento superficial da água. Já a irrigação dos cultivos de rotação por superfície em áreas de arroz irrigado requer técnicas específicas, adaptadas a esse ambiente. É muito conveniente, por exemplo, que a superfície do solo apresente alguma declividade, pois a drenagem rápida nas áreas de cota zero é bastante difícil. Além disso, há necessidade de que tenham sido feitos drenos superficiais, de realização da operação de “banho”, quando necessário, seja muito rápida, e que a irrigação seja feita por partes da lavoura, para evitar que algumas áreas fiquem encharcadas em um período de tempo maior do que um ou dois dias, o que pode prejudicar as culturas. Para atender este objetivo, a utilização da tecnologia de nivelamento da superfície do solo com equipamento automatizado (*laser*) é uma meta que deve ser buscada. O perfeito nivelamento da superfície do solo auxilia não apenas na realização de uma lavoura de arroz com maior resposta às tecnologias utilizadas, mas também potencializa o uso da área para a implantação dos cultivos em sistemas de rotação e/ou sucessão de culturas.

A resposta à irrigação das culturas em rotação em áreas de arroz irrigado vai depender da quantidade e da distribuição da precipitação pluvial durante seu ciclo de desenvolvimento. Assim, em anos com menor quantidade de precipitação, observa-se maior resposta à irrigação em comparação a anos de ocorrência de maior precipitação. Verificam-se maiores reduções nas produtividades das culturas quando a deficiência hídrica ocorre durante os seus períodos mais críticos. Assim, para a soja os períodos mais críticos são da semeadura-emergência e na floração-enchimento de grãos. Já na cultura do milho, o período mais crítico é o que compreende duas a três semanas antes a duas a três semanas após o espigamento.

14.4 - Arroz em sistemas de rotação e sucessão de culturas

14.4.1- Espécies e cultivares a serem utilizadas

As principais espécies pesquisadas e utilizadas em rotação com o arroz em áreas de arroz irrigado no verão são a soja, o milho e o sorgo, e algumas culturas para cobertura de solo no outono-inverno e/ou para utilização como forrageiras. A utilização de uma ou outra espécie varia conforme a necessidade, a conveniência da propriedade ou mesmo com o interesse do produtor e as relações de preços entre insumos e produtos agrícolas.

Atualmente, a soja é a espécie de sequeiro mais cultivada em rotação com arroz irrigado em função do mercado comprador mais estável e pela existência de genótipos resistentes ao herbicida glifosato. Nos últimos anos, tem-se observado aumento crescente no cultivo de soja em terras de arroz no Rio Grande do Sul, passando de 11 mil hectares, na safra 2009/2010, para aproximadamente 300.000 hectares, na safra 2017/2018, o que corresponde a aproximadamente 27% da área cultivada anualmente com arroz irrigado. Essa expansão da soja não está ocorrendo em substituição às lavouras de arroz irrigado, mas pela ocupação de áreas que não estão sendo cultivadas com arroz irrigado. No RS, há vários casos consolidados e bem sucedidos de rotação de arroz com essa cultura, atestando um excelente potencial produtivo na ausência de estresses mais pronunciados. Embora, ao longo dos anos, as lavouras de soja atinjam graus variados de sucesso, ela vem sendo considerada como uma alternativa importante de renda e diversificação de atividades nas propriedades. Além dos efeitos benéficos da rotação arroz-soja sobre o controle de plantas daninhas, vários experimentos têm evidenciado aumentos de produtividade do arroz irrigado, variável entre 10 e 20%, quando em rotação com soja, em comparação ao monocultivo de arroz.

Embora a soja seja sensível ao excesso hídrico durante todo o seu ciclo de crescimento, há variabilidade genética na tolerância a este estresse após o estabelecimento das plantas. Há, no mercado, várias cultivares de soja disponíveis e que apresentam hábitos, ciclos e potencial produtivo diferentes, sendo que a escolha por uma delas vai depender do planejamento de cada propriedade. Assim, ao se iniciar o cultivo, pode-se utilizar a cultivar TEC IRGA 6070 RR, que apresenta maior tolerância ao excesso hídrico no solo, mas com teto produtivo não muito alto. Recentemente foi lançada uma nova cultivar, em parceria IRGA/Bayer, denominada de BS IRGA 1642 IPRO, cuja tolerância ao excesso hídrico é semelhante à da TEC IRGA 6070 RR e apresenta alto potencial produtivo e tecnologia Intacta RR IPRO®. Enquanto persistirem problemas de drenagem, essas cultivares devem preferencialmente ser utilizadas. À medida que esse estresse passa a ser mais controlado, pode-se utilizar cultivares com maior potencial produtivo.

Outra alternativa para cultivo em áreas de arroz irrigado é o milho. Além de também possibilitar o rodízio de mecanismos de ação de herbicidas para controle de plantas daninhas, o milho apresenta alto potencial de aporte de carbono ao solo e de produção de alimentos na própria propriedade, com alta qualidade nutritiva, para serem utilizados na alimentação animal. Um dos principais desafios está relacionado à adequação da área com eficiente sistema de drenagem e a possibilidade de se fazer a irrigação, quando necessária. Assim, estará satisfazendo dois dos principais pré-requisitos para o pleno desenvolvimento da cultura, que é muito sensível, tanto a condições de estresse por excesso ou por deficiência hídrica.

Resultados obtidos em pesquisas desenvolvidas com milho em Gleissolo evidenciam

que, sob condições de adequada drenagem e com possibilidade de se realizar irrigação, quando necessária, e com a adoção das demais práticas de manejo em nível adequado, tem-se atingido altas produtividades ($>12,00 \text{ Mg ha}^{-1}$) de grãos, o que torna essa cultura uma alternativa promissora para a rotação nessas áreas. No entanto, do ponto de vista econômico, é importante salientar a grande oscilação que ocorre nos preços de venda dos grãos que se verifica ao longo dos anos e o seu maior custo de produção em relação ao da soja.

Indicações detalhadas do manejo dessas culturas em rotação com arroz irrigado podem ser obtidas na publicação *Cultivo de soja e milho em terras baixas no Rio Grande do Sul* (Emygdio et al., 2017) e, especificamente para a cultura da soja na publicação *Soja 6000: Manejo para alta produtividade em terras baixas* (Almeida & Anghinoni, 2018).

O sorgo é, dentre as espécies de primavera-verão para ser utilizada em rotação com arroz irrigado, a que apresenta maior potencial, devido ao fato de apresentar maior tolerância ao estresse hídrico, seja por excesso ou deficiência. No entanto, pelo fato da cultura ser muito sensível à aplicação de herbicidas, da pouca disponibilidade de princípios ativos herbicidas seletivos por não haverem híbridos tolerantes à aplicação de glifosato, o seu cultivo deixa a desejar em termos de controle de plantas daninhas.

Dentre as alternativas de coberturas de solo e/ou pastejo no outono-inverno, o azevém (*Lolium multiflorum*) é a que apresenta alto potencial de utilização em áreas de arroz irrigado, devido à capacidade de adaptação a condições de solos mal drenados e por ser de duplo propósito, ou seja, pode ser utilizado como planta forrageira ou cobertura de solo. Por produzir alta produção de biomassa com adequada adubação, essa espécie tem grande potencial para reciclar nutrientes e de adicionar resíduos ao solo.

Embora o uso dessa espécie tenha muitas vantagens para o sistema de produção, se mal manejado pode resultar em limitações para o cultivo do arroz irrigado e das culturas de sequeiro em sucessão. Uma das principais é que a uma alta quantidade de palha pode manter o solo com excesso de umidade, dificultando a semeadura do arroz em sucessão na época recomendada (01 de setembro a 10 de novembro), que é um dos principais pré-requisitos para obtenção de altas produtividades. Além disso, devido à condição natural de má drenagem do solo, a decomposição de resíduos vegetais geralmente ocorre de forma anaeróbica, o que pode resultar na formação de ácidos orgânicos em concentrações que podem ser tóxicas nos estádios iniciais de desenvolvimento do arroz em sucessão. Outro aspecto a ser considerado é alta relação C/N de sua palha, que pode causar imobilização de N pelos microorganismos, resultando em sua menor disponibilidade no início de desenvolvimento dos cultivos em sucessão. Também tem sido relatado um possível efeito alelopático do azevém sobre os cultivos em sucessão.

Em função desses aspectos, tem-se observado que a produtividade de grãos dos cultivos de arroz irrigado e de milho em sucessão a azevém não têm aumentado em relação à sucessão ao pousio no outono-inverno. Algumas estratégias de manejo têm sido propostas para mitigar os efeitos prejudiciais de espécies poáceas como cobertura de solo no outono-inverno, principalmente para os cultivos de arroz irrigado e milho em sucessão. Dentre essas, destacam-se o aumento da dose de nitrogênio na semeadura e a antecipação da época de dessecação dessas espécies.

A serradela nativa (*Ornithopus micranthus*) é uma espécie da família das fabáceas que tem grande potencial para utilização em área de arroz como cobertura de solo, devido à sua adaptação a solos mal drenados e por estabelecer simbiose com bactérias fixadoras de N. Em

consequência, traz o benefício para o arroz e as culturas de sequeiro em sucessão pelo aporte desse nutriente em solos que são, em sua grande maioria, pobres em matéria orgânica. Com isto, pode haver redução nos custos de produção e benefícios ao ambiente, já que há maior risco de contaminação de corpos de água com nitrogênio mineral (nitrato e nitrito).

Em experimentos conduzidos em Planossolos têm sido verificados aumentos nas produtividades de arroz irrigado e milho, variáveis de 10 a 20%, em sucessão à serradela nativa em relação ao seu cultivo em sucessão ao pousio no outono-inverno. Como se trata de uma espécie de baixa relação C/N de seus resíduos, uma das estratégias para aumentar os benefícios de seu uso como cobertura de solo é o atraso em sua época de dessecação para mais próximo da semeadura das culturas em sucessão. Isto resulta em maior acúmulo de massa seca na parte aérea e nas raízes e, em consequência, em maior disponibilidade de N e de outros nutrientes pela ciclagem para os cultivos em sucessão. O trevo-branco (*Trifolium repens*), o trevo-vermelho (*Trifolium pratense*) e, mais recentemente, o trevo-persa (*Trifolium resupinatum*), desenvolvido pela Embrapa, são outras espécies da família das fabáceas que têm apresentado potencial de adaptação em terras baixas, seja como cobertura de solo e/ou pastejo.

Em terras altas, sistemas de rotação e sucessão de culturas têm sido amplamente estudados, sendo já disponíveis estratégias de manejo de espécies de cobertura de solo de outono-inverno para maior benefício das culturas em sucessão. Já em terras baixas, verifica-se inexpressiva utilização dessas espécies, devido à falta de entendimento de como viabilizar seu cultivo, visando melhor aproveitamento de suas potencialidades e, assim, contribuir para a sustentabilidade da atividade orizícola.

14.5 - Arroz em sistemas integrados de produção

14.5.1 - Inserção do animal no sistema

O animal em pastejo, além do efeito direto do pisoteio sobre o solo, é um agente catalisador que modifica as taxas e os fluxos dos processos sistêmicos, reciclando o material orgânico e determinando a dinâmica dos nutrientes entre os seus compartimentos. Desta forma, enquanto os cultivos se sucedem, tanto quanto a presença dos animais, o solo é o compartimento em que convergem fluxos multidirecionais, que regem os processos bio-físico-químicos ao longo do tempo. Por essa razão, o solo concentra vários dos indicadores de avaliação dos SIPA. Ao optar por determinado manejo, especialmente a lotação animal e o método de pastoreio, está se definindo a ação direta do pisoteio, que, por sua vez, influencia as características e as propriedades do solo e, especialmente, a ciclagem de nutrientes.

14.5.2 - Manejo dos sistemas em terras baixas

Os sistemas integrados de produção no contexto da lavoura arrozeira envolvem principalmente o pastejo bovino, predominantemente de corte, em pastagem de azevém, consorciado ou não com forrageiras da família das fabáceas, no outono/inverno, e sua rotação com culturas comerciais: soja especialmente, e milho, na primavera/verão. Recomenda-se a adoção do manejo integrado das culturas (boas práticas agrícolas), com ênfase à época da semeadura, de modo a coincidir a maior radiação com a fase reprodutiva, muito determinante da alta produtividade. Da mesma forma, a semeadura da pastagem hibernal (azevém, trevos e cornichão)

deve ser o mais rápido possível após a colheita das culturas comerciais, de forma a possibilitar um período de pastejo suficientemente longo para o ganho de peso animal. As dificuldades de implantação da pastagem ocorrem especialmente após o cultivo do arroz, devido à grande quantidade de resíduos (8-10 t/ha), de difícil decomposição (lignina). Independentemente das exigências de cada fase (planta ou animal), o manejo deve considerar os ganhos do sistema como um todo e não os maiores ganhos individuais de uma fase em detrimento da outra.

Se de um lado, a forma de pastejo (contínuo ou rotativo) não tem sido relevante, a sua intensidade é de fundamental importância no manejo do pasto: o pastejo intenso (super-pastejo), que proporciona uma maior produção animal por área de um lado, de outro, pode levar à deterioração do solo, pela compactação (pressão de pastejo) e pelo balanço negativo de carbono no solo. De uma forma geral, o pastejo moderado, embora proporcione um menor ganho animal por área, resulta em melhor acabamento animal em maiores, ganhos de carbono no solo, com reflexos positivos na sua qualidade e fertilidade. Para a condição de terras baixas, considera-se, como adequada (bom pastejo), a altura de em torno 15 cm para o manejo do pasto, considerando-se a pressão de compactação do solo e a quantidade de resíduos que retornam ao sistema.

Resultados de pesquisa têm demonstrado que a produtividade de grãos de arroz irrigado aumenta e a resposta à adubação diminui com o tempo (quatro locais do RS, variando de 2 a 16 anos) de pastejo bovino no outono-inverno, com os maiores retornos da adubação e uma mesma produtividade sendo obtida com menores quantidades de adubo. A mesma produtividade de arroz (11,1 t/ha, na média dos quatro locais) foi obtida com 44% dos custos da adubação indicada pela análise do solo.

Em protocolo de longa duração (Cristal RS), verificou-se, já no segundo ano, um ganho de 11,3% na produtividade do arroz com pastejo bovino em azevém e mais 10,0% com a inclusão da soja, em relação ao pousio-arroz, afora a produção animal em todos os sistemas. Na mesma safra, a mesma produtividade de arroz (9,80 t/ha) foi obtida com pastejo bovino com 42% menos adubo em relação ao arroz/pousio, com ganho acumulado de 4,0 t/ha em quatro anos. Os sistemas arroz/pastejo/arroz e arroz/pastejo/soja (*ping pong*) tiveram melhor retorno econômico da adubação na lavoura de arroz de ordem de 13 e 18 (na média de duas safras) do que o sistema arroz/pousio. O pastejo moderado, mesmo em plantio direto, além de não afetar negativamente as características físicas (densidade e porosidade), resultou em aumento no teor de matéria orgânica do solo e, com a adubação utilizada (em cada cultivo), elevou a fertilidade do solo à faixa adequada (Alta). Estas condições de fertilidade do solo, aliadas à maior ciclagem dos nutrientes dos resíduos e da fração lábil da matéria orgânica do solo, constituem as pré-condições para a adoção da adubação de sistema. Resultados mais detalhados podem ser obtidos na Publicação Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas (Carmona et al., 2018).

15 - GERENCIAMENTO DA ATIVIDADE ORIZÍCOLA

O sucesso econômico de uma lavoura de arroz depende do mercado, da observância de funções básicas de administração da atividade agrícola e principalmente, de um bom planejamento, organização, direção e controle na condução da atividade. A aplicação correta das recomendações contidas nos capítulos anteriores desta publicação faz parte de uma boa administração, pois acaba impactando, direta ou indiretamente, no custo por unidade produzida, ou seja, no custo médio por saco que, por sua vez, tem uma estreita relação com a produtividade obtida.

Para que se possa fazer um bom planejamento econômico da lavoura é importante que se conheça o custo e que se tenha uma projeção sobre o preço a ser recebido pelo produto.

O custo de produção é uma ferramenta de gerenciamento da atividade orizícola. O custo de produção permite avaliar, previamente, se o produtor conseguirá pagar os custos específicos da safra, como insumos, mão de obra (inclusive a mão de obra própria), arrendamento (terra, máquinas), manutenção das máquinas, custos financeiros e se o produtor conseguirá repor o custo de depreciação da infraestrutura e máquinas.

Os custos de produção são rotineiramente calculados por diversas instituições, que disponibilizam para uso geral. O uso dos resultados dessas planilhas deve ser feito com cautela, visto que, geralmente, se referem a uma ampla região abrangendo vários sistemas de produção, portanto, os dados podem não ser adequados para o planejamento de uma determinada propriedade. Visando superar esse problema apresenta-se neste capítulo uma planilha de custo automatizada, para uso de técnicos e produtores, onde cada um pode adaptar seus coeficientes técnicos à realidade dos seus sistemas de produção.

O manuseio e utilização da planilha são simples, porém o bom resultado depende de seguir os critérios recomendados para o uso, levantamento correto das informações e que todos os custos sejam computados, inclusive quando se utiliza recursos próprios. Neste caso cuidado com aqueles custos que devem ser amortizados em várias safras.

15.1 - O custo como ferramenta de gerenciamento

A competitividade do mercado impede que algum segmento da cadeia produtiva pague a ineficiência de outro segmento. Então, do ponto de vista econômico, o desafio que se apresenta para o profissional da assistência técnica em orizicultura consiste em “como minimizar o custo por hectare para uma dada produtividade” ou, alternativamente, em “como maximizar a produtividade para um determinado custo por hectare”. Para tanto, é importante que ele tenha um custo corretamente calculado em suas mãos e que possua referências de custo de outros produtores da região para que possa fazer as devidas comparações.

Concluindo, a utilização da planilha de custo do arroz permite avaliar a sustentabilidade econômica da atividade orizícola, tanto da safra presente (curto prazo) como das safras futuras (longo prazo), e as decisões que precisam ser tomadas pelo produtor para que isto aconteça. Espera-se que esta ferramenta auxilie o produtor na gestão de seu negócio.

15.2 - Custos variáveis e custos fixos

O custo total está subdividido em “custos variáveis” e “custos fixos”. Os custos variáveis são os que variam de acordo com o nível de produção. São os custos específicos de cada sa-

fra, como os insumos e a mão de obra. Os custos fixos são os que se mantêm constantes em todos os níveis de produção, inclusive quando não houver produção nenhuma. São os custos relativos à infraestrutura, como a terra, os galpões, as máquinas e os equipamentos.

Um orizicultor só permanecerá na atividade orizícola por vários anos seguidos se ele tiver a perspectiva de que, na média destes anos, o valor da produção seja suficiente para cobrir todos os custos, tanto os custos variáveis como os custos fixos. Entretanto, se num determinado ano a perspectiva de preço não for boa, a decisão entre produzir ou não naquela safra deverá estar apoiada apenas no custo variável. Para produzir basta que o valor da produção seja maior que o custo variável, sem se importar com o custo fixo uma vez que a infraestrutura já está implantada e o custo fixo estará presente mesmo não havendo produção. Produzindo, o orizicultor tem a chance de reduzir o seu prejuízo com a cobertura de, pelo menos, uma parte do custo fixo. Não produzindo, o prejuízo corresponde ao valor integral do custo fixo. Portanto, a subdivisão do custo total em custos variáveis e custos fixos visa facilitar a tomada de decisão do produtor para estas condições.

15.3 - Planilha de custo

Existem muitas abordagens sobre a teoria dos custos de produção. A teoria neoclássica divide os custos em variáveis e fixos, permitindo aos produtores determinar a escala ótima de produção, bem como analisar a permanência na atividade no curto e longo prazo. Para efeito de cálculo de custo, são considerados como custos variáveis: insumos, mão de obra, serviços, assistência técnica, seguros, custos financeiros e despesas de comercialização e, como custos fixos: manutenção e depreciação de benfeitorias, remuneração do capital fixo, mão de obra fixa e remuneração da terra.

As planilhas referenciais para o custo de produção podem ser obtidas nos seguintes links: Rio Grande do Sul (<https://irga.rs.gov.br/custos-de-producao>) e Santa Catarina (<https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/produtos/custos-de-producao/>) onde poderão ser feitas as adaptações necessárias a cada situação.

Alguns itens do custo de produção, tais como arrendamento, água para irrigação, taxa de administração, assessoria técnica, taxa do aguador, taxa CDO (RS), despesa de colheita, etc. podem ser proporcionais à produtividade, a depender da região produtora. O custo do capital é um item que merece uma atenção especial, considerando tanto o capital próprio, como o crédito obtido de diferentes fontes.

15.4 - Interpretação econômica da planilha e seu uso prático

Em uma visão de longo prazo

O resultado econômico final da atividade aparece no lucro, que pode ser positivo ou negativo, sendo este também conhecido como prejuízo. O conceito de lucro está associado ao “longo prazo”. É obtido subtraindo-se da receita bruta os custos variáveis e os custos fixos. A interpretação econômica do lucro é a seguinte:

- a.1)** Se o lucro for positivo, diz-se que a atividade obteve um lucro acima do normal, uma vez que ela conseguiu uma remuneração para os recursos próprios (podendo ser a terra, o capital e a mão de obra) acima da que foi estimada no custo. A atividade não só é economicamente sustentável no conceito de “longo prazo”, como também tem condi-

ções de crescer.

- a.2) Se o lucro for negativo, significa que a atividade não se sustenta economicamente no conceito de “longo prazo”, o que não implica, necessariamente, abandono imediato da atividade a curto prazo, ou seja, na safra que está sendo planejada ou que está em andamento. Tudo vai depender da margem bruta, que deverá ser positiva para que a atividade continue.
- a.3) Se o lucro for zero, significa que a atividade obteve uma remuneração normal para os recursos próprios que o produtor empregou. O lucro zero não significa que o produtor trabalhou de graça, como poderia parecer. Um valor nulo (ou positivo) para o lucro indica a possibilidade de crescimento da atividade (ou da empresa), uma vez que esse valor inclui a remuneração dos recursos próprios utilizados e é essa remuneração que permite financiar o crescimento.

Em uma visão de curto prazo

No conceito de “curto prazo” (uma safra), a margem bruta é o dado que define pela continuidade ou não na atividade. A seguir, informa-se também o custo variável unitário (custo variável por saco), que indica, ao mesmo tempo, qual o preço necessário para que a atividade se sustente economicamente no conceito de “curto prazo”, para a produtividade considerada, ou seja, para que a atividade consiga pagar os custos da própria safra, sem considerar os custos relativos à infraestrutura (custos fixos).

15.5 - Preços e comercialização do arroz

Os preços do arroz são formados a partir de uma condição de mercado (equilíbrio entre oferta e demanda), ou seja, o orizicultor é um tomador de preços.

O comportamento dos preços do arroz no RS tende a ser transmitido para os preços do arroz em SC. Já os preços internacionais não possuem grande influência nos preços domésticos, uma vez que o mercado interno é predominante nos dois estados (PADRÃO e WANDER, 2017).

A sazonalidade nos preços do arroz se refere às variações periódicas, determinadas por mudanças específicas da demanda e/ou da oferta em decorrência dos períodos de safra e entressafra. No caso da sazonalidade, ao longo de um ano, os preços sofrem pressões de alta e de baixa, conforme disponibilidade interna do grão. Dessa forma, qualquer possibilidade de aumento da margem de ganho do produtor deve ser considerada.

A estocagem do produto por alguns meses pode permitir que o produtor ofereça uma parte do seu produto nos períodos de entressafra, em que os preços são maiores. No entanto, é preciso conhecer o padrão de comportamento sazonal dos preços, bem como os custos de armazenagem, para que o acesso ao mercado ocorra nos meses em que há maior probabilidade de ganho real ao produtor. Em função da localização, podem haver peculiaridades regionais no que diz respeito à comercialização que devem ser consideradas pelo produtor, tais como, presença de indústrias, cooperativas, proximidades de portos ou outros canais de escoamento, entre outros.

Um exemplo dessa sazonalidade é apresentado na Figura 15.3, que se refere ao mercado do Sul de Santa Catarina, considerando o período de 2015 a 2019. O produtor precisa verificar em sua região, como é o comportamento dos preços ao longo do ano, a fim de identificar os melhores momentos de comercialização.

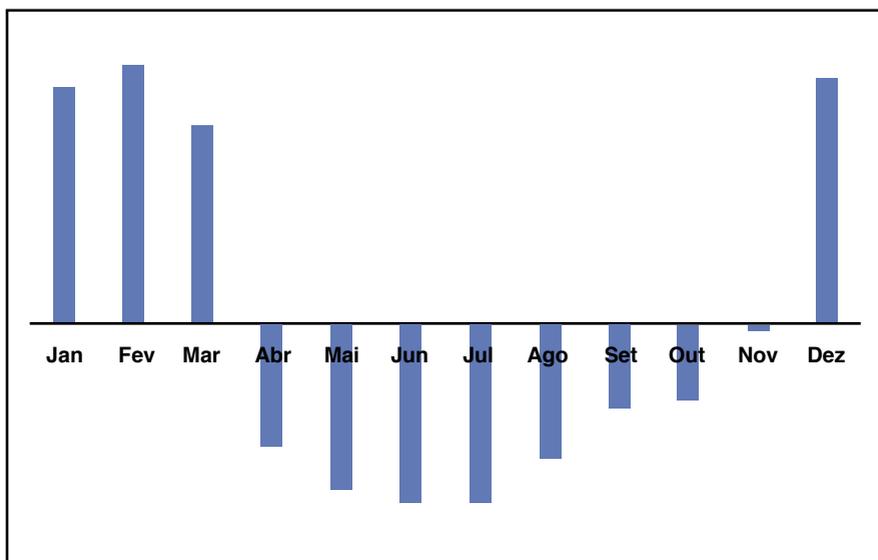


Figura 15.3 - Padrão de comportamento sazonal de preços ao produtor de arroz em casca no Sul Catarinense (variação média de 5 anos, 2015-2019). Fonte: Epagri/Cepa (2022).

Preços atualizados poderão ser obtidos junto ao Iriga (<https://irga.rs.gov.br/cotacoes>) para o RS e junto à Epagri/Cepa (<https://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/precos/submenu-do-precos>) para SC. Além destas fontes, recomenda-se também a consulta à base de preços do Esalq/Cepea (<https://cepea.esalq.usp.br/br/indicador/arroz.aspx>).

15.6. Relações de troca

A relação de troca procura identificar a capacidade que o produtor tem em adquirir os principais insumos necessários a sua produção dado o preço que ele recebe pelo seu produto, ou seja, a quantidade de produto necessária para adquirir uma unidade de insumo. Analisando essa relação ao longo do tempo é possível identificar os períodos em que os preços do arroz estão favoráveis ou desfavoráveis em relação ao preço dos insumos e máquinas necessários à produção.

O preço do arroz em casa que, nos últimos anos vinha apresentando comportamento decrescente, se valorizou significativamente em 2020. Entre as causas dessa valorização destaca-se o aumento do consumo provocado pela pandemia, que gerou uma corrida aos supermercados para estocar alimentos, o aquecimento do mercado externo e os baixos estoques. Na expectativa de que a demanda continuasse aquecida em 2021, as indústrias aumentaram os estoques e a não consolidação dessa demanda resultou em queda acentuada dos preços ao produtor a partir de junho. Soma-se a isto o fato de a maioria dos insumos ter sofrido elevação dos preços, em razão da elevação do dólar. Assim, a relação de troca entre o grão e os prin-

cipais insumos utilizados na produção se mostrou desfavorável ao produtor na safra 2021/22 (Figura 15.4).

Na média da safra 2021/22, observa-se um aumento de cerca de 37% na quantidade de sacos de arroz necessária para adquirir um litro de diesel e 86,1% para adquirir um saco de 50kg de ureia. No caso da diária do trabalhador rural, o aumento observado nessa relação foi de 14,7%. Embora a comercialização da safra 2019/20 e 2020/21 tenha permitido a capitalização do produtor, a elevação dos custos de produção da safra atual deve ser analisada com cuidado, pois o mercado dá sinais de que a comercialização não deverá ocorrer em ambiente favorável ao produtor.

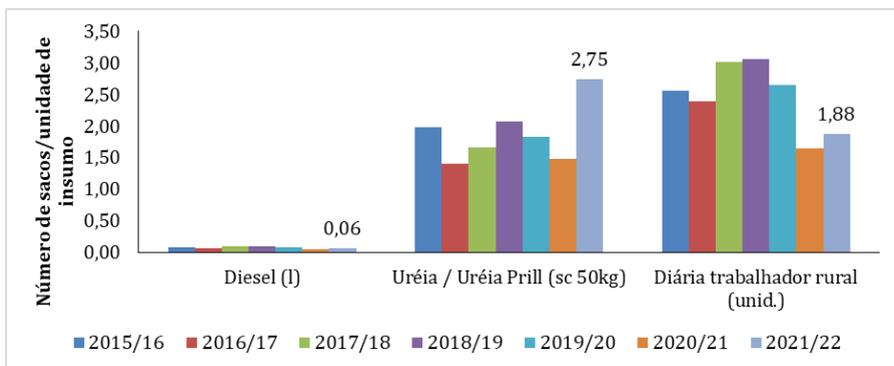


Figura 15.4 – Relação de troca entre o arroz em casca e os principais insumos para sua produção. (Preço saca de arroz/Preço unidade do insumo).

Fonte: Epagri/Cepa, 2021.

15.7. Financiamento da produção

A lavoura arroseira pode ser financiada com recursos próprios ou crédito contratado. O crédito contratado pode ser via financiamento público, bancário e comercial.

- (a) **Financiamento público:** Recursos públicos específicos, disponibilizados para o agro a condições diferenciadas, por meio de linhas de crédito específicas concedidas pelas instituições financeiras participantes. A linha de custeio e comercialização é dedicada para a cobertura das despesas relacionadas aos diversos ciclos produtivos da lavoura. Já a linha de investimento é direcionada para um tipo de financiamento voltado ao crescimento da produção e aumento da competitividade do produtor. O Crédito Rural faz parte do Plano Safra e visa o desenvolvimento econômico e social do setor rural. Os recursos vêm do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social). Além dele, existem outros programas para obtenção do crédito agrícola por meio do Governo Federal, como o Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), o Pronamp (Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural), o Mo-

derfrota (Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras), o Inovagro (voltado para inovações tecnológicas) e o PCA (Programa de Construção e Ampliação de Armazéns), principalmente.

- (b) **Financiamento bancário:** Crédito agrícola bancário disponibilizado por bancos comerciais e as cooperativas de crédito, que são regidos por normas do Banco Central e compõem o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR). Dentro do crédito agrícola bancário, enquadra-se o crédito oficial, sendo que parte dele é disponibilizado através de juros subsidiados pelo Governo (financiamento público). A taxa de juros controlada, bem como o volume de crédito disponibilizado para as atividades agrícolas, é anunciada anualmente pelo Ministério da Agricultura, através do Plano Agrícola e Pecuário, conhecido também como Plano Safra. O Manual de Crédito Rural (MCR) do Banco Central regula as operações de crédito contidas nesse grupo. Nestes casos, os bancos e cooperativas de crédito possuem suas próprias linhas de financiamento, juros e prazos.
- (c) **Financiamento comercial:** Crédito rural comercial concedido por agentes de crédito privado. Seus recursos são disponibilizados pelos fornecedores de insumos, distribuidores (revendas e cooperativas agropecuárias), tradings, cerealistas, agroindústria e exportadores de grãos e seus derivados, através de adiantamento de recursos para compra antecipada da safra, que concedem crédito através da condição de pagamento no prazo da safra mediante operações de troca. Esses recursos são disponibilizados por recursos próprios dos fornecedores de insumos e compradores de grãos, seja pela contratação de linhas de crédito bancária, como ACC (Adiantamento de Contratos de Câmbio) e ACE (Adiantamento de Contrato a Exportadores), seja pelas empresas predominantemente multinacionais. As transações variam de acordo com as estratégias de marketing, operações de gestão de custo e planejamento logístico da venda de insumos, e compra da matéria-prima para exportação, processamento e venda no mercado interno, ou seja, através de lucros obtidos em exercícios anteriores e eventuais transferências da matriz para as filiais e até mesmo captações feitas no mercado de crédito e capitais nacional ou internacional. Os financiamentos alternativos na forma de Cédula de Produtor Rural (CPR), operações de Barter, funcionam exatamente como uma transação de financiamento bancário e trazem alguns benefícios para o produtor, como crédito para financiamento da safra, terceirização da gestão financeira e travamento de preços de commodities. Apresentam custos inferiores a outras linhas de crédito e, muitas vezes, são a única alternativa de financiamento para o produtor, nos casos em que o produtor não dispõe de linhas adicionais de crédito.

16 - LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, D.; ANGHINONI, I. **Projeto Soja 6.000: Manejo para alta produtividade em terras baixas** (2ª. Ed.). Porto Alegre: Gráfica e Editora JRJ. 2018. 96 p.
- CARMONA, F. C.; DENARDIN, L. G. O; MARTINS, A. P.; ANGHINONI, I; CARVALHO, P. C. **Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas**. Porto Alegre: Gráfica e Editora RJR, 2018. 160 p.
- CARMONA, L. de C. **Efeitos associados aos fenômenos El Niño e La Niña no rendimento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul**. 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11 ed. Comissão de Fertilidade do Solo/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. Santa Maria, 2016. 376 p.
- CONAB. **Levantamento de safras**. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 05 set. 2022.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, 40:436-443. 2000.
- DE CARLI, C.; SILVA, M. R. da; STRECK, N. A.; STEINMETZ, S.; MARCHEZAN, E. Determinação do número de dias e dos graus-dia em que a iniciação da panícula (IP) antecede a diferenciação da panícula (DP) de cultivares de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2013. p. 850-853.
- EMIYGDIO, B. M.; SCHNEID, A. P.; ROSA, A.; OLIVEIRA, A. C. B. **Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul**. Brasília: Embrapa, 2017. 336 p.
- EPAGRI/CEPA. Acompanhamento de safras. Disponível em <<http://cepa.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 5 set. 2022.
- FAO. Base de dados Faostat. Disponível em <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 09 ago. 2018.
- Fundação Getúlio Vargas - FGV. **Índice Geral de Preços (IGP/DI)**. Disponível em: <http://portal.fgv.br>. Acesso em: 02 ago 2012.
- IBGE. Censo Agropecuário 2017 – Dados. Disponível em <<http://sidra.ibge.gov.br/tabela/6957>>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - Junho 2022. Disponível em <<http://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- IRGA. Safras. Disponível em <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acesso em: 09 ago. 2018.
- LORINI, I. **Manejo de pragas de grãos armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 72 p.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 84 p.

PADRÃO, G. de A.; WANDER, A. E. Transmissão de preços de arroz no mercado internacional e nacional. In: X Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Gramado-RS. **Anais...** Gramado-RS: SOSBAI, 2017, 4p.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.

PINTO, L.F.S.; LAUS NETO, J.A.; PAULETTO, E.A. Solos de várzea do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JUNIOR. A.M. (Eds.) **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 75-96.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2010, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2005. 159 p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2007. 164 p.

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

17 - INSTITUIÇÕES EXECUTORAS DE PESQUISA DA COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE ARROZ - CTAR

Embrapa Arroz e Feijão - CNPAF
Caixa Postal 179 - CEP 75375-000 - Goiânia, GO

Embrapa Clima Temperado - CFACT
Caixa Postal 403 - CEP 96010-971 - Pelotas, RS

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri
Estação Experimental de Itajaí
Rodovia Antonio Heil, 6800 - CEP 88318-112 - Itajaí, SC

Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA
Estação Experimental do Arroz (EEA)
Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494 - CEP 94930-030 - Cachoeirinha, RS

Universidade Federal de Pelotas - UFPel
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM)
Campus Universitário s/n - CEP 96010-610 - Capão do Leão, RS

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Centro de Ciências Rurais (CCR)
Campus Universitário s/n - CEP 97105-900 - Santa Maria, RS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Faculdade de Agronomia
Av. Bento Gonçalves, 7712 - CEP 91540-000 - Porto Alegre, RS

18 - DIRETORIA E CONSELHO FISCAL DA SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO

Fundada em 24 de julho de 1998

CNPJ: 03.047.303/0001-58

Gestão 2018/2020

Diretoria

Presidente: Klaus Konrad Scheuermann - Epagri

Vice-presidente: Ivan Francisco Dressler da Costa – UFSM

Secretário: Eduardo Rodrigues Hickel - Epagri

2º Secretário: Rubens Marschalek - Epagri

Tesoureiro: Ester Wickert - Epagri

2º Tesoureiro: Alexander de Andrade - Epagri

Conselho fiscal

Titulares

André da Rosa Ulguim – UFSM

Valácia Lemes da Silva Lobo – Embrapa

Sérgio Iraçu Gindri Lopes - IRGA

Suplentes

Cley Donizeti Martins Nunes - Embrapa

Dirceu Agostinetto - UFPel

Richard Elias Bacha - Oryza

19 - MEMBROS DA COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE ARROZ - CTAR (2018/20)

Presidente: Klaus Konrad Scheuermann

Vice-presidente: Ivan Francisco Dressler da Costa

I - Subcomissão de Fitomelhoramento

1. **Alexander de Andrade**, Ester Wickert, Rubens Marschalek e Laerte Reis Terres - Epagri
2. Oneides Avozani; Gabriela Magalhães Fonseca; Daniel Artur Gaklik Waldow e Danielle Almeida – IRGA
3. Paulo Ricardo Reis Fagundes, Ariano Martins de Magalhães Júnior, José Manoel Colombari Filho; Péricles de Carvalho Ferreira Neves e Élcio Guimarães – Embrapa
4. Marcio Moraes – Basf
5. Rodrigo Castro Soares – Ricetec

II - Subcomissão de Manejo de Plantas Daninhas

1. André Andres – Embrapa
2. André da Rosa Ulguim e Sylvio H. Bidet Dornelles – UFSM
3. Aldo Merotto Junior - UFRGS
4. Carlos H. P. Mariot - IRGA
5. Dirceu Agostinetto - UFPel
6. **José Alberto Nodin** – Epagri
7. Mábio Chrisley Lacerda - Embrapa

III - Subcomissão de Manejo de Doenças

1. Débora Favero e Carlos Henrique Paim Mariot – IRGA
2. Cley Donizeti Martins Nunes e Valácia Lemes da Silva Lobo - Embrapa
3. **Klaus Konrad Scheuermann** – Epagri
4. Ivan Francisco Dressler da Costa e Marlove Fátima Brião Muniz - UFSM

IV - Subcomissão de Manejo de Insetos e outros Fitófagos

1. Jaime Vargas de Oliveira - IRGA
2. José Alexandre Freitas Barrigossi e José Francisco da Silva Martins - Embrapa
3. **Eduardo Rodrigues Hickel** - Epagri
4. Jerson Vanderlei Carús Guedes e Jonas André Arnemann - UFSM

V - Subcomissão de Manejo da Cultura e dos Recursos Naturais

1. Darci Francisco Uhry Junior, Francisco Alexandre de Moraes, Júlio Kuhn da Trindade, Elio Marcolin, Pablo Gerzson Badinelli, Rodrigo Schoenfeld, Rafael Nunes dos Santos, Cleiton José Ramão, Ibanor Anghinoni, Jossana Ceolin Cera, Ivo Mello, Pedro Trevisan Hamann, Mara Grohs, Roberto Carlos Roding Wolter, Liane Terezinha Dorneles, Glaciele Barbosa, Mara Lopes, Mara Grohs - IRGA
2. Rogério Oliveira de Sousa e Filipe Selau Carlos - UFPel
3. Luís Fernando Stone, Maria Laura Turino Mattos, Mellissa Ananias Soler da Silva, Sílvio Steinmetz e Walkyria Bueno Scivittaro - Embrapa
4. **Marcos Lima Campos do Vale** - Epagri
5. Paulo Régis Ferreira da Silva - UFRGS
6. Enio Marchesan e Leandro Souza da Silva - UFSM

VI - Subcomissão de Tecnologia de Colheita, Pós-Colheita e Industrialização de Grãos e Sementes

1. Fernando Fumagalli Miranda, Gustavo Campos Soares, Sérgio Gindri Lopes, Flávia Miyuki Tomita, Neiva Knaak, Júlio Francisco Uriarte e Athos Dias de Castro Gadea - IRGA
2. Maurício de Oliveira e Moacir Cardoso Elias - UFPel
3. José Alberto Petrini e Priscila Zaczuk Bassinello - Embrapa
4. Priscila Zaczuk Bassinello - Embrapa Arroz e Feijão
5. **Laerte Reis Terres** - Epagri

VII - Subcomissão de Socio-Economia

1. Vitor Hugo Kaiser, Tiago Sarmento Barata e Alvaro Escher - IRGA
2. Alcido Elenor Wander, Carlos Magri Ferreira e Júlio Centeno da Silva - Embrapa
3. **Glaucia de Almeida Padrão** - Epagri

Obs.: Nomes de coordenadores das Subcomissões em negrito.

20 - PARTICIPANTES NAS REUNIÕES DAS SUBCOMISSÕES DA CTAR

Abaixo segue a nominata dos participantes nas reuniões das Subcomissões da CTAR, durante a XXXIII Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, em Restinga Seca, RS, de 25 a 26 de julho/2022.

I - Subcomissão de Fitomelhoramento

Alexander de Andrade – Epagri
Antônio Costa de Oliveira – UFPel
Daniel Artur Gaklik Waldow – IRGA
Danielle Almeida – IRGA
Ester Wickert – Epagri
Gabriela Magalhães Fonseca – IRGA
José Manoel Colombari Filho – Embrapa
Oneides Avozani – IRGA
Paulo Ricardo Reis Fagundes – Embrapa
Péricles de Carvalho Ferreira Neves – Embrapa
Rodrigo Soares – Ricetec

II - Subcomissão de Manejo de Plantas Daninhas

Afonso Brinck Brum – Ricetec
André Andres – Embrapa
André da Rosa Ulguim – UFSM
Carlos Henrique Paim Mariot – IRGA
Claudia Sehn – Syngenta
Cyrano Cardoso Busato – Ricetec
Dirceu Agostinnetto – UFPel
Felipe Frigo Pinto – Adama
Gil Cunegatto Marques Neto – IRGA
José Alberto Noldin – Epagri
José Fernando R. de Andrade – IRGA
Mábio C. Lacerda – Embrapa
Matheus Bohere Scherer – BASF
Paulo Vítor Campos – Ricetec
Octávio Torres Jr. – Corteva
Rafael Vergara – Syngenta
Rodrigo Castro Soares - Ricetec
Rudimar Spannemberg – Ihara
Sylvio Henrique Bidet Dornelles – UFSM
Tiago André Seibt – Corteva

III - Subcomissão de Manejo de Doenças

Cley D. M. Nunes – Embrapa
Cesar Bauer Gomes – Embrapa
Débora Favero – IRGA
Ivan Francisco Dressler da Costa – UFSM
Jansen Rodrigo Pereira Santos – UFSM

Klaus Konrad Scheuermann – Epagri
Sérgio e Silva Benedetti – BASF
Valácia L. S. Lobo – Embrapa
Tiago Andre Seibt – Corteva

IV - Subcomissão de Manejo de Insetos e outros Fitófagos

Eduardo Rodrigues Hickel – Epagri
Jaime Vargas de Oliveira – IRGA
José Alexandre Freitas Barrigossi – Embrapa

V - Subcomissão de Manejo da Cultura e dos Recursos Naturais

Cleiton José Ramão – IRGA
Enio Marchesan – UFSM
Filipe Selau Carlos – UFPel
Ibanor Anghinoni – IRGA
Ivo Mello – IRGA
Jossana Ceolin Cera – IRGA
Leandro Souza da Silva – UFSM
Luís Fernando Stone – Embrapa
Marcos Lima Campos do Vale – Epagri
Pablo Gerzson Badinelli – IRGA
Paulo Régis Ferreira da Silva – UFRGS
Sívio Steinmetz – Embrapa
Walkyria Bueno Scivittaro – Embrapa

**VI - Subcomissão de Tecnologia de Colheita, Pós-Colheita e Industrialização
de Grãos e Sementes**

Elbio T. Cardoso – Embrapa

Fernando Fumagalli Miranda – IRGA

Flávia Miyuki Tomita – IRGA

Gustavo Campos Soares – IRGA

Neiva Knaak – IRGA

Júlio Francisco Uriarte – IRGA

Laerte Reis Terres – Epagri

Maurício de Oliveira – UFPel

Roberto Longaray Jaeger – Apassul

VII - Subcomissão de Socio-Economia

Alcido Elenor Wander - Embrapa

Glaucia de Almeida Padrão - Epagri

21 – APOIADORES DA XXXIII REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

EMPRESAS

BASF S.A.

CORTEVA

SYNGENTA

ÓRGÃOS GOVERNAMENTAIS

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA)

XXXIII REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

Promoção



Realização



Co-realização



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

Apoio

