

**FUNDAMENTOS, MANEJO E PERSPECTIVAS DA
PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO DE BASE
ECOLÓGICA NO RIO GRANDE DO SUL**



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Governador: Eduardo Leite
Secretário da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural: Covatti Filho

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ
Presidente: Ginter Frantz
Diretor Técnico: Ivo Mello
Diretor Administrativo: João Alberto Antônio
Gerente da Divisão de Pesquisa: Flávia Miyuki Tomita



COOPERATIVA DOS TRABALHADORES ASSENTADOS DA REGIÃO DE PORTO ALEGRE

Presidente: Emerson José Giacomelli
Vice-Presidente: Edinei da Rosa
Tesoureiro: Marcos Vanderlei dos Santos
Segundo Tesoureiro: Nelson Luiz Krupinski
Secretária: Priscila Picoletto

Boletim Técnico

GRUPO GESTOR DO ARROZ AGROECOLÓGICO (GGAA)
INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA)

**FUNDAMENTOS, MANEJO E PERSPECTIVAS DA
PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO DE BASE
ECOLÓGICA NO RIO GRANDE DO SUL**

EDITORES

Ibanor Anghinoni
Edivane Portela
Ricardo Diel
Marthin Zang



Porto Alegre – Rio Grande do Sul
2020

COOPERATIVA DOS ASSENTADOS DA REGIÃO DE POA

Grupo Gestor do Arroz Agroecológico (GGAA)

Endereço: Estrada da Arrozeira, 2.500, Centro
Eldorado do Sul, CEP 92990-000

Fone: (51) 8036 7446 – 3181 0305

Correio eletrônico: cootap@cootap.com.br

Endereço eletrônico: <http://www.mst.org.br>

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ

Divisões de Pesquisa e Extensão Rural

Endereço: Av. Farrapos 3000 - Bairro Navegantes
Porto Alegre, CEP 90220 007

Fone: (51) 3470-0600

Correio eletrônico: eea-pesquisa@irga.rs.gov.br

Endereço eletrônico: <http://irga.rs.gov.br>

COORDENAÇÃO GERAL DO PROGRAMA ESTADUAL DE ARROZ DE BASE ECOLÓGICA:

Edivane Portela – IRGA

Celso Alves da Silva - COOTAP

Capa: Ricardo Diel – EMATER/ASCAR e Ibanor Anghinoni - IRGA

Fotos e ilustrações: autores identificados no texto

Diagramação: Marthin Zang - AAFISE/UFRGS e Ibanor Anghinoni - IRGA

Revisão final: Celso Alves da Silva e Edson Cadore - COOTAP

Tiragem: 1500 exemplares

Impressão: Ciano Gráfica e Editora LTDA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F981 Fundamentos, manejo e perspectivas da produção de arroz irrigado de base ecológica no Rio Grande do Sul / editores: Ibanor Anghinoni... [et. al.]. – 1. ed. - Cachoeirinha: IRGA/Estação Experimental do Arroz; Porto Alegre: Grupo Gestor do Arroz Agroecológico, 2020.

77 p. : il. : tabs. : color.- (Boletim Técnico)

ISBN: 978-65-89189-00-8 (impresso)

ISBN: 978-65-89189-01-5 (e-book)

1. Arroz irrigado de base ecológica – Rio Grande do Sul.
2. Agricultura orgânica. I. Anghinoni, Ibanor (ed.). II. Portela, Edivane (ed.). III. Diel, Ricardo (ed.). IV. Zang, Marthin (ed.). V. Instituto Rio Grandense do Arroz. VI. Grupo Gestor do Arroz Agroecológico. VII Série.

CDU 633.18

Bibliotecária responsável: Tânia Maria Dias Nabra – CRB10/918

Todos os direitos reservados

Permitida a reprodução total e parcial, desde que citada a fonte.

APRESENTAÇÃO

Esta publicação apresenta os preceitos da produção de arroz irrigado de base ecológica, como fruto do conhecimento gerado por agricultores em seu processo de produção, alicerçado por instituições de ensino, pesquisa e extensão. A elaboração deste boletim se origina da necessidade de ter uma ferramenta teórica de orientação atualizada para a produção de arroz de base agroecológica nos assentamentos de Reforma Agrária do Rio Grande do Sul. Neles, essa atividade é desenvolvida há mais de 20 anos e envolve atualmente 389 famílias em uma área de 3.740 hectares, que se organiza através de Grupos de Produção locais e do Grupo Gestor do Arroz Agroecológico (GGAA), que tem abrangência estadual.

O atendimento a essa necessidade ocorreu a partir da constituição do Programa Estadual de Produção de Arroz de Base Ecológica (PEPABE) que assumiu, como uma de suas ações, a elaboração deste Boletim. O PEPABE se originou no ano de 2019, é coordenado pelo GGAA e pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e tem a colaboração de diversos parceiros na elaboração e execução de seus projetos.

Para melhor inserção no conteúdo desta publicação são apresentadas, inicialmente, considerações sobre a produção de arroz irrigado de base ecológica no sistema pré-germinado, ao qual este Boletim é direcionado, por ser o sistema predominantemente utilizado, seguido das recomendações técnicas baseadas nesses preceitos, como também nos conhecimentos e na inovação gerados pela pesquisa e prática dos agricultores no âmbito dessa cultura no Sul do Brasil.

Tais recomendações constituem *boas práticas de manejo do arroz irrigado de base ecológica*, considerando o ciclo anual dos cultivos, compreendendo os períodos de safra e entressafra. O enfoque não é de simplesmente apresentar as recomendações técnicas, mas também fundamentá-las e inseri-las cronologicamente dentro do calendário do ano agrícola dessa cultura. Na sequência, são apresentadas considerações sobre sistemas integrados de produção de arroz de base ecológica e reflexões sobre a evolução, os desafios e as perspectivas da produção ecológica dessa cultura no Estado, considerando a forma de organização social, como projeto alternativo ao modelo produtivo dominante, como também a busca do conhecimento, inovação e transferência de tecnologia.

Cabe, por fim, registrar e reforçar a contribuição dos produtores de arroz de base ecológica, por sua experiência e participação ativa no processo de construção deste Boletim, dos técnicos de campo e demais atores que fazem parte desta atividade produtiva, assim como dos muitos profissionais do IRGA que se prontificaram e tiveram importante contribuição nesta elaboração.

Os Editores

RELAÇÃO DOS AUTORES, REVISORES E COLABORADORES

Abilio Nogueira Doria (abilio-doria@irga.rs.gov.br)
Núcleo de Assistência Técnica e Extensão Rural /IRGA, General Câmara RS

Adalberto Floriano Grecco Martins (pardal.greco@gmail.com)
Cooperativa Central dos Assentamentos do RS – Porto Alegre RS

André Luiz Vieira Correa de Oliveira (andre-oliveira@irga.rs.gov.br)
Núcleo de Assistência Técnica e Extensão Rural/IRGA, Pelotas RS

Carlos Paim Mariot (cpmariot@gmail.com)
Divisão de Pesquisa/IRGA, Cachoeirinha RS

Celso Alves da Silva (celsoalvesalves@yahoo.com.br)
Cooperativa dos Trabalhadores da Região de Porto Alegre LTDA

Edivane Portela (edivane-portela@irga.rs.gov.br)
Núcleo de Assistência Técnica e Extensão Rural /IRGA, Viamão RS

Edson Cadore (ecadore@hotmail.com)
Cooperativa dos Trabalhadores da Região de Porto Alegre LTDA

Ibanor Anghinoni (ibanghi@ufrgs.br)
Divisão de Pesquisa/IRGA, Cachoeirinha RS

Igor Silva de Bearzi (ibearzi@emater.tche.br)
Escritório Municipal EMATER/ASCAR, Nova Santa Rita RS

Glaciele Barbosa Valente (glaciele-valente@irga.rs.gov.br)
Divisão de Pesquisa/IRGA, Cachoeirinha RS

Jaime Vargas de Oliveira (jaimevdeoliveira@hotmail.com)
Divisão de Pesquisa/IRGA, Cachoeirinha RS

Mara Grohs (mara-grhos@irga.rs.gov.br)
Estação Regional de Pesquisa/IRGA, Cachoeira do Sul RS

Marcia Yamada - In memoriam
Divisão de Pesquisa/IRGA, Cachoeirinha RS

Marthin Zang (marthin.zang@gmail.com)
PPG Ciência do Solo/UFRGS, Porto Alegre RS / Associação dos Moradores do Assentamento Filhos de Sepé (AAFISE), Viamão RS

Neiva Knaak (neivaknaak@gmail.com)
Divisão de Pesquisa/IRGA, Cachoeirinha RS

Rafael Nunes dos Santos (rafael.santos@irga.rs.gov.br)
Divisão de Pesquisa/IRGA, Cachoeirinha RS

Ricardo Diel (ricadiel@gmail.com)
Escritório Municipal EMATER/ASCAR, Viamão RS

Ricardo Kroeff (ricardo-kroeff@irga.rs.gov.br)
Núcleo de Assistência Técnica e Extensão Rural/IRGA, Guaíba RS

SUMÁRIO

1	FUNDAMENTOS E TRANSIÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE BASE ECOLÓGICA	11
1.1	Fundamentos	11
1.2	Transição para a produção de base ecológica	12
2	MANEJO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO DE BASE ECOLÓGICA	13
2.1	Manejo de pré-colheita	15
2.2	Manejo de colheita	16
2.3	Manejo pós-colheita	17
2.4	Drenagem da lavoura	20
2.5	Plantas de cobertura	22
2.6	Preparo do solo	24
2.7	Pré germinação das sementes	26
2.8	Manejo da calagem e da adubação do arroz	26
2.9	Época, cultivares e densidade de semeadura	32
2.10	Manejo da água	35
2.11	Manejo ecológico de plantas espontâneas	38
2.12	Manejo ecológico de insetos e outros fitófagos	41
2.13	Manejo ecológico de doenças	51
2.14	Monitoramento do sistema de produção	55
3	SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO DE BASE ECOLÓGICA	58
3.1	Integração com pecuária	58
3.2	Integração com aves	59
3.3	Integração com peixes	61
4	EVOLUÇÃO, DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO DE BASE ECOLÓGICA NO RIO GRANDE DO SUL	63
4.1	Evolução do cultivo de arroz irrigado de base ecológica	63
4.2	Processo de gestão e tomada de decisão	64
4.3	Processo de certificação	65
4.4	Desafios e perspectivas	66
4.5	Busca de conhecimento e transferência de tecnologia	70
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1. Manejo do sistema de produção de arroz irrigado de base ecológica no sistema pré-germinado.	14
Figura 2. Lavoura de arroz na fase de grão pastoso (a) com detalhe da panícula (b) quando inicia a supressão da irrigação.	15
Figura 3. Lavoura na fase de maturação fisiológica com detalhe da panícula quando inicia a drenagem dos quadros (a) e trator acoplado com roda lenticular para facilitar a abertura das taipas (b).	16
Figura 4. Colheitadeira em operação, com (a) e sem (b) uso de picador/espalhador de palha.	17
Figura 5. Separação da lavoura em áreas uniformes (a) e amostragem aleatória (b).	18
Figura 6. Amostradores e detalhes do solo coletado na lavoura.	18
Figura 7. Manejo da palhada do arroz: utilização de rolo-faca com água superficial (a); na condição de solo seco com grade (b) e pastejo animal (c).	19
Figura 8. Posicionamento da semente de arroz-vermelho (a) e quebra de dormência do arroz ao roçar a palhada, favorecendo a entrada da luz no solo (b).	20
Figura 9. Canais de macrodrenagem na lavoura de arroz.	21
Figura 10. Canais de microdrenagem na lavoura de arroz.	21
Figura 11. Rebrote da palhada de arroz após a colheita (a) e pastoreio pela introdução do gado (b).	22
Figura 12. Plantas de cobertura bem estabelecidas em áreas de arroz irrigado: azevém (a), trevo-persa (b) e serradela nativa (c).	23
Figura 13. Implementos utilizados no preparo inicial do solo: arado de disco (a), arado de aiveca (b) e grade aradora (c).	24
Figura 14. Implementos utilizados para o preparo intermediário do solo: grade hidráulica (a) e niveladora (b).	25
Figura 15. Implementos utilizados no preparo final do solo: enxada rotativa (a) grade (b) e prancha com alisador (c).	25
Figura 16. Sementes pré-germinadas (a) com detalhe da radícula (b).	26
Figura 17. Estratégias de adubação no cultivo de arroz irrigado de base ecológica.	32
Figura 18. Produtividade de arroz em função da época de semeadura para cultivares de ciclo precoce (a), ciclo médio (b) e ciclo tardio (c), na Estação Experimental do Arroz/IRGA em Cachoeirinha RS.	33
Figura 19. Semeadura com sementes pré-germinadas de forma manual (a) e mecanizada (b).	34
Figura 20. Manejo da água no sistema pré-germinado de base ecológica com irrigação intermitente.	36
Figura 21. Manejo da água no sistema pré-germinado de base ecológica com lâmina permanente.	38

Figura 22. Plantas espontâneas controladas pelo manejo da irrigação: arroz-vermelho (a), capim-arroz (b), cuminho (c) e angiquinho (d).	39
Figura 23. Plantas espontâneas parcialmente controladas pelo manejo da irrigação: junquinho (a) e cruz-de-malta (b).	39
Figura 24. Plantas espontâneas não controladas pelo manejo da irrigação: grama-boiadeira (a), aguapé (b) e chapéu-de-couro (c).	40
Figura 25. Postura (a) e infestação de caramujos (b) em área de arroz irrigado.	41
Figura 26. Bicheira-da-raiz (a): postura, adulto e larvas; percevejo-do-colmo (b): adulto, percevejos na base da planta e danos; percevejo-do grão (c): ninfas, adultos e danos no grão; e lagarta-da-panícula (d): crisálida, adultos e grãos derrubados no chão.	43
Figura 27. Lagarta-da-folha (a), broca-do-colmo (b) e lagarta-boiadeira (c).	44
Figura 28. Pássaro-preto na lavoura de arroz irrigado: macho (a), fêmea (b) e danos na fase reprodutiva (c).	44
Figura 29. Inimigos naturais de fitófagos da lavoura de arroz: aranhas (a), libélulas (b), tesourinha e ácaro (c), ectoparasita (d) e gavião-caramujeiro (e).	48
Figura 30. Fungos entomopatogênicos na cultura do arroz irrigado: <i>Metarhizium</i> sp. em coleópteros (a) e <i>Beauveria</i> sp. em hemípteros (b).	49
Figura 31. Ataques dominantes dos principais insetos e outros fitófagos nos estádios de desenvolvimento da planta de arroz.	50
Figura 32. Sintomas de ataque de brusone na folha (a) e na panícula (b) e na aurícula (c).	52
Figura 33. Sintomas de ataque do nematoide das galhas nas raízes (a) e do enrolamento na planta (b) causado pelo vírus.	53
Figura 34. Integração arroz irrigado com pecuária em sistema de produção de base ecológica.	59
Figura 35. Marrecos-de-Pequim após a colheita (a) e no preparo do solo pré-semeadura (b).	60
Figura 36. Preparo do solo em pré-semeadura pela carpa-húngara (a) e refúgio lateral e entaipamento para a prática da rizipiscicultura (b).	61
Figura 37. Evolução da área cultivada e número de famílias envolvidas na produção de arroz irrigado de base agroecológica no RS.	64
Figura 38. Trabalho em pequenos grupos coordenado pelo Grupo Gestor do Arroz Agroecológico (GGAA).	64
Figura 39. Alternativas de manejo para a sustentabilidade da produção de arroz irrigado de base ecológica no Rio Grande do Sul.	67

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Contribuição de nutrientes por plantas utilizadas como cobertura de solo na entressafra de arroz irrigado no RS	23
Tabela 2. Recomendações de nitrogênio para arroz irrigado em função da análise do solo considerando a expectativa de resposta à adubação ⁽¹⁾ ...	27
Tabela 3. Recomendações de fósforo para arroz irrigado em função da análise do solo considerando a expectativa de resposta à adubação ⁽¹⁾	28
Tabela 4. Recomendações de potássio para arroz irrigado em função da análise do solo considerando a expectativa de resposta à adubação ⁽¹⁾	28
Tabela 5. Interpretação dos resultados da análise de solo ⁽¹⁾ e respectiva recomendação para diferentes expectativas de resposta à adubação pelo arroz irrigado, com ajuste para potássio.....	29
Tabela 6. Composição em nutrientes por diferentes adubos orgânicos utilizados na produção de arroz de base ecológica.....	29
Tabela 7. Recomendações de adubação para diferentes expectativas de resposta à adubação em função da análise do solo, para diferentes adubos orgânicos	30
Tabela 8. Épocas de semeadura recomendadas em função do ciclo das cultivares de arroz irrigado para a Região Metropolitana da Grande Porto Alegre	33
Tabela 9. Ações e objetivos do monitoramento nas diferentes etapas do ciclo de cultivo de arroz de base ecológica	55

1 FUNDAMENTOS E TRANSIÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE BASE ECOLÓGICA

Marthin Zang, Ricardo Diel, Edivane Portela e Ibanor Anghinoni

1.1 Fundamentos

A utilização dos ecossistemas naturais altera seu equilíbrio e elasticidade original por uma combinação de fatores ecológicos e socioeconômicos (Guzmán & Molina, 1996). Desta forma, as intervenções realizadas modificam o funcionamento do agroecossistema, alterando sua sustentabilidade produtiva e ambiental. A agricultura implica na simplificação da natureza, sendo as monoculturas a expressão máxima desse processo (Altieri, 2012). A produção agrícola exige, então, constante intervenção no ecossistema, na maioria das vezes por insumos agroquímicos, os quais conduzem, por um lado, ao aumento da produtividade, mas por outro lado, levam à desconexão dos processos naturais, que são caracterizados pela auto-organização, complexidade e resiliência. Assim, apesar do aumento na produção agrícola, o objetivo primordial das inovações tecnológicas da *Revolução Verde* não foi atingido, comprometendo o discurso humanitário de aumentar a produção de alimentos para acabar com a fome nos países em desenvolvimento.

Coordenado pelo Grupo Gestor do Arroz Agroecológico (GGAA), composto por representantes dos grupos de produtores e pelas cooperativas da Região Metropolitana de Porto Alegre, houve a opção, a partir de 2002, pela adoção de tecnologias e de desenvolvimento rural alinhados com a Agroecologia.

A Agroecologia considera que a construção do conhecimento ocorre pela prática diária dos diversos atores que a experienciam e a reinventam, não somente como uma técnica produtiva, mas uma maneira de compreender e se relacionar com o mundo (Bogni & Bracagioli, 2018), somados aos recentes avanços científicos. Desta forma, a consolidação desse conceito implica em uma série de transformações, sobretudo nas relações sociais, que induzem a uma postura ativa e central dos agricultores na gestão de seus sistemas agroalimentares. Esta postura difere do produto orgânico, pois vai além de uma produção sem agrotóxicos, fertilizantes processados e organismos geneticamente modificados, que facilmente pode ser conduzida prioritariamente por princípios econômicos.

1.2 Transição para a produção de base ecológica

A transição para a produção de arroz irrigado de base ecológica no RS inclui tanto as alterações no sistema produtivo como também na organização social. Isto, porque essa transição ocorre em diferentes níveis, a partir de múltiplas funções, dimensões e etapas, em constante diálogo com as características locais dos produtores e suas distintas estratégias de reprodução social (Martins, 2017; Bogni & Bracacioli, 2018). Desta forma, não se trata de um único processo de transição agroecológica, mas sim de variados e contínuos processos menores, de transições de estilos de vida e de formulações de novas conexões entre sujeitos, instituições e recursos que, em um cenário prévio, ficavam isolados.

A transição exige então, não somente o conhecimento das técnicas de produção orgânica, mas sobretudo, uma mudança de conduta pessoal e filosófica (Campos & Medeiros, 2009; Guasseli & Medeiros, 2015; Martins, 2017; Bogni & Bracagioli, 2018). Considerando a multiplicidade de níveis e dimensões, é desejável que esse processo de transição seja gradual, uma vez que se trata de uma mudança (ruptura) da agricultura convencional, de caráter reducionista, para outra, com enfoque sistêmico, trazendo a recomposição da biodiversidade para o aprendizado do manejo ecológico de plantas espontâneas, insetos e doenças e evolução nas relações sociais. O período de conversão, definido como o tempo requerido para a concessão do Selo de Certificação de produção orgânica estipulado por lei é de, no mínimo, doze meses. Trata-se do tempo necessário para a eliminação dos resíduos provenientes de agroquímicos utilizados no sistema convencional.

Os alimentos são produzidos dentro do conceito agroecológico e técnicas e normas da agricultura orgânica que estabelecem critérios de sua produção, embalagem, estocagem e transporte, com o intuito de preservar ao máximo sua qualidade. O marco legal da produção orgânica no Brasil é a Lei N°. 10.831 de 23/12/2003, regulamentada pelo Decreto N°. 6.323 de 27/12/2007 e por uma série de Atos Normativos do Ministério da Agricultura que, em conjunto com os órgãos de fiscalização dos estados e municípios, se encarrega de avaliar a conformidade da produção orgânica. A certificação dessa produção é efetuada por entidades credenciadas que inspecionam o processo produtivo e, quando em conformidade com as normas dessa produção, concedem Selos de Certificação.

2 MANEJO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO DE BASE ECOLÓGICA

Ricardo Diel, Edivane Portela, Marthin Zang, Edson Cadore, Celso Alves da Silva, Rafael Nunes dos Santos, Carlos Paim Mariot, Jaime Vargas de Oliveira, Neiva Knaak, Mara Grohs, Marcia Yamada (*In memoriam*) e Ibanor Anghinoni

O arroz irrigado de base ecológica nos assentamentos da Reforma Agrária no Rio Grande do Sul é cultivado predominantemente no sistema pré-germinado. Este sistema é também adotado no cultivo convencional no Estado em cerca de 100 mil hectares, ou seja 10 % de sua área orizícola, que predomina no entorno das áreas de produção de arroz de base ecológica na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). A principal característica do sistema pré-germinado é que as sementes são previamente germinadas e lançadas em quadros inundados, geralmente separados por taipas fixas, o que lhe confere algumas especificidades quanto ao manejo. A lâmina de água, presente desde o início do cultivo, tem o objetivo de controlar a incidência de plantas espontâneas, uma vez que no sistema de base ecológica, não é utilizado o controle químico. A eficiência no controle das plantas espontâneas é, então, uma das principais razões de utilização desse sistema no cultivo. A qualidade do preparo e o nivelamento do solo, juntamente com o bom manejo da sua fertilidade, da irrigação e da drenagem, são fundamentais para o sucesso da lavoura nesse sistema.

Outro aspecto importante relacionado ao uso do sistema pré-germinado, é sua maior independência em relação às condições meteorológicas e de drenagem das áreas, uma vez que as operações de preparo do solo podem ser realizadas em condições de solo mal drenado. Isto constitui vantagem do ponto de vista prático, pois permite a realização das operações de forma antecipada, aumentando a janela de preparo, o que favorece para que a semeadura seja efetuada na época recomendada, um aspecto fundamental para obter os rendimentos desejados. Lavouras bem conduzidas nesse sistema apresentam produtividades similares às obtidas no sistema convencional, que utiliza fertilizantes processados, agrotóxicos e organismos geneticamente modificados.

A produção de arroz, como qualquer atividade agrícola, deve seguir um calendário próprio, com atividades em todos os meses do ano. No cultivo de arroz irrigado, visualiza-se duas fases distintas (**Figura 1**): uma, menor, sob irrigação (período de cultivo do arroz) e outra maior, com a área drenada (entressafra).

Nesse contexto e na perspectiva de produção de arroz de base ecológica, o calendário das atividades de campo deve iniciar muito antes da semeadura; de fato, ainda antes da colheita (fase pré-colheita) do cultivo anterior, configurando um ciclo de atividades a serem desenvolvidas no momento certo, em sequência ao longo do tempo, abrangendo também o período da entressafra.

Dessa forma e para que se tenha as melhores condições meteorológicas e de manejo do solo e do arroz e, assim, obter o melhor resultado da lavoura, após as atividades de pré-colheita (Item 2.1), segue-se com a colheita (Item 2.2), o manejo de pós-colheita (Item 2.3) com a coleta do solo para a análise e o manejo da resteva, seguindo-se com as ações de drenagem do solo (Item 2.4) e, se for o caso, a introdução de plantas de cobertura (Item 2.5), com as atividades a serem desenvolvidas no período de fevereiro e março. Na sequência (abril a setembro), segue o manejo da entressafra (pousio ou plantas de cobertura) (Item 2.5), o preparo inicial do solo (Item 2.6), a pré-germinação das sementes (Item 2.7) a adubação para o arroz (Item 2.8), juntamente ao preparo intermediário do solo (Item 2.6) e, em setembro e outubro, a entrada da água (Item 2.10), o preparo final do solo (2.6) e a semeadura (2.9). A partir dessa fase (outubro a fevereiro), segue o manejo da água (Item 2.10) e o manejo ecológico de plantas espontâneas (Item 2.11), de insetos e outros fitófagos (Item 2.12) e de doenças (Item 2.13) ao longo do desenvolvimento da cultura, devidamente acompanhadas por ações de monitoramento do sistema de produção (Item 2.14).

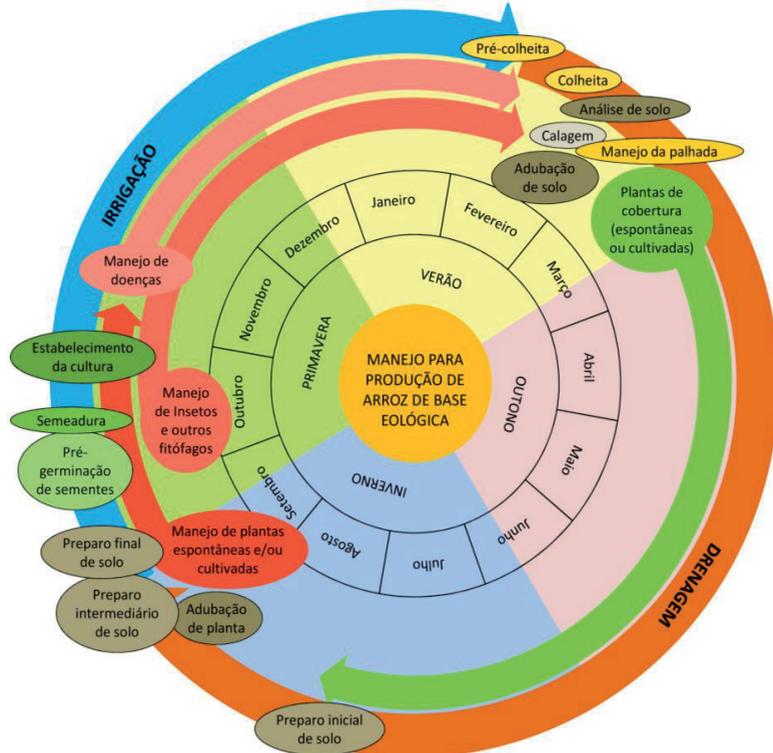


Figura 1. Manejo do sistema de produção de arroz irrigado de base ecológica no sistema pré-germinado.

Ilustração: Ricardo Diel – EMATER/ASCAR.

O manejo básico da cultura de arroz irrigado está apresentado, de forma detalhada, no boletim intitulado *Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil* (SOSBAI, 2018).

2.1 Manejo de pré-colheita

Este manejo consiste, em um primeiro momento, da **supressão da irrigação** e, depois, da abertura dos quadros visando a **drenagem da lavoura**. A supressão é feita pelo corte da entrada de água dos quadros e tem o objetivo principal de proporcionar a redução da lâmina de água, criando condições para, efetivamente drenar os quadros, assim como reduzir o uso de água e os custos com irrigação. A **supressão da irrigação** deve ser realizada quando a maior parte dos grãos estiver em estado de **grão pastoso**, que ocorre em torno de 14 dias após florescimento pleno da cultura (Figura 2), podendo variar conforme o tipo de solo e a taxa de evapotranspiração do arroz.



Figura 2. Lavoura de arroz na fase de grão pastoso (a) com detalhe da panícula (b) quando inicia a supressão da irrigação.

Fotos: Ricardo Diel - EMATER/ASCAR RS.

A **drenagem** completa consiste em abrir as taipas para liberar as águas para o sistema de escoamento, criando condição de **solo seco**. Essa ação deve ser realizada a partir do momento que a grande maioria das plantas atingirem a **maturação fisiológica** (Figura 3a). Vale considerar que os drenos da lavoura devem estar em boas condições de escoar a água contida nos quadros e que, em solos arenosos a drenabilidade é maior do que em solos argilosos. Essa operação pode ser realizada de forma manual ou através da utilização de trator acoplado com rodas lentilhas (Figura 3b), garantindo que as precipitações não causem novo acúmulo de água na área.



Figura 3. Lavoura na fase de maturação fisiológica com detalhe da panícula quando inicia a drenagem dos quadros (a) e trator acoplado com roda lentilha para facilitar a abertura das taipas (b).

Fotos: Edivane Portela - IRGA (a); Daniel Hoerbe: Produtor de arroz, Cachoeira do Sul (b).

Com o **manejo de pré-colheita**, deseja-se proporcionar condições para realizar colheita em solo seco, facilitando o tráfego para as colheitadeiras, tratores e graneleiros, diminuindo seu desgaste e consumo de combustível, o que reduz o custo da operação e, ainda, aumenta a eficiência da colheita. Além disso, favorece o estabelecimento de sucessão com plantas de cobertura, implantadas ou espontâneas. Essa prática também resulta em menor movimentação do solo e de formação de valetas pelo trânsito das máquinas durante a colheita, o que diminui a necessidade de ações corretivas no microrelevo, posteriormente, preservando a fertilidade do solo e, fundamentalmente, mantendo as sementes de plantas espontâneas, principalmente o arroz-vermelho, na parte superior do solo. Outros aspectos positivos da drenagem dos quadros nesse período é o aumento da homogeneidade na maturação do arroz, bem como antecipação do arejamento do solo, que intensifica a atividade biológica e a ciclagem de nutrientes. Consideram-se, então, **como manejos estratégicos de pré-colheita, a supressão da irrigação e a abertura dos quadros para a drenagem da água.**

2.2 Manejo de colheita

O momento ideal de colheita é determinado pelo monitoramento da umidade dos grãos de modo a proporcionar a melhor qualidade possível, que deve estar, segundo a SOSBAI (2018), entre 20 a 24 % de umidade. Durante a colheita deve-se promover a distribuição homogênea da palhada do arroz na superfície do solo, a fim de facilitar os manejos pós-colheita. Para isto, se torna indispensável que a **colheitadeira seja equipada de picador e espalhador de palha (Figura 4)**. A distribuição uniforme da palhada evita o sombreamento excessivo de determinadas faixas da superfície do solo, o que facilita a produção de biomassa no período entressafras, seja a partir do rebrote da soca do arroz e/ou da germinação de sementes, espontâneas ou semeadas, além de facilitar o processo de decomposição da biomassa produzida pelo arroz.



Figura 4. Colheitadeira em operação, com (a) e sem (b) uso de picador/espalhador de palha.

Fotos: Mara Ghros – IRGA.

2.3 Manejo pós-colheita

O manejo pós-colheita inclui a **amostragem** para a análise do solo e o **manejo da palhada (Figura 1)**, seguidos da drenagem (Item 2.4) e, se for o caso, da implantação de plantas de cobertura (Item 2.5).

2.3.1 Amostragem e análise do solo

Imediatamente após a colheita, deve-se proceder a coleta do solo para a avaliação de sua fertilidade, de modo a possibilitar sua análise em tempo hábil para adquirir os adubos e corretivos para sua utilização na implantação da lavoura de arroz, mas também para a implantação de plantas de cobertura na entressafra. **A análise química do solo é a ferramenta mais prática, rápida e eficiente para se conhecer o estado de fertilidade do solo e, a partir dela, efetuar recomendações de correção da acidez (calagem) e adubação.**

A **amostragem** (coleta do solo na lavoura) é a **etapa mais importante** nesse processo, em função da variabilidade natural do solo e daquela resultante do seu uso e manejo. A amostragem do solo é, por isso, a etapa mais crítica do processo e que necessita de cuidados especiais. Os procedimentos adotados no laboratório, em hipótese alguma, podem diagnosticar e corrigir os erros cometidos na coleta do solo na lavoura.

Os procedimentos de coleta do solo aqui apresentados se referem ao sistema tradicional de arroz-pousio (preparo convencional, antecipado e/ou na semeadura), dominante nas áreas dos assentamentos, e do sistema arroz-planta de cobertura (pastejada ou não). O melhor momento de coleta do solo é logo após a colheita do arroz, na condição de solo seco.

Como não se deve, simplesmente, retirar uma única amostra em toda lavoura (propriedade), o primeiro passo para a coleta de amostras representativas consiste na sua separação em áreas menores e uniformes. Essa variabilidade ocorre, mesmo nas áreas dos assentamentos, em que predominam solos de várzea e são, aparentemente, uniformes. Para a coleta das amostras na lavoura, proceder essa divisão em áreas menores com base em sua condição natural (topografia) e de manejo (histórico de uso) (Figura 5a). O procedimento consiste na coleta do solo,

na camada de 0 a 20 cm, entre 15 a 20 pontos (na média 10) distribuídos de forma aleatória (*em zigue-zague*) de modo a cobrir cada área uniforme (**Figura 5b**).

Após coletadas, as amostras simples (subamostras) são colocadas em recipiente limpo (balde plástico), bem misturadas (amostra composta) e, da mistura, retirar em torno de 500 g para envio ao laboratório. Cada amostra é acondicionada em saco (papel, pano ou plástico) isento de resíduos (restos vegetais, solo, cascalho e pedras) e identificada (etiquetada). O número de subamostras (pontos de coleta de cada área uniforme) não depende do tamanho da área, mas sim determinado por sua uniformidade. As amostras podem ser coletadas por qualquer um dos amostradores de solo constantes da **Figura 6**, mas preferencialmente por trados caladores (tubos de aço) com diâmetro de 5,0 cm ou pá de corte, conforme indicado na respectiva Figura.

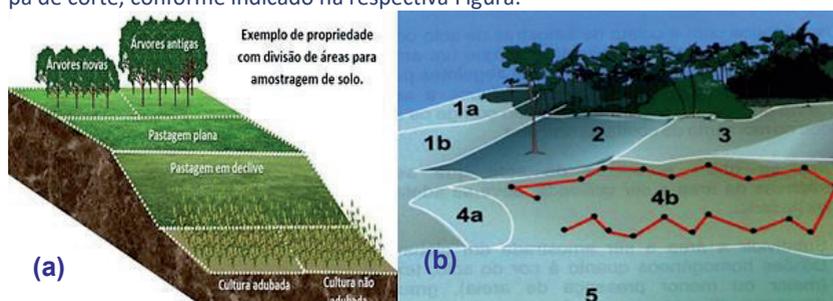


Figura 5. Separação da lavoura em áreas uniformes (a) e amostragem aleatória (b).

Fonte: Adaptado de CQFS RS/SC (2018) (a); <http://www.ufac.br/site/ufac/prograd/educacao-tutorial/grupos-pet/pet-agronomia-1/apoio-didatico/quimica-e-ferlidade-do-solo/unidade-7-amostragem-de-solos> (b).

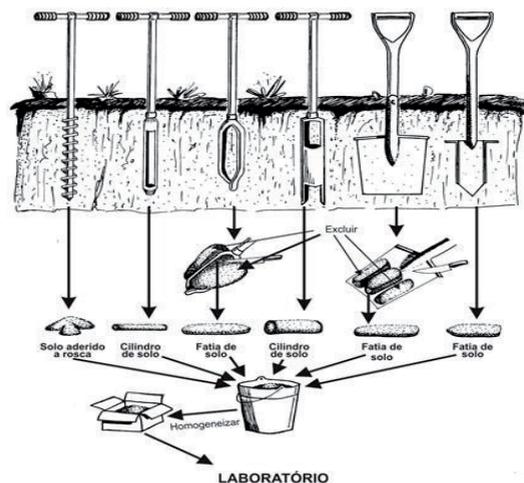


Figura 6. Amostradores e detalhes do solo coletado na lavoura.

Fonte: CQFS RS/SC (2016).

Cada amostra deve ser acompanhada de um **formulário próprio** que, além da sua identificação, contém informações relativas à área amostrada que serão úteis para a interpretação dos resultados, definição de doses dos insumos e para o manejo da calagem e da adubação. Tão logo sejam coletadas, as amostras devem ser preferencialmente encaminhadas para análise, sem custo, ao Laboratório de Análises de Solos e Água localizado na Estação Experimental do Arroz (EEA/IRGA), em Cachoeirinha RS. As amostras podem ser analisadas em qualquer laboratório da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solo (ROLAS) do RS e SC. Após aproximadamente três semanas, os resultados são encaminhados aos proprietários e/ou aos técnicos encarregados de prestar assistência àquela lavoura.

2.3.2 Manejo da palhada

Para que a colheita do arroz seja efetuada em solo seco, ainda na condição de temperaturas favoráveis, a **semeadura deve ser feita na época recomendada (Item 2.9)**. Na condição de solo seco, o manejo pós-colheita é facilitado, pois consiste em realizar operações de nivelamento do terreno e a incorporação superficial da palhada (**Figura 7**).

É fundamental a realização do **manejo da palhada residual (manejo da resteva)** com vistas a proporcionar entrada de luz no solo, contribuindo com a sucessão vegetal, bem como manter os nutrientes da palhada do arroz no sistema, em especial o potássio e o nitrogênio. A decisão de como e quando efetuar esse manejo está intimamente relacionada ao estabelecimento de cobertura vegetal na área colhida, com semeadura de culturas de inverno ou via sucessão por espécies espontâneas.

Nas condições em que é possível, em curto espaço de tempo, obter boa cobertura do solo com vegetação, pode-se realizar a **incorporação superficial da palhada**, entre 5 a 7 cm de profundidade, com uso de rolo-faca, grade pouco travada ou até mesmo com manejo animal controlado (**Figura 7**). Quando há pouca cobertura vegetal é preferível somente **acomodar a palhada na superfície do solo**, a fim de retardar sua decomposição de modo a funcionar como cobertura até o preparo do solo na semeadura do arroz.



Figura 7. Manejo da palhada do arroz: utilização de rolo-faca com água superficial (a); na condição de solo seco com grade (b) e pastejo animal (c).

Fotos: Edivane Portela - IRGA (a), GGAA (2015) (b) e Mara Grohs - IRGA (c).

Outros fatores podem ser considerados para determinar o momento, o tipo de operação e/ou tipo de implemento a ser utilizado, como a condição de umidade e tipo de solo, quantidade de biomassa a ser manejada e época do ano.

O manejo do solo para a incorporação da palhada tem ainda outros efeitos benéficos, pois elimina possíveis abrigos de insetos e moluscos indesejáveis, expõe as sementes de plantas espontâneas, como o arroz-vermelho, ao ataque de pássaros, micro e mesofauna e, ainda, proporciona a germinação das sementes em um período que não prejudique o cultivo de arroz (Figura 8). Para isto, também é fundamental a espessura da camada de incorporação da palhada ao solo para que essas sementes não sejam enterradas demasiadamente, o que pode favorecer sua viabilidade por longos períodos.

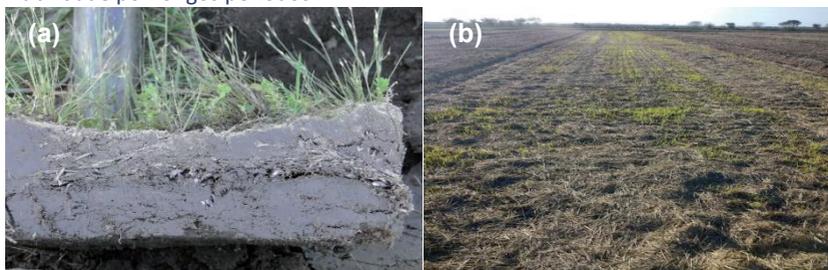


Figura 8. Posicionamento da semente de arroz-vermelho (a) e quebra de dormência do arroz ao roçar a palhada, favorecendo a entrada da luz no solo (b).

Fotos: Mara Grhos - IRGA.

2.4 Drenagem da lavoura

As operações de drenagem buscam a retirada eficiente da água da lavoura para proporcionar melhores condições de trafegabilidade e operação de máquinas e equipamentos no manejo da palhada (Item 2.3.2), implantação de cultivos de inverno (Item 2.5) e integração com animais (Item 3.1) na entressafra e, ainda, no manejo de plantas espontâneas (Item 2.11), de insetos e outros fitófagos (Item 2.12) e de doenças (Item 2.13). Com a retirada de água, o ar (oxigênio) vai adentrar ao solo e intensificar atividade biológica, produção de biomassa vegetal e ciclagem de nutrientes. A eficiência da drenagem demanda duas etapas: a macro e a microdrenagem.

2.4.1 Macro drenagem

A macrodrenagem se refere aos canais principais de drenagem, periféricos à lavoura (Figura 9), mantendo-os limpos, com especial atenção aos pontos de estrangulamento (bueiros, pontes ou outros materiais), inclusive com introdução de drenagem forçada, em alguns casos com instalação de sistema de bombeamento, e construção de diques de proteção. Tradicionalmente o produtor de arroz sempre teve maior habilidade em colocar (irrigar) do que retirar (drenar) a água da lavoura. A construção de canais de drenagem deve ser muito bem dimensionada, uma vez que, nem sempre as áreas de cultivo contam com sistema de drenagem adequado, especialmente quando se busca a diversificação de culturas na propriedade.



Figura 9. Canais de macrodrenagem na lavoura de arroz.

Fotos: Edivane Portela – IRGA (a,b); Mara Ghros – IRGA (c)

2.4.2 Microdrenagem

A microdrenagem se refere à retirada da água no interior da lavoura e inclui, ainda, a limpeza dos canais secundários de drenagem e a abertura e o envaletamento dos quadros (Figura 10). Consiste, de fato, na retirada da água superficial, assim como de sub superfície, sendo particularmente importante, a velocidade do seu escoamento. O bom dimensionamento dessas valetas, com 20 a 30 cm de profundidade, proporciona maior velocidade da saída da água, o que é muito importante para o eventual manejo de uma cultura de cobertura instalada no período de outono-inverno. As envaletadeiras rotativas são equipamentos eficientes para esse manejo.

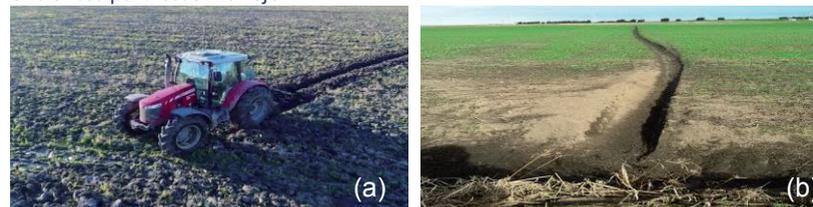


Figura 10. Canais de microdrenagem na lavoura de arroz.

Fotos: Edivane Portela - IRGA (a); Ricardo Diel – EMATER/ASCAR (b).

Sistemas de drenagem eficientes são de muita importância para que a semeadura do arroz seja realizada dentro do período preferencial. As janelas de preparo do solo serão maiores na medida em que o sistema de drenagem for mais eficiente na retirada da água, o que também reduz o consumo de combustível e o desgaste das máquinas e equipamentos.

A manutenção da área drenada promove, além da redução de desgaste das máquinas e economia de combustível, uma melhor dinâmica de decomposição da palhada, além de evitar a infestação com plantas indesejáveis como o chapéu-de-couro e a grama-boiadeira. Vale considerar que outros manejos podem ser realizados no período de pós-colheita, como aguardar o rebrote da *soca* do arroz antes de realizar a incorporação da palhada (Figura 11a), bem como introduzir animais no sistema (Figura 11b), como bovinos, bubalinos, aves ou peixes (Item 3).

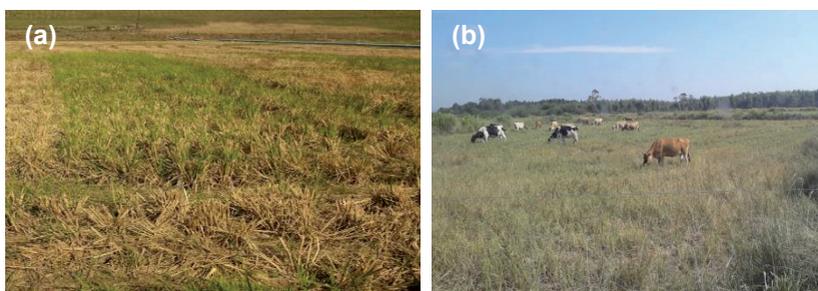


Figura 11. Rebrote da palhada de arroz após a colheita (a) e pastoreio pela introdução do gado (b).

Fotos: Mara Grohs e Raquel Flores – IRGA (a); Edson Cadore – GGAA (b).

2.5 Plantas de cobertura

A introdução de plantas de cobertura no outono-inverno, pastejadas ou não, traz inúmeros benefícios em relação ao sistema de produção arroz-pousio. O primeiro deles é de proteger o solo do impacto da chuva para evitar o selamento superficial e, com isto, diminuir substancialmente as perdas por erosão. Como efeitos adicionais, e não menos importantes, tem-se melhoria do solo, pelo material orgânico residual, a ciclagem de nutrientes e a fixação biológica de nitrogênio, no caso de leguminosas. Quando pastejadas (Item 3.1), o benefício aumenta pela produção animal (carne ou leite), desde que essa pastagem seja bem manejada (altura de pastejo entre 15 e 20 cm), sem prejuízo à fertilidade do solo, pois a exportação de nutrientes pelo animal é mínima.

A decisão pelo uso de plantas de cobertura na entressafra necessariamente implica em condicionar o solo para receber culturas de sequeiro, que são mais exigentes em condições de fertilidade do solo, especialmente no caso de leguminosas (trevos e cornichão). Por isto, a relevância de proceder à amostragem do solo imediatamente após a colheita do arroz, para fornecer indicações para a correção da acidez do solo (calagem para pH 6,0), adubação fosfatada (fosfatos naturais reativos) e potássica (com a alternativa do uso de pó-de-rocha). Todos esses insumos devem ser aplicados na forma de pó na superfície e incorporados ao solo na camada de 0 a 20 cm, pela passagem de grade comum, seguida de arado ou grade aradora e, novamente grade comum. Isto, para que esses insumos sejam muito bem misturados e promover sua reação com o solo, pois são produtos de solubilidade muito baixa.

A opção por esse manejo de fertilidade do solo (calagem e adubação para cultivos de sequeiro) implica necessariamente em investimentos de maior vulto, especialmente em fertilizantes, nem sempre possível no contexto da produção de arroz de base ecológica. Uma alternativa interessante é de utilizar plantas de cobertura, especialmente leguminosas, no solo com acidez corrigida para pH 6,0 e, se possível, submetido à aplicação de fósforo (fosfato natural reativo) e de potássio (pó-de-rocha; sulfato de potássio), visando dar melhores condições de seu desenvolvimento e produção de biomassa (e de fixação de nitrogênio pelas

leguminosas) e da posterior ciclagem dos nutrientes fornecidos ao arroz ao longo do processo de sua decomposição.

Dentre as espécies mais adaptadas à condição de alta umidade e, mesmo de períodos curtos de encharcamento do solo, o azevém, dentre as gramíneas, e os trevos, dentre as leguminosas, especialmente o trevo-persa e a serradela nativa (Figura 12), têm se mostrado as mais tolerantes. A contribuição dessas plantas de cobertura na ciclagem de nutrientes para o cultivo de arroz na sequência é muito importante, podendo se equivaler, como no caso de nitrogênio, às doses recomendadas para a adubação do arroz (Tabela 1). Atenção deve ser dada ao manejo da palhada das gramíneas, no caso de alta produção de biomassa, precedendo o cultivo do arroz, para permitir a semeadura do arroz na época recomendada.



Figura 12. Plantas de cobertura bem estabelecidas em áreas de arroz irrigado: azevém (a), trevo-persa (b) e serradela nativa (c).

Fotos: Paulo C. F. Carvalho - UFRGS (a); Rafael. N. Santos - IRGA (b); Paulo R. F. Silva - IRGA (c).

Tabela 1. Contribuição de nutrientes por plantas utilizadas como cobertura de solo na entressafra de arroz irrigado no RS

Planta de cobertura	Biomassa seca	Quantidade de nutrientes		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	t/ha	----- kg/ha -----		
Trevo-persa ⁽¹⁾	3,0	70	8	27
Serradela ⁽²⁾	3,0	112	23	67
Azevém ⁽²⁾	3,0	29	13	46
Resteva ⁽³⁾	1,0	18	9	26

⁽¹⁾Adaptado de Krolow et al. (2004); Scivittaro et al. (2007); Bortolini et al. (2015); ⁽²⁾Correia (2013); ⁽³⁾Adaptado de Borin (2018).

A introdução de plantas de cobertura no período de outono-inverno implica necessariamente em um bom sistema de drenagem do solo, de modo a retirar, o mais rápido possível, o excesso de água após as chuvas. Além disso, deve-se atentar para que o manejo das plantas de cobertura, principalmente as leguminosas, potencialize o uso dos nutrientes por essas plantas durante o processo de decomposição.

2.6 Preparo do solo

As operações efetuadas pós-colheita do arroz de base ecológica devem ser direcionadas para que o solo possa passar o período de entressafra em condições de **boa drenagem pelo máximo de tempo possível**, mas com umidade em sua camada superficial, favorável ao desenvolvimento das plantas, proporcionando atividade biológica, preferencialmente aeróbica. Esta condição, além de promover a ciclagem de nutrientes, busca evitar o desenvolvimento de plantas indesejáveis, tais como o chapéu-de-couro e a grama-boiadeira.

O **preparo do solo**, por sua vez, objetiva proporcionar condições adequadas para receber as sementes pré-germinadas e facilitar o estabelecimento do arroz. Essas operações também são importantes para promover o controle mecânico de plantas espontâneas (**Item 2.11**), bem como para o nivelamento do solo pela lâmina d'água (**Item 2.10**). A decisão sobre quais e quantas operações serão necessárias para **ofertar um solo em boas condições de semeadura** depende, basicamente, do manejo realizado no período de entressafra e do tipo e grau de umidade do solo. O importante, neste caso, é saber do objetivo de cada operação, pois o preparo do solo no sistema pré-germinado é efetuado em três etapas: **inicial, intermediária e final**.

Cabe comentar que, mesmo que a recomendação seja de realizar a primeira e a segunda etapa em solo drenado, na prática, esta condição nem sempre é possível, devido ao contexto onde estão inseridas as áreas de produção de arroz irrigado. Este cenário configura uma das vantagens do cultivo em sistema pré-germinado, permitindo que o preparo do solo seja realizado mesmo em condições de alta umidade. O importante é garantir que a semeadura sempre ocorra no período preferencial (**Item 2.9**).

A etapa **inicial**, realizada no inverno, em torno de 90 dias antes da semeadura, tem o objetivo de incorporar a biomassa vegetal, cultivada ou não, estimulando sua decomposição, reduzir a pressão de plantas espontâneas e facilitar a correção de possíveis irregularidades de microrelevo no terreno. A escolha do implemento a ser utilizado depende do tipo de cobertura, tipo de solo e da condição de umidade do mesmo. As principais opções são: grade aradora, o arado de disco ou ainda o arado de aiveca (**Figura 13**).



Figura 13. Implementos utilizados no preparo inicial do solo: arado de disco (a), arado de aiveca (b) e grade aradora (c).

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=mhNajeeiXjY> (a); <https://www.youtube.com/watch?v=jBwxq-Lmj3w> (b); <https://www.agrobil.com.br/categoria/grade-aradora/> (c).

Entre o final do inverno e o início da primavera, é realizada a **etapa intermediária do preparo**, também, preferencialmente em solo drenado.

ao alagamento dos quadros. O objetivo é incorporar as plantas espontâneas que porventura se desenvolveram após a realização da **etapa inicial**, com correção de microrelevo, incorporação dos adubos e criação de condições físicas para a formação da lama na etapa de acabamento do preparo do solo. Este manejo pode ser realizado com grades, hidráulica e/ou niveladora (**Figura 14**).



Figura 14. Implementos utilizados para o preparo intermediário do solo: grade hidráulica (a) e niveladora (b).

Fonte: https://metalurgicaschwalm.com.br/produtos/categoria/4752/implementos?gclid=EAIaIQobChMItcOF393o6wIVTAWRCh1fuQ16EAAAYiAAEgJrQ_D_BwE

A **etapa final** ou de acabamento do preparo, consiste na única etapa que ocorre em solo alagado. Seu objetivo principal é promover o melhor nivelamento possível (alisamento) do quadro. Este nivelamento é particularmente importante para facilitar o controle de plantas espontâneas pelo uso de lâmina de água pós-semeadura, assim como condições ideais para receber a semente de arroz. Esse manejo também promove o controle mecânico de plantas espontâneas que possam ter se estabelecido após a etapa anterior e nivelar ao máximo o terreno. A formação da lama é feita com uso de enxada rotativa (**Figura 15a**) ou grade (**Figura 15b**), e o alisamento deve ser feito, preferencialmente com equipamento específico, denominado alisador (**Figura 15c**).



Figura 15. Implementos utilizados no preparo final do solo: enxada rotativa (a), grade (b) e prancha com alisador (c).

Fonte: Marthin Zang (a); GGAA (2015) (b) e (c).

Para um preparo e acabamento eficientes, preconiza-se a utilização de uma lâmina de água baixa (**Figura 15**), o suficiente para efetuar o nivelamento do terreno, uma vez que a mesma atua como referência de nível, ao mesmo tempo em que envolve menor quantidade de água, que é sujeita às alterações químicas e físicas ocasionadas pelo preparo. Após esta operação a lâmina d'água dos quadros é elevada a uma altura de 10 a 20 cm (**Item 2.10**). Os quadros permanecem totalmente inundados por cerca de três semanas antes da semeadura, com

o objetivo de equilibrar o pH do solo, que promove a liberação de nutrientes, induzir dormência ao banco de sementes das plantas espontâneas, em especial em áreas com histórico de infestação, e estabilizar a formação de ácidos orgânicos (prejudiciais às plântulas de arroz) decorrentes da decomposição da biomassa remanescente, enquanto, simultaneamente, ocorre a máxima precipitação do material em suspensão devido ao preparo do solo com água.

2.7 Pré germinação das sementes

Esta fase dá nome ao sistema (pré-germinado), uma vez que as sementes são germinadas antes de serem lançadas ao solo alagado. Consiste em duas etapas básicas, a **hidratação** e a **incubação**, que devem ser atentamente monitoradas, principalmente no que se refere às temperaturas.

Na **hidratação**, as sementes podem ser acondicionadas em sacos porosos e inundadas em água limpa, com temperatura ideal em torno de 25 °C, por um período em torno de 24 até 36 horas. Entretanto, maior tempo de hidratação deve ser usado em caso de ocorrência de condições menos propícias para o início do processo de germinação, principalmente tegumento mais rígido, baixo vigor das sementes e baixa temperatura.

A **incubação** inicia após a retirada dos sacos de semente da água, os quais devem ser preferencialmente dispostos em pé, um ao lado do outro, na sombra. A temperatura ambiente ideal para germinação das sementes de arroz é de 20 a 35°C, não podendo ultrapassar os 36°C, o que deve ser monitorado com uso de termômetro. Sempre que necessário, as sementes devem ser molhadas e os sacos devem ser invertidos de lado a cada 12 horas, para manter a umidade e temperatura ideal para todas as sementes e, conseqüentemente, obter germinação mais homogênea. Esta etapa pode levar de 24 a 36 horas, dependendo principalmente da temperatura, sendo que o momento ideal para realizar a semeadura é quando o coleóptilo e a radícula atingirem 2 a 3 mm (**Figura 16**).



Figura 16. Sementes pré-germinadas (a) com detalhe da radícula (b).
Fonte: GGAA (2015) (a); Edivane Portela (b).

2.8 Manejo da calagem e da adubação do arroz

Para o sistema pré-germinado, não há necessidade de calagem para a correção da acidez do solo pois, pelo alagamento, o pH aumenta naturalmente (em

torno de pH 6,0). Entretanto, a calagem pode ser necessária para o suprimento de Ca e Mg, quando o primeiro for < 3,0 cmol_c/dm³ e o segundo for < 0,5 cmol_c/dm³, sendo a necessidade de calcário obtida pela fórmula:

$$NC = (40 - V\%)/100 \times CTC_{pH\ 7,0}$$

onde: NC = necessidade de calcário (PRNT 100%), em t/ha; em que V = saturação por bases (análise do solo, em %); e CTC_{pH 7,0} = capacidade de troca de cátions, em cmol_c/dm³. De preferência, utilizar calcário dolomítico; pode-se, entretanto, utilizar calcário calcítico ou concha moída, quando o teor de Mg for ≥1,0 cmol_c/dm³. Em função da baixa solubilidade do calcário, a sua aplicação e manejo devem ser efetuados com antecedência, por ocasião do manejo da palhada (**Item 2.3.2**).

As recomendações de adubação (N, P₂O₅ e K₂O) são, então, embasadas na análise do solo antes coletado (**Item 2.3.1**) e determinadas em função da expectativa de resposta à adubação, que depende do nível manejo do sistema de produção, incluindo o potencial produtivo da cultivar utilizada, o manejo da água irrigação (**Item 2.10**), o controle de plantas espontâneas (**Item 2.11**), insetos e outros fitófagos (**Item 2.12**), e doenças (**Item 2.13**), como também do histórico da lavoura e dos recursos financeiros por parte do produtor.

Para o caso da produção de arroz irrigado de base ecológica e, considerando a condição dominante de solos com baixa fertilidade, infraestrutura e disponibilidade de recursos financeiros, são apresentadas duas opções de recomendação: 1) para **Baixa** (produtividade em torno de 5,00 t/ha) e 2) e para **Média** (em torno de 7,00 t/ha) expectativa de resposta à adubação. Tais indicações (**Tabelas 2, 3 e 4**) foram geradas pela pesquisa para o sistema convencional de produção de arroz irrigado. No caso da produção de base ecológica, podem ser utilizados somente adubos que não sofreram processamento industrial, conforme indicação da Certificadora.

As recomendações de nitrogênio (**Tabela 2**) são aquelas que constam nas *Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil* (SOSBAI, 2018) e variam de 40 a 90 kg/ha, dependendo do teor de matéria orgânica do solo e da expectativa de resposta em produtividade do arroz irrigado.

Tabela 2. Recomendações de nitrogênio para arroz irrigado em função da análise do solo considerando a expectativa de resposta à adubação⁽¹⁾

Teor de matéria orgânica no solo	Expectativa de resposta à adubação	
	Baixa	Média
%	----- kg de N/ha -----	
≤ 2,5	60	90
2,6 - 5,0	50	80
>5,0	40	70

⁽¹⁾Conforme SOSBAI (2018).

As recomendações de fósforo (**Tabela 3**) variam de 20 a 60 kg de P₂O₅/ha, dependendo da disponibilidade de fósforo do solo e da expectativa de resposta para o seu enquadramento nas diferentes classes.

Tabela 3. Recomendações de fósforo para arroz irrigado em função da análise do solo considerando a expectativa de resposta à adubação⁽¹⁾

Classe de fósforo no solo	Expectativa de resposta à adubação	
	Baixa	Média
	----- kg de P ₂ O ₅ /ha -----	
Muito baixo	50	60
Baixo	40	50
Médio	30	40
Alto	20	30
Muito alto	≤20	≤30

⁽¹⁾Conforme SOSBAI (2018).

Tendo em vista a pequena resposta do arroz irrigado à aplicação de potássio, conforme demonstrado em pesquisas conduzidas pelo IRGA (Genro Jr., et al., 2007; 2018), corroboradas pelo trabalho de Flores (2020), as recomendações desse nutriente foram ajustadas, para menos, em relação às recomendações da SOSBAI (2018), conforme consta na **Tabela 4**. As quantidades recomendadas variam de 20 a 80 kg de K₂O/ha, dependendo do teor de potássio disponível, da CTC_{pH 7,0} do solo e da expectativa de resposta, para o seu enquadramento nas diferentes classes.

Tabela 4. Recomendações de potássio para arroz irrigado em função da análise do solo considerando a expectativa de resposta à adubação⁽¹⁾

Classe de potássio no solo	Expectativa de resposta à adubação	
	Baixa	Média
	----- kg de K ₂ O/ha -----	
Muito baixo	60	80
Baixo	50	65
Médio	30	50
Alto	20	30
Muito alto	≤20	≤30

⁽¹⁾Adaptado de SOSBAI (2018).

A título de ilustração, são apresentadas as indicações de adubação (**Tabela 5**), considerando a média dos resultados das análises de solo (Planossolo) de 16 lavouras, com diferentes tempos de cultivo de arroz irrigado no Assentamento Filhos de Sepé, em Viamão (Zang, 2020), que bem representam as demais áreas de produção de base ecológica no RS.

Tabela 5. Interpretação dos resultados da análise de solo⁽¹⁾ e respectiva recomendação para diferentes expectativas de resposta à adubação pelo arroz irrigado, com ajuste para potássio

Resultado ⁽¹⁾	Análise do solo Classe	Expectativa de resposta ⁽²⁾	
		Baixa	Média
		----- N - kg/ha -----	
Mat. org. (2,1 %)	Baixo	60	90
		----- P ₂ O ₅ - kg/ha -----	
P disp. (3,8 g/dm ³)	Baixo	40	50
		----- K ₂ O - kg/ha -----	
K disp. (20 mg/dm ³)	Muito baixo	60	80

⁽¹⁾Valores médios de 16 lavouras de diferentes tempos de cultivo em Planossolo no Assentamento Filhos de Sepé, em Viamão (Zang, 2020); ⁽²⁾Recomendações da SOSBAI (2018), ajustadas para potássio.

Havendo disponibilidade e preços acessíveis, pode-se utilizar fosfato natural reativo para suprir as demandas de fósforo. Em relação ao potássio, existe a alternativa de sua aplicação via pó-de-rocha e sulfato de potássio, ambos regulados como insumo para a agricultura orgânica, com dosagem determinada pelo seu teor e expectativa de sua liberação de forma lenta. Já, para o nitrogênio, a alternativa mais viável é o seu fornecimento, via fixação biológica, por leguminosas (trevos, cornichão e serradela) utilizadas como plantas de cobertura no período entressafras. Além de cobertura com leguminosas, as gramíneas, como o azevém que apresenta tolerância ao excesso de umidade, também podem ser utilizadas, sendo ambas (leguminosas e gramíneas) recicladoras de nutrientes (**Tabela 1**).

A alternativa mais utilizada para a produção de arroz de base ecológica é a utilização de resíduos orgânicos, de preferência compostos. Dentre eles, alguns produtos comerciais (Folhito mix e Terraplant), resíduos de aviário e outros resíduos (vermicompostos) podem ser utilizados (**Tabela 6**). Tais compostos são variáveis em sua composição, pois contém nitrogênio, fósforo e potássio e outros macro (cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (manganês, zinco e cobre). Quando tais compostos são adicionados para suprir as recomendações de NPK ao arroz, são também suficientes para atender a demanda dos demais nutrientes.

Tabela 6. Composição em nutrientes por diferentes adubos orgânicos utilizados na produção de arroz de base ecológica

Adubo orgânico	Teor em nutrientes				Biomassa seca	Relação C:N
	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
	----- % -----					
Cama de poedeira ⁽¹⁾	30	1,6	4,9	1,9	78	19
Cama de frango ⁽²⁾	30	2,0	3,0	3,0	75	15
Vermicomposto ⁽¹⁾	17	1,5	1,3	1,7	50	11
Folhito mix ⁽³⁾	32	2,7	2,8	2,9	63	12
Terraplant ⁽³⁾	24	3,0	3,6	2,6	87	8

⁽¹⁾Fonte: CQFS RS/SC (2016); ⁽²⁾Noldin et al. (2015); ⁽³⁾Conforme análise.

Como a concentração em nutrientes nos adubos orgânicos é baixa, há necessidade de aplicação de altas doses e, ainda, efetuar o seu ajuste, porque os respectivos teores são expressos em base seca e comercializados com certo teor de umidade. Existem dificuldades de estabelecer a doses dos adubos orgânicos para atender as recomendações de adubação com base em análise do solo, pois as proporções entre os nutrientes: doses recomendadas vs teor nos adubos (**Tabela 5 vs 6**) são muito diferentes.

A partir das recomendações constantes na **Tabela 5** (Assentamento Filhos de Sepé), foram definidas as doses de diferentes adubos orgânicos, tendo como referência o potássio, cujo índice de aproveitamento no primeiro ano é de 100 % (CQFS RS/SC, 2016), obtendo-se, a partir daí a quantidade de nitrogênio (N) e fósforo (P₂O₅) aportados (**Tabela 7**). Com base nesse critério, ao mesmo tempo em que a recomendação de potássio é plenamente atendida, ocorre diferença para **mais** de fósforo e para **menos** de nitrogênio em relação à recomendação (**Tabela 5**), sendo o Folhito mix o adubo que mais se aproxima da quantidade recomendadas com base na análise do solo e expectativas de resposta do arroz.

Tabela 7. Recomendações de adubação para diferentes expectativas de resposta à adubação em função da análise do solo, para diferentes adubos orgânicos

Adubo orgânico	Expectativa de resposta	Dose/Base		Nutriente		
		Seca	Úmida	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		----- t/ha -----		----- kg/ha -----		
Cama aviário ⁽¹⁾	Baixa	2,00	2,67	40	60	60
	Média	2,67	3,50	53	80	80
Folhito mix ⁽²⁾	Baixa	2,10	3,30	57	59	60
	Média	2,76	4,38	75	77	80
Terraplant ⁽³⁾	Baixa	2,31	2,65	69	83	60
	Média	3,08	3,54	92	110	80

Composição: ⁽¹⁾N = 2,0 %; P₂O₅ = 3,0 %; K₂O = 3,0 % e umidade = 25 %; ⁽²⁾N = 2,7 %; P₂O₅ = 2,8 %; K₂O = 2,9 % e umidade 37 %; ⁽³⁾N = 3,0 %; P₂O₅ = 3,6 %; K₂O = 2,6 % e umidade = 13 %.

A maior quantidade de fósforo adicionada pelos adubos (**Tabela 7**) em relação à demanda pelo arroz irrigado (**Tabela 5**) vai beneficiar especialmente as leguminosas (trevos e cornichão) a serem cultivadas como plantas de cobertura na sequência, que são muito exigentes desse nutriente. Por outro lado, a menor quantidade de nitrogênio aportada pelos adubos orgânicos pode ser atendida pela contribuição de plantas cobertura (especialmente as leguminosas) cultivadas anteriormente ao arroz (**Tabela 1**). Conclui-se, a partir disso que, quando se considera o ciclo de produção (inverno-verão), ocorre um ajuste entre as recomendações com base em análise do solo, o uso de adubos orgânicos e a demanda dos cultivos (arroz e plantas de cobertura),

com atenção especial ao nitrogênio, o nutriente de maior resposta do arroz irrigado.

Recomenda-se que os adubos orgânicos sejam prioritariamente aplicados e incorporados ao solo por ocasião da **etapa intermediária do preparo (Item 2.6)**, que ocorre em solo seco, com antecedência de 20 a 30 dias ao alagamento, o que corresponde a até 60 dias antes da semeadura (**Item 2.9**). A outra alternativa é sua aplicação no pleno perfilhamento do arroz, em que haverá menor decomposição, devido a sua permanência na superfície do solo, com menor contato e menor tempo de decomposição e, ainda, em condições de anaerobiose, resultando em menor liberação de nutrientes em comparação à aplicação na etapa intermediária de preparo do solo.

Tomando o nitrogênio como referência, por ser o de maior resposta do arroz irrigado, o uso de compostos orgânicos com baixa relação C/N (**Tabela 6**) e considerando a taxa de sua liberação de 50 % durante um ciclo de cultivo anual em condições de solo não alagado (CQFS RS/SC, 2016), ter-se-á somente 25 % deles (12,5 % do total) disponíveis até 60 dias da aplicação à semeadura. Na aplicação dos adubos no perfilhamento, pelas menores taxas de liberação desse nutriente em ambiente alagado, a quantidade liberada desse nutriente é menor, pelo menor tempo de liberação para a cultura. Em função disso, a aplicação em cobertura (no perfilhamento) ou mesmo para a aplicação fracionada de adubos compostados, na base e cobertura, tal como utilizado com adubos solúveis no sistema convencional, não é a mais indicada.

A **rocha moída** (pó-de-rocha) tem sido recomendada por apresentar potencial de re-mineralização e consequente liberação de nutrientes para as plantas. Dentre elas, o **calcário** (rocha metamórfica) tem sido largamente utilizado para a correção da acidez do solo e também para o fornecimento de cálcio, magnésio. As demais rochas disponíveis no RS são, majoritariamente ígneas: **granito** (ácida) na metade sul, e **basalto** (eruptiva básica), na metade norte. Apesar das pesquisas em laboratório demonstrarem alguma solubilidade ao longo do tempo, elas não têm demonstrado eficiência em incrementar, em curto prazo, o crescimento das plantas e o rendimento dos cultivos. Isto, porque, além de sua mineralização ser muito lenta, especialmente no campo, não contém nitrogênio e os teores de fósforo (≤ 0,5 %) e potássio (± 3,0 %) são baixos.

De uma forma geral, há uma falta de consistência entre os resultados de pesquisa, que tem problemas em relação aos tratamentos utilizados e no desenho experimental, carecendo muitas vezes de uma testemunha (referência). Por isto, torna-se difícil de haver uma conclusão definitiva sobre a eficiência do uso de pó-de-rocha, mesmo considerando seu potencial benefício ambiental. Avaliações econômicas são dependentes das condições locais e, a curto prazo, não têm sido favoráveis à sua aplicação com a finalidade de fornecer os macronutrientes de modo a atender a demanda das culturas. Entretanto, o uso desses materiais não tem somente a finalidade de aumentar o rendimento das culturas, mas também para manter ou melhorar o solo ao longo do tempo, o que é difícil de quantificar.

As estratégias de adubação no contexto de produção de arroz irrigado de base ecológica considerando um ciclo completo (plantas de cobertura/arroz irrigado) (Figura 1) compreende dois tipos de adubação: de solo e de planta (Figura 17). Na adubação de solo, aplicada previamente à planta de cobertura (outono-inverno), o objetivo é aumentar a fertilidade do solo (correção da acidez e adubação corretiva – total ou parcial) mais a adubação de manutenção da planta. O segundo visa unicamente adubar o arroz, que pode ser totalmente aplicado na base, com incorporação ao solo na etapa intermediária do preparo, ou de cobertura, no perfilhamento máximo da cultura (Figura 17). O conjunto dessas adubações convergem para a adubação do sistema plantas de cobertura (pastejadas ou não) /arroz irrigado.

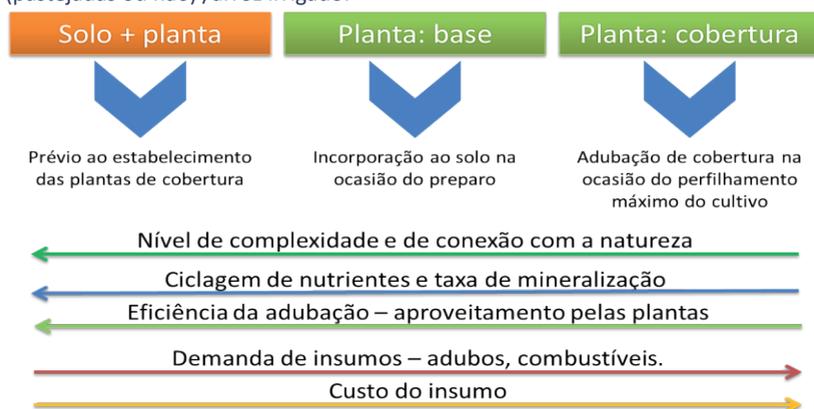


Figura 17. Estratégias de adubação no cultivo de arroz irrigado de base ecológica. Ilustração: Marthin Zang – AAFISE/UFRGS.

Essas estratégias têm manejos e significados diferentes: a adubação de planta têm, a curto prazo, menores custos em insumos (adubos, combustível e maquinaria), porém, a produtividade de arroz é mais baixa e menos rentável; por outro lado, a adubação de solo + planta, ao longo do tempo será mais rentável e sustentável, especialmente quando de sua integração com a pecuária, pela maior eficiência da adubação devido à maior ciclagem de nutrientes e diversidade de espécies, resultando em maior capacidade produtiva do solo em função da maior nível de complexidade (resiliência) e de conexão com os sistemas naturais.

2.9 Época, cultivares e densidade de semeadura

A época de semeadura é o principal fator, sem custo adicional, que determina a produtividade do arroz irrigado e, por isto, é decisiva para o sucesso da lavoura arrozeira. A semeadura deve ser planejada de modo haver a maior radiação solar, fotoperíodo e temperatura favoráveis no estágio reprodutivo (início da diferenciação da panícula – R₀ até a floração plena- R₄, ou seja, em torno de 20 dias antes e 20 dias depois do início da floração), o mais crítico e

determinante da produtividade. Por isto, a época de semeadura deve levar em consideração as condições meteorológicas (região arrozeira) e o ciclo e as características das cultivares.

Para as condições meteorológicas da Região Metropolitana da Grande Porto Alegre, onde se localiza a maioria das lavouras de arroz irrigado de base ecológica no Estado, as maiores produtividades são obtidas quando a semeadura ocorrer no período de 15 de outubro a 15 de novembro para as cultivares de ciclo precoce (Figura 18a), de 15 de setembro a 30 de outubro para cultivares de ciclo médio (Figura 18b) e de 15 de setembro a 30 de outubro para cultivares de ciclo tardio (Figura 18c), que se constituem nas épocas de semeadura recomendadas pela pesquisa (SOSBAI, 2018). No caso de cultivares super precoces o período recomendado é menor, de 01 a 30 de novembro (Tabela 8).

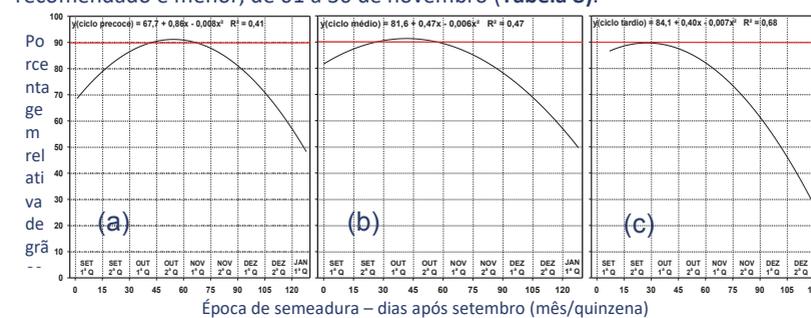


Figura 18. Produtividade de arroz em função da época de semeadura para cultivares de ciclo precoce (a), ciclo médio (b) e ciclo tardio (c), na Estação Experimental do Arroz/IRGA em Cachoeirinha RS.

Fonte: Mariot & Menezes (2010), EEA/IRGA, Cachoeirinha RS.

Tabela 8. Épocas de semeadura recomendadas em função do ciclo das cultivares de arroz irrigado para a Região Metropolitana da Grande Porto Alegre

Ciclo da cultivar	Época de semeadura
Super precoce	01/11 a 30/11
Precoce	15/10 a 15/11
Médio	01/10 a 30/10
Tardio	10/09 a 10/10

Fonte: Adaptado de Mariot & Menezes (2010), EEA/IRGA, Cachoeirinha RS e GGAA (2015).

O critério de escolha das cultivares para o arroz deve ser a sua origem certificada e suas características agrônomicas relacionadas ao ciclo (superprecoce, precoce, médio e tardio), resistência a estresses bióticos (doenças, em especial à brusone, fitófagos e plantas espontâneas), abióticos (condições meteorológicas), qualidade de grãos e adaptadas ao sistema pré-germinado, tal como descrito nas *Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil* (SOSBAI, 2018). Em relação ao cultivo de base ecológica, pode-se ampliar esses critérios com fatores como a adaptabilidade às condições locais, grau de exigência e equilíbrio nutricional e produtividade adequados ao agroecossistema, qualidade de grãos

inteiros e nutricional, do alimento a ser produzido, e ainda, outros fatores técnicos e de interesse socioeconômico. A disponibilidade de sementes para produção de arroz de base ecológica em larga escala atualmente é limitada, sendo que a grande maioria das sementes em uso foram selecionadas para sistema de cultivo convencional. Têm-se aqui, portanto, um desafio essencial a ser tratado na busca por qualificar sistemas de base ecológica.

A obtenção de população adequada assim como o arranjo (distribuição) da população de plantas são também fatores importantes para a definição da produtividade de arroz, devido, principalmente, à sua resposta à interceptação da radiação solar. Para o sistema pré-germinado com utilização de cultivares convencionais, a população inicial adequada pode variar de 150 a 300 plantas/m². Sendo assim, recomenda-se utilizar 150 kg/ha de sementes viáveis (corrigir a % de germinação para 100) para semeaduras até final de outubro, e 120 kg/ha para semeaduras a partir de novembro. Para cultivares com característica pouco afilladora, como as de origem japônica, por exemplo, recomenda-se cerca de 170 kg/ha. A semeadura deve ser realizada em solo com lâmina de água entre 5,0 e 7,0 cm, sendo recomendável que seja feita em dia sem vento, ou no período em que a velocidade do vento seja pequena e que a água nos quadros esteja limpa.

A semeadura, dependendo do tamanho da lavoura, pode ser feita manualmente (**Figura 19a**) ou através de semeadoras a lança (**Figura 19b**), ou ainda, por aviões agrícolas. Dentre os cuidados a serem tomados, destacam-se o choque térmico da semente com água fria, a fim de não comprometer o vigor da plântula e a profundidade da semente no solo, preferencialmente até 1 cm.



Figura 19. Semeadura com sementes pré-germinadas de forma manual (a) e mecanizada (b)
Fonte: GGAA (2015).

A semeadura realizada manualmente permite que as sementes sejam lançadas com as estruturas (radícula e coleóptilo) maiores (>2 mm), porém não tão grandes pelo risco de enovelamento (emaranhado de brotos) e de serem movimentadas na água pela força do vento. Na semeadura mecânica (semeadoras e aviões agrícolas), as estruturas da semente (radícula e coleóptilo) devem estar com 2 mm no máximo, para não haver ruptura dessas estruturas, bem como o amontoamento ao serem lançadas ao solo. As sementes, para germinarem, dependem de suas reservas e gastam muita energia, por isso devem ser evitados danos às estruturas da semente, o que vai afetar o vigor inicial.

2.10 Manejo da água

O manejo da água é o principal método de controle das plantas espontâneas na produção ecológica no sistema pré-germinado (**Item 2.11**), que também libera nutrientes e contribui para a produtividade da lavoura. A água de irrigação cumpre quatro objetivos: a) elevar o pH do solo; b) liberar nutrientes; c) induzir dormência ao banco de sementes das plantas espontâneas, em especial em áreas com histórico de infestação; e d) evitar a formação de ácidos orgânicos prejudiciais às plântulas de arroz, decorrentes da decomposição da biomassa remanescente na ocasião da semeadura do arroz.

2.10.1 Lâmina intermitente

O manejo da irrigação com lâmina intermitente prevê a retirada da água durante o ciclo da cultura. Neste manejo, o preparo final do solo (**Item 2.6**), juntamente com a formação da lama e o alisamento, deve ser realizado com antecedência de, pelo menos, 20 dias da semeadura, a fim de proporcionar tempo suficiente para que ocorram melhorias na qualidade química e física da água envolvida nesse processo.

A etapa do preparo final do solo coincide com períodos de maiores acumulados de chuva; por isto, se recomenda fechar os quadros para aproveitar essa água, diminuir custos de bombeamento, bem como manter os níveis dos reservatórios.

A água é fundamental durante a formação da lama e o alisamento do solo, uma vez que ela atua como referência de nível. Por esta razão, se recomenda utilizar uma lâmina d'água para apenas cobrir o solo; aproximadamente 5 cm de lâmina são suficientes. Em áreas com problemas de nivelamento, o volume de água poderá ser maior. Essa prática proporciona um bom acabamento do solo e, ao mesmo tempo, evita grande volume de água com excesso de turbidez e sólidos em suspensão, o que deve ser uma das preocupações centrais deste manejo.

Após o preparo final seguido do alisamento do solo, deve-se manter os quadros com água por, aproximadamente, três semanas (**Figura 20**). Esta etapa é fundamental para manter e induzir dormência ao banco de sementes, principalmente de arroz-vermelho. Este período também contribui para que os sólidos em suspensão na água precipitem. Vale destacar que muitos nutrientes se perdem quando há retirada da água logo após a semeadura, justamente por sua condição de solubilidade, bem como a sua adsorção pela fração argila do solo, que dificilmente decanta e, por esta razão, se perdem com a drenagem. Para evitar a exposição do solo após o preparo final e acabamento, o que pode promover germinação de plantas espontâneas, deve-se repor a água nos quadros, cuja lâmina pode variar entre 10 e 20 cm. Esta lâmina é rebaixada próximo ao momento de semeadura para em torno de 5 cm. A temperatura da água deve situar-se acima de 18°C.

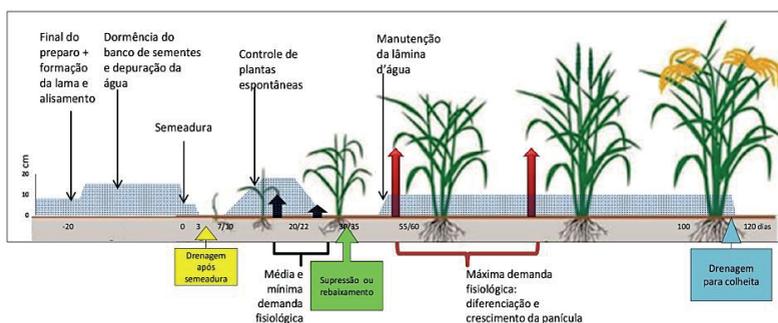


Figura 20. Manejo da água no sistema pré-germinado de base ecológica com irrigação intermitente

Ilustração: Marthin Zang - AAFISE/UFRGS.

Cerca de três dias após a sementeira, a água é retirada com vistas a proporcionar as melhores condições para a fixação das plântulas ao solo (Garcia et al., 2005; Massoni et al., 2005; Macedo et al., 2007; Marchezan et al., 2007). Esta prática também é realizada como forma de prevenção e redução da incidência de pássaros e de caramujos (Item 2.12) que predam as sementes ou danificam o coleóptilo das plântulas. Neste momento, é fundamental considerar que o arejamento do solo pode levar à germinação de plantas indesejadas. Desta forma, deve-se rebaixar a lâmina de água, sem secar o solo. A homogeneidade dessa operação está diretamente relacionada com a qualidade do nivelamento e do alisamento no preparo final do solo, bem como a observação das condições meteorológicas.

A água drenada pode afetar negativamente o ambiente pela perda de nutrientes que estão adsorvidos aos sólidos em suspensão. Essas perdas podem ocorrer de forma mais acentuada quando da adubação de base (Garcia et al., 2005; Marchezan et al., 2007). Devido à turbidez das águas drenadas após a sementeira, quando são reutilizadas em áreas subjacentes, se apresentam eficientes no controle de plantas espontâneas, sendo possível, inclusive, reduzir o volume de água e o período de controle. Além disso, o reuso dessa água pode promover o aproveitamento dos nutrientes nela contidos.

As águas drenadas após a sementeira não apresentam qualidade para serem descartadas diretamente em arroios e rios, constituindo sérios problemas ambientais. Ainda que se proceda um manejo adequado, mantendo os quadros fechados após o preparo e alisamento com 20 dias ou mais e, ainda mantendo a água após a sementeira por três dias ou mais, a turbidez tem excedido os limites estabelecidos pela legislação, assim como os teores de fósforo e de sólidos totais. Por esta razão, naquelas áreas onde esta prática é realizada, deve-se planejar o sistema de irrigação e de drenagem de forma integrada, garantindo que o mesmo seja fechado, com circuitos de reuso.

Posteriormente à drenagem das áreas após a sementeira, a sua reintrodução nos quadros deve ocorrer dentro de sete a dez dias. Esta reposição de água é uma etapa fundamental para o controle, principalmente do capim-arroz, e é

eficiente até a formação da quarta folha. É de fundamental importância que o produtor monitore a emergência das plantas, principalmente do capim-arroz, e o desenvolvimento das plântulas de arroz para decidir sobre qual o melhor momento de repor a água.

Para que o controle das plantas espontâneas seja eficiente, é necessário que se tenha água na época correta e no volume adequado. Utiliza-se lâmina de água de até 20 cm ao ponto de, praticamente, cobrir o arroz. Se o terreno não estiver devidamente nivelado, parte do quadro permanecerá com muita água, prejudicando as plantas de arroz cultivado, e parte permanecerá com insuficiência, possibilitando o desenvolvimento de plantas espontâneas.

O período de controle de plantas espontâneas pode variar de uma a duas semanas. Essa etapa promove o estiolamento das plantas de arroz. A retirada da lâmina de água dos quadros três dias após a sementeira contribui para um melhor estabelecimento do arroz, reduzindo riscos de acamamento. Após o controle das plantas espontâneas, a lâmina de água deverá ser mantida com aproximadamente 10 cm na sequência do ciclo do cultivo (Figura 20). Durante esse período não se recomenda lâmina de água maior, pois reduz a capacidade de fotossíntese da planta quando submersa e aumenta o consumo desnecessário de água. Para aquelas áreas onde é possível realizar a colheita em solo seco, a água é suprimida quando o grão atinge o estado pastoso e os quadros são efetivamente drenados na sequência, conforme descrito no Item 2.4.

2.10.2 Lâmina permanente

O manejo da água no sistema de lâmina permanente consiste na manutenção da lâmina de água durante o ciclo da cultura, sem drenagem após a sementeira (Figura 21). Este manejo é eficiente no controle de plantas espontâneas, sendo adequado para as áreas com problemas de infestação, principalmente de arroz-vermelho. Outra vantagem desse manejo, é a redução das perdas de solo e de nutrientes, uma vez que a água que esteve em contato com o preparo do solo permanece nos quadros, evitando, desta forma, problemas ambientais indesejados e perda de fertilidade do solo.

Diferentemente do manejo intermitente da irrigação, que prevê o preparo final do solo seguido do acabamento e alisamento para, na sequência, manter os quadros alagados por três semanas, no manejo da irrigação com lâmina permanente os quadros são inundados por três semanas após o preparo intermediário. O preparo final, a formação da lama, o acabamento e o alisamento são efetuados cerca de três dias antes da sementeira. Após a sementeira, a água permanece dentro dos quadros (Figura 21).

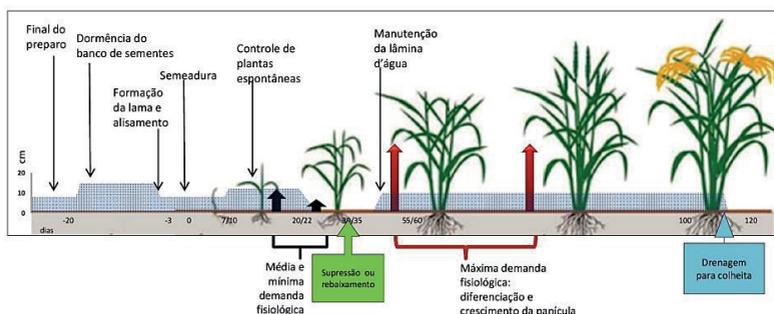


Figura 21. Manejo da água no sistema pré-germinado de base ecológica com lâmina permanente.

Ilustração: Marthin Zang – AAFISE/UFRGS.

A supressão ou o rebaixamento da lâmina de água durante o perfilhamento da cultura pode ser realizado, dependendo do potencial de surgimento de plantas espontâneas, para proporcionar o melhor estabelecimento e ocupação da área pelas plantas de arroz cultivado, bem como intensificar a atividade biológica do solo. Deve-se ter o cuidado para que a água retorne aos quadros antes do término do estágio vegetativo, uma vez que a máxima demanda por água se dá durante o período reprodutivo, que se inicia entre 45 e 60 dias após a emergência, dependendo, principalmente do ciclo da cultura e época de semeadura.

2.11 Manejo ecológico de plantas espontâneas

Objetiva-se, com esse manejo, evitar a ocorrência de plantas espontâneas durante o período de cultivo do arroz, o que vem a ser a principal estratégia do sistema pré-germinado. Se elas se estabelecerem, utilizarão radiação solar e nutrientes, ocuparão espaço físico da área e, geralmente, se sobreporão às plantas do arroz cultivado. Considerando que a maioria das plantas espontâneas tem potencial de estabelecimento e desenvolvimento maior que o arroz cultivado, essa situação leva à redução drástica na produtividade do arroz. Além disso, algumas delas são hospedeiras de insetos, fungos e outros organismos causadores de danos na produção do arroz. Essas plantas também provocam o acamamento do arroz, aumentam os custos de colheita e reduzem a qualidade do produto final.

2.11.1 Principais plantas espontâneas

No contexto da produção de arroz de base ecológica, as plantas espontâneas podem ser divididas em três grupos de acordo com as espécies que ocorrem e seu controle pelo manejo da água no sistema pré-germinado (Noldin et al., 2015): a) plantas passíveis de controle com lâmina da água (Figura 22); b) plantas com controle parcial pela lâmina da água (Figura 23); e c) plantas não controladas pela lâmina da água (Figura 24). Desta forma, com o manejo da água de irrigação (Item 2.10) é possível o controle do arroz-vermelho (*Oryza sativa*), capim-arroz (*Echinochloa* spp.), cuminho (*Fimbristylis miliacea*) e angiquinho

(*Aeschynomene* spp.); parcialmente o controle de junquinho (*Cyperus difformis*) e cruz-de-malta (*Ludwigia* spp.). As plantas não controladas pela lâmina d'água são a grama-boiadeira (*Luziola peruviana*), e as aquáticas, como o aguapé (*Heteranthera reniformis*), o chapéu-de-couro e a sagitária (*Sagittaria montevidensis*).

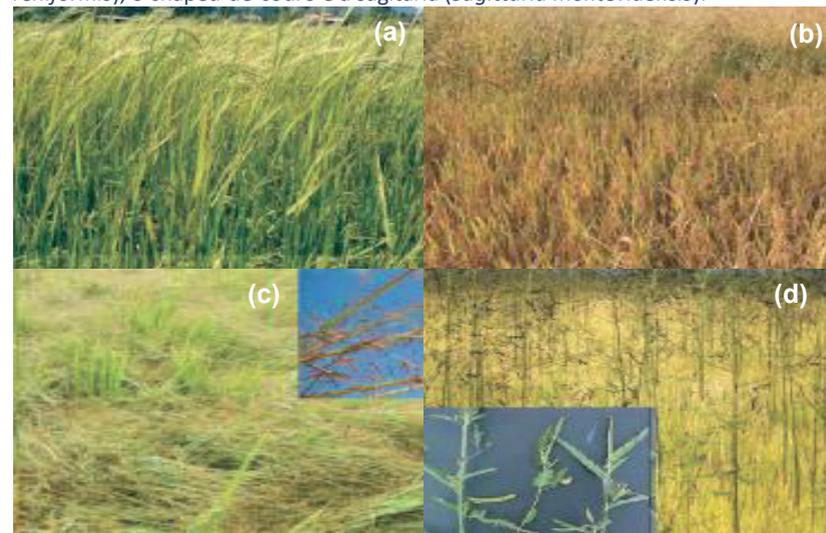


Figura 22. Plantas espontâneas controladas pelo manejo da irrigação: arroz-vermelho (a), capim-arroz (b), cuminho (c) e angiquinho (d).

Fonte: Noldin et al. (2015).

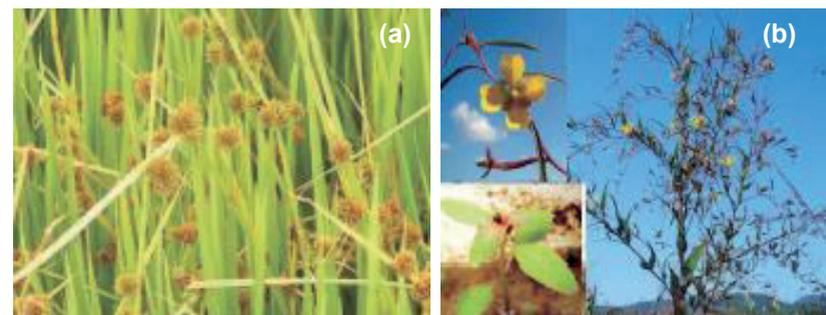


Figura 23. Plantas espontâneas parcialmente controladas pelo manejo da irrigação: junquinho (a) e cruz-de-malta (b).

Fonte: Noldin et al. (2015).

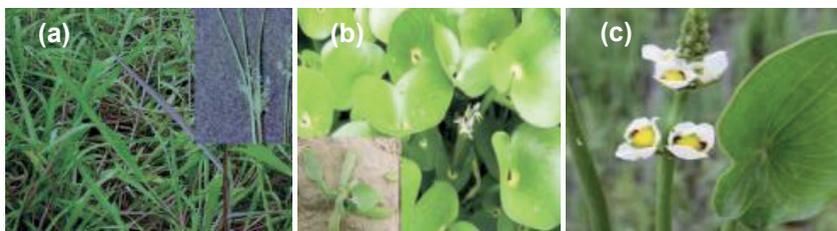


Figura 24. Plantas espontâneas não controladas pelo manejo da irrigação: grama-boiadeira (a), aguapé (b) e chapéu-de-couro (c).

Fonte: Noldin et al. (2015).

2.11.2 Medidas de controle

O preparo do solo (**Item 2.6**), em especial o preparo intermediário e o final, conjugados com o manejo da água (**Item 2.10**) são as principais maneiras para realizar o controle das plantas espontâneas na produção de arroz irrigado de base ecológica. A época, as condições de solo e o tipo de equipamento a ser utilizado são fatores que devem ser considerados no momento de preparo de solo a fim de realizar o controle das plantas espontâneas existentes. A inundação prévia da área, em torno de três a quatro semanas antes da semeadura do arroz pré-germinado, deve garantir a dormência das sementes contidas no solo. A dormência das sementes é uma defesa natural que, mesmo estando em perfeitas condições, não germinarão se as condições do meio não lhe forem favoráveis, ou seja, as sementes necessitam condições ideais de umidade, temperatura e oxigênio para germinarem, o que não ocorre em condições de solo alagado.

O manejo com lâmina permanente de água (**Item 2.10.2**) durante o cultivo é o mais indicado para evitar o surgimento de plantas espontâneas não aquáticas, sendo que estas devem ser manejadas no período de entressafra e nas operações de preparo de solo. Nos casos de manejo com retirada da lâmina de água, especialmente após a semeadura, é fundamental evitar o arejamento do solo, o que pode levar à germinação das sementes ali existentes. Caso ocorra surgimento de espécies vegetais não desejadas passíveis de controle com lâmina de água ainda neste momento, pode-se realizar o controle por *afogamento*, o qual deve ser realizado no momento dessas plantas terem desenvolvido a 2ª. folha, onde se eleva o nível da água entre 10 e 20 cm, em que as plantas espontâneas permanecem sob a água, enquanto as plantas de arroz permaneçam com as folhas sobre a água.

O manejo pós-colheita (**Item 2.3**) e a implantação de plantas de cobertura (**Item 2.5**) influenciam consideravelmente no controle das plantas espontâneas, aquáticas ou não. Como método complementar importante, preconiza-se o manejo preventivo das plantas espontâneas, pelo uso de sementes isentas de plantas indesejáveis (certificadas), efetuando-se a semeadura na época recomendada e com densidade adequada de sementes (**Item 2.9**). Adicionalmente a esses cuidados, deve-se impedir a produção e disseminação de sementes dessas plantas, procedendo a sua retirada, além de limpar máquinas e implementos agrícolas após trabalho em áreas infestadas.

As operações de preparo de solo (**Item 2.6**), tanto de entressafra como o preparo intermediário, devem ser realizadas, preferencialmente, com solo seco para evitar a proliferação de plantas espontâneas aquáticas, especialmente a grama-boiadeira, a sagitária e o aguapé.

Deve-se evitar o movimento em camadas profundas do solo, com implementos como arado, grade ou enxada rotativa. O enterrio das sementes no solo aumenta sua longevidade e, assim, as reinfestações poderão ocorrer quando as condições forem favoráveis para a germinação das sementes (Noldin et al., 2015). Neste sentido, como já mencionado, o uso de sementes certificadas é fortemente recomendável, no sentido de reduzir a disseminação de arroz-vermelho via sementes.

2.12 Manejo ecológico de insetos e outros fitófagos

A lavoura de arroz irrigado está inserida num contexto diverso do ponto de vista agroecossistêmico e pode ser alvo de vários organismos que, oportunamente, encontram na lavoura o cenário adequado com fartura de alimento. Isto, invariavelmente, desencadeia em um processo de multiplicação de uma determinada espécie, originária de algum desequilíbrio, e comumente causando danos econômicos ao cultivo. Dentre esses organismos estão, principalmente, percevejos, lagartas, caramujos e pássaros.

2.12.1 Principais fitófagos

] Caramujos (*Pomacea canaliculata*)

Os caramujos (**Figura 25**) estão relacionados especificamente ao sistema pré-germinado; os demais fitófagos ocorrem em todos os sistemas de cultivo. Os caramujos infestam as lavouras pela água de irrigação que vem das barragens, arroios e rios. Na lavoura, a sua dispersão ocorre pelos canais de irrigação, nas entradas de água pelos quadros e entre os mesmos. O aumento da população deve-se ao grande número de ovos por postura, podendo conter até 1.200 ovos (**Figura 25a**). Após a semeadura, atacam as plântulas tanto de dia como de noite, causando danos. As perdas na produção são pelo aumento da população e ampla distribuição na lavoura. Pesquisas do IRGA mostram que 1 caramujo/m², durante 1 dia, no sistema pré-germinado, causa danos de até 90 %.



Figura 25. Postura (a) e infestação de caramujos (b) em área de arroz irrigado.

Fotos: Jaime V. de Oliveira - IRGA.

Bicheira da raiz (*Oryzophagus oryzae*)

Na fase adulta é conhecido por gorgulho aquático, cujas larvas são chamadas de **bicheira-da-raiz (Figura 26a)**. Os adultos hibernam dentro e fora da lavoura nas partes mais altas. A irrigação atrai os adultos que atacam as plantas e alimentam-se das folhas. As fêmeas fazem as posturas nos colmos e 20 dias após a irrigação, surgem as larvas que se alimentam das raízes. As plantas atacadas têm menor estatura, redução no número de afilhos e de produção. Os prejuízos são maiores nas cultivares de ciclo curto, pois o período para recuperação das plantas é menor.

Percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*)

Este inseto (Figura 26b) é muito presente nas lavouras. Ao atacar o colmo, causa um ponto de coloração escura, provocando o sintoma conhecido como **coração morto**. Ocorre na lavoura em locais mais secos, sobre as taipas e em áreas menos planas. Esse percevejo é mais prejudicial na fase reprodutiva, causando o sintoma da **panícula branca**.

Percevejo-do-grão (*Oebalus poecilus*)

É um dos principais insetos (Figura 26c) que, no início, ocorre em focos e, posteriormente, se distribui pela lavoura, atacando as plantas na fase de grão. Os danos são provocados por ninfas e adultos e dependem, em parte, do estágio das plantas. Ao atacar as panículas, na fase de grão leitoso, ocorrem os **grãos chochos**. Nos estágios de massa firme ou grão maduro, originam os **grãos gessados**. Os grãos atacados têm menor poder germinativo e quebram-se mais facilmente no beneficiamento.

Lagarta-da-panícula (*Pseudaletia sequax* e *Pseudaletia adultera*)

Nos primeiros estágios, as lagartas atacam as folhas, depois vão para as panículas e cortam o ráquis (Figura 26d). Durante o dia, a lagarta se mantém na parte inferior das plantas e à noite sobe para atacar as panículas. Muito importante é o monitoramento, após a emissão da panícula, preferencialmente no final da tarde, quando as lagartas podem ser mais facilmente encontradas.

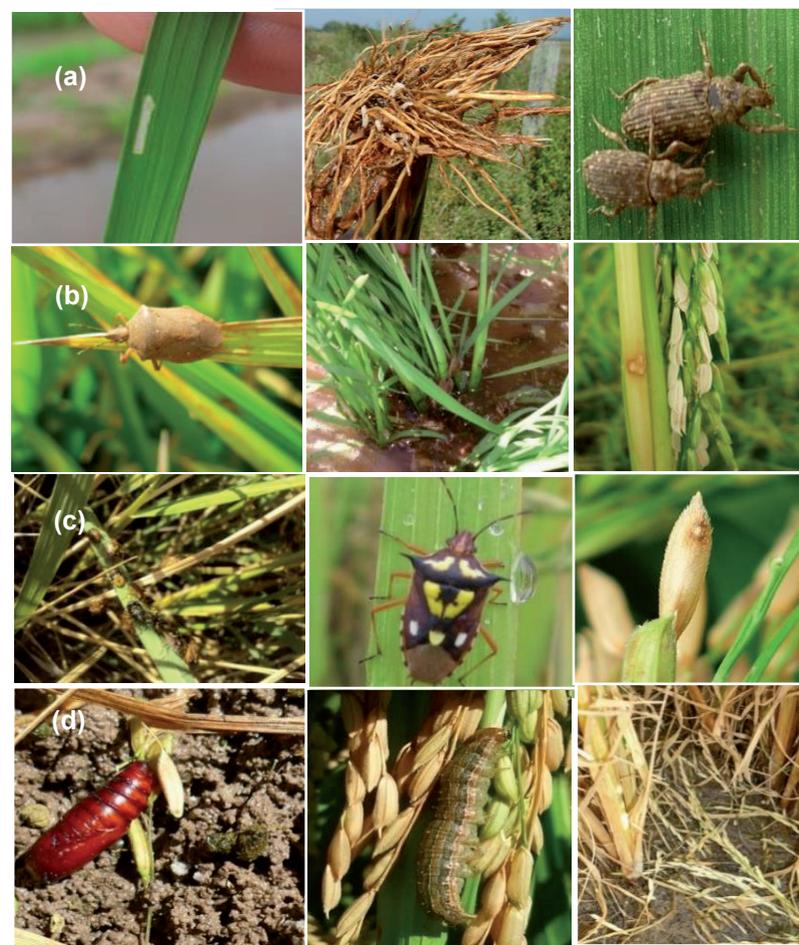


Figura 26. Bicheira-da-raiz (a): postura, adulto e larvas; percevejo-do-colmo (b): adulto, percevejos na base da planta e danos; percevejo-do grão (c): ninfas, adultos e danos no grão; e lagarta-da-panícula (d): crisálida, adultos e grãos derrubados no chão.

Fotos: Jaime V. de Oliveira - IRGA.

Lagarta-da-folha (*Spodoptera frugiperda*)

Este inseto (Figura 27a) ataca antes da irrigação cortando as plantas até o nível do solo, causando redução do estande. Em ataque, após a irrigação, pode reduzir a área foliar das plantas.

Broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*)

Os danos causados pela ocorrência pela lagarta-do-colmo (Figura 27b) podem ser identificados pelo orifício no colmo. A broca-do-colmo, também ocorre na fase reprodutiva, causando o sintoma da *panícula branca*.

Lagarta-boiadeira (*Nymphula indomitilis*)

As plantas atacadas pela lagarta-boiadeira (Figura 27c) apresentam coloração esbranquiçada e parte das folhas são cortadas e enroladas formando um cartucho sobre a água. Ocorrem em áreas da lavoura onde a lâmina de água é mais profunda.



Figura 27. Lagarta-da-folha (a), broca-do-colmo (b) e lagarta-boiadeira (c).

Fotos: Jaime V. Oliveira - IRGA.

Pássaro preto (*Agelaius ruficapillus*)

O pássaro-preto (Figura 28 a b), pode causar grandes prejuízos ao arroz em duas fases da lavoura, especialmente do sistema pré-germinado. Na fase inicial, alimentam-se das plântulas e, na fase reprodutiva, de grãos em formação, causando danos (Figura 28c). As lavouras mais atacadas são as primeiras a serem implantadas e as mais próximas dos bosques.



Figura 28. Pássaro-preto na lavoura de arroz irrigado: macho (a), fêmea (b) e danos na fase reprodutiva (c).

Fotos: L. Ferrez (1992) (a); M. A. Andrade (1992) (b); J. L. C. Silva (1996) (c).

2.12.2 Medidas de controle

O reconhecimento dos fitófagos importantes para a cultura, seus inimigos naturais, juntamente com o conhecimento da flutuação populacional, distribuída ao longo do tempo, são parâmetros que subsidiam a tomada de decisão e a elaboração de planos de amostragem, os quais podem viabilizar o estabelecimento de programas sustentáveis de manejo e controle.

As **práticas culturais** se referem às medidas gerais e medidas específicas visando o controle dos organismos fitófagos. As **medidas gerais** são

predominantemente preventivas e consistem em adotar plenamente as **boas práticas de manejo do sistema de produção** (Figura 1) e do **monitoramento permanente da lavoura** (Item 2.14); este para definir a necessidade (ou não) de adotar medidas específicas de controle que sejam efetivas e menos prováveis de afetar o ambiente natural. Dentre as **medidas específicas** que envolvem ações na entressafra e na safra estão:

- **Redução de plantas hospedeiras:** efetuar roçadas seletivas para eliminar potenciais plantas hospedeiras nas estradas, taipas, canais de irrigação, drenos e ruas. Estes procedimentos auxiliam a redução da população de insetos ao tornarem o ambiente desfavorável e também os expõem ao ataque de inimigos naturais. Estas medidas podem também ser adotadas por meio do pastejo animal.

- **Preparo do solo:** os adultos, as larvas e as pupas se encontram abrigados no solo. Com o preparo do solo, o ambiente fica desfavorável aos insetos, diminuindo sua população por ficarem expostos ao ataque de predadores. No período de baixas temperaturas, os insetos estão hibernando, portanto, estão frágeis e expostos ao frio, reduzindo a população.

- **Rotação de culturas:** pela eliminação do alimento e ausência da planta hospedeira, ocorre redução da população de alguns insetos.

- **Manutenção da lâmina de água:** o manejo da irrigação, com uma lâmina de água uniforme em todo o quadro, sem a existência de coroas ou partes da lavoura sem água, pode reduzir ou retardar a infestação de lagartas. As partes secas, incluindo as taipas, são as primeiras áreas a serem atacadas. Também é possível manter a água na lavoura até a colheita ou próximo a ela, caso seja necessário, para que as lagartas fiquem apenas nas taipas, diminuindo os danos.

- **Lâmina de água baixa:** a manutenção de lâmina de água superficial uniforme em todo o quadro pode reduzir a infestação de bicheira-da-raiz ou distribuir o adulto por toda a lavoura, não causando danos. Lavoura com lâmina de água alta favorece a infestação dos insetos.

- **Área armadilha:** é uma prática que auxilia na redução da população dos insetos. A semeadura antecipada em extremidades da lavoura sem o controle das plantas espontâneas pode favorecer a incidência de insetos nessas áreas. Então, apenas parte da lavoura é atacada, diminuindo as perdas.

- **Implantação de abrigos artificiais após a colheita:** o percevejo-do-colmo procura se abrigar nas taipas, na parte superior de canais e drenos. A colocação de pedaços de tábuas ou telhas, com o monitoramento e a coleta semanal dos insetos, auxiliará na redução da população.

Na **entressafra**, os principais insetos, bicheira-da-raiz, percevejo-do-grão e percevejo-do-colmo, hibernam na fase adulta. Os percevejos hibernam no rabo-de-burro, bananeiras, canaviais e taquareiras. Os adultos da bicheira, hibernam nas matas, taquareiras e áreas com vegetação arbustiva. Como saem do sítio hibernante debilitados, logo procuram se alimentar; portanto, não deixar refúgios próximos da área da lavoura.

As **práticas de controle dos caramujos** consistem na implantação de poleiros, que facilitam a alimentação do gavião-caramujeiro e, com isto, sua presença na lavoura controla o caramujo. As estratégias, segundo a SOSBAI

(2018), devem considerar as causas do aumento populacional e ações para reduzir seus danos nos períodos de semeadura e consistem:

- **Na limpeza e drenagem dos canais**, que resultam na diminuição das plantas espontâneas e os caramujos ficam expostos sendo atacados por predadores;
- **No preparo do solo com enxada rotativa** antes da semeadura, que pode reduzir em até 80 % a população do *caramujo-grande*;
- **Na coleta e destruição de posturas e caramujos** a partir de setembro, pois com o aumento da temperatura, os caramujos colocam os ovos nas plantas nos canais, drenos e quadros; e
- **Na colocação de telas nos canais de irrigação**, que auxiliam na redução da população, dificultando a entrada de caramujos nos quadros.

As práticas de controle dos pássaros ocorrem com a sincronização da semeadura; assim, os pássaros vão se distribuir por toda a área, não ocorrendo quadros sem plantas; em função disso deve-se:

- **Manter a lâmina de água após a semeadura**, que ajuda a proteger a semente do ataque dos pássaros;
- **Eliminar as plantas espontâneas** nas bordas da lavoura, locais favoráveis à alimentação, ajuda a reduzir a população de pássaros; e
- **Semear a primeira área** longe de matas e banhados, pois são locais utilizados pelas aves para abrigo e ninhos.

2.12.3 Inimigos naturais

Os inimigos naturais habitam os agroecossistemas e, em razão disso, o manejo das lavouras deve ser favorável à sua manutenção e ao aumento das populações. Medidas viáveis de preservação incluem a manutenção de habitat natural ou fontes de alimentação, diversificação da vegetação na área cultivada, rotação de cultura e manejo do solo. Nesse sentido, enquadram-se as áreas de refúgio dentro ou fora da lavoura, como matas, arbustos e plantas espontâneas, onde os inimigos naturais encontram abrigo com temperaturas mais amenas, além de hospedeiros alternativos, pólen e néctar. Esses recursos servem de alimento para os inimigos naturais em períodos de entressafra, quando a abundância de espécies indesejáveis é baixa, garantindo a sobrevivência dos parasitoides e predadores (Fiuza et al., 2017).

Um grande número de inimigos naturais de insetos e de outros fitófagos tem sido identificado nas lavouras de arroz irrigado no Sul do Brasil; são considerados como agentes de controle biológico e envolvem parasitoides, predadores e entomopatógenos (Noldin et al., 2015). Os parasitoides têm grande importância na manutenção do equilíbrio ambiental, atuando na regulação populacional de diversos insetos indesejáveis na lavoura orizícola. São insetos que depositam seus ovos no interior de outros insetos ou nas posturas de outras espécies. Logo após a postura, o parasitoide que se desenvolve no interior do hospedeiro faz com que o inseto fitófago paralise sua alimentação, seguido de sua morte e emergência de novos parasitoides. Ao contrário da predação, no caso do parasitismo costuma haver maior especificidade na escolha do hospedeiro.

Nas lavouras de arroz irrigado, os principais parasitoides são os microhimenópteros, os quais podem passar despercebidos pelo agricultor porque se assemelham a pequenas vespas. Esses inimigos naturais têm preferência para efetuarem suas posturas no interior do corpo das lagartas, dos pulgões e de ovos dos percevejos (Fiuza et al., 2017). Eles podem controlar os principais insetos fitófagos: lagarta-da-folha, broca-do-colmo, percevejo-do-colmo, pulgão-da-raiz e lagarta-rosca.

Os predadores são um grupo formado por insetos, ácaros e aranhas que se alimentam de outros insetos ou das posturas das outras espécies. As aranhas (**Figura 29a**) são encontradas frequentemente em áreas de arroz irrigado desde o início da semeadura e suas populações tendem a aumentar de acordo com a oferta de alimento (presas). Predam diversas espécies, com destaque às cigarrinhas, dípteros, gafanhotos, esperanças, mariposas e lagartas, com algumas espécies sendo capazes de reduzir a população total desses organismos em 22 % ao dia (Tahiret al., 2009). As libélulas (**Figura 29b**) são encontradas nas lavouras de arroz, em que os adultos capturam suas presas em voo ou em repouso, alimentando-se preferencialmente de mariposas, cigarrinhas, mosquitos e gafanhotos. As tesourinhas (**Figura 29c**) são insetos mais ativos à noite e se abrigam em locais úmidos, plantas mortas e cascas de árvores. São excelentes predadores e se alimentam dos ovos, pupas e lagartas pequenas.

Os ácaros predadores (**Figura 29d**) encontram-se na parte aérea das plantas ou no solo, onde se alimentam de ovos e pequenos artrópodes, nematoides e outros ácaros. O gavião caramujeiro (*Agelaius ruficapillus*) (**Figura 29e**) se alimenta de caramujos cujo bico retira as partes moles. Captura suas presas em voo rasante no chão ou na água com um dos pés e empoleirando-se para comer.

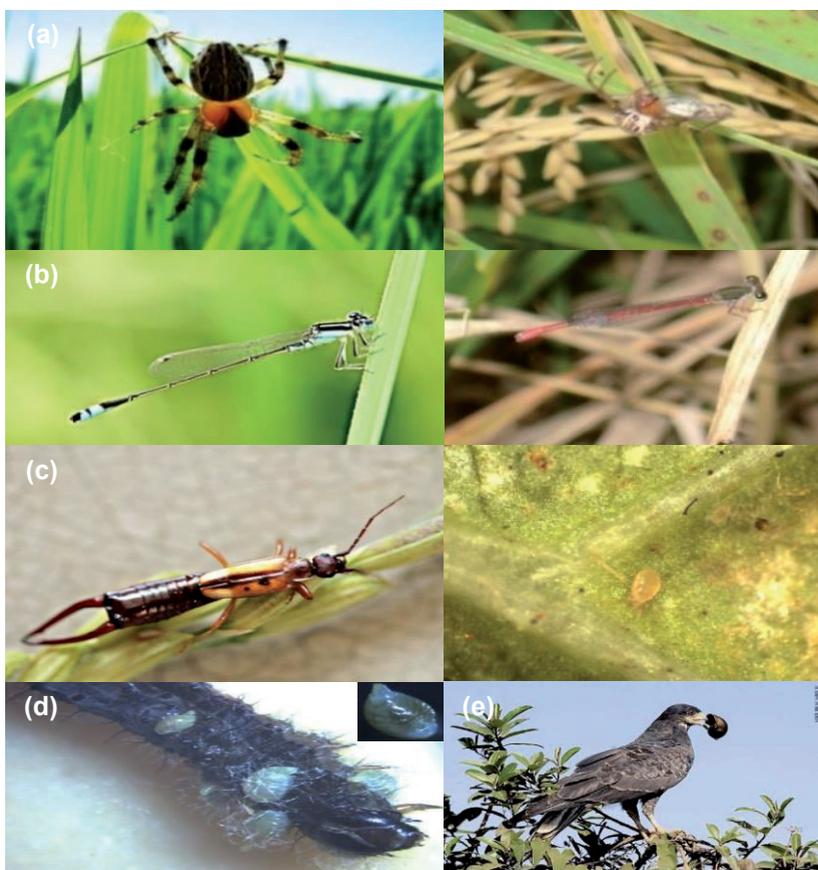


Figura 29. Inimigos naturais de fitófagos da lavoura de arroz: aranhas (a), libélulas (b), tesourinha e ácaro (c), ectoparasita (d) e gavião-caramujeiro (e).
Fotos: Noldin et al. (2015); Fiuza et al. (2017).

Entre os micro-organismos entomopatogênicos destacam-se os vírus, as bactérias e os fungos. Os vírus atuam no controle de insetos por ingestão das partículas virais, destacando-se os baculovírus (*Vírus de Poliedrose Nuclear* e *Granulose*) com elevado potencial no controle de lepidópteros (lagartas). No caso das bactérias, destacam-se as esporulantes, como *Bacillus thuringiensis* com ação inseticida sobre diversas ordens de insetos, além de nematoides. A intoxicação dos insetos indesejáveis ocorre pela ingestão dos esporos, toxinas e enzimas bacterianas. Os fungos são patógenos que têm ação de contato com os insetos aquáticos e fitófagos (parte aérea e solo), podendo causar as doenças em qualquer fase de desenvolvimento dos insetos: ovo, larva, pupa e adulto. Quanto ao espectro de ação, os fungos destacam-se porque causam a morte de larvas e adultos de diversas ordens de insetos principalmente em anos agrícolas com alta temperatura e umidade (Figura 30).



Figura 30. Fungos entomopatogênicos na cultura do arroz irrigado: *Metarhizium sp.* em coleópteros (a) e *Beauveria sp.* em hemípteros (b).
Fotos: Jaime V. de Oliveira - IRGA.

2.12.4 Manejo integrado de insetos e outros fitófagos

Conforme disposto anteriormente, na agricultura de base ecológica são utilizadas ações de proteção e preservação do ambiente visando o equilíbrio do agroecossistema, com consequente redução na população de insetos e outros fitófagos (Item 2.12.1) e aumento na população dos inimigos naturais (Item 2.12.2). O controle biológico com aplicação de biocidas seletivos, quando eficiente no controle de insetos e outros fitófagos também preserva os inimigos naturais. Outras medidas são o controle cultural com o preparo do solo, época de semeadura, altura da lamina de água, redução hospedeiros alternativos e incorporação dos restos culturais (Item 2.12.2). Desta forma, em ambiente em equilíbrio, as plantas sofrem menos a ação dos insetos indesejáveis, pois estão em um ambiente desfavorável.

Como visto, os insetos e outros fitófagos que atacam a lavoura de arroz irrigado estão presentes nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, conforme ilustrado na Figura 31. A principal ferramenta para o manejo integrado dessas espécies no arroz irrigado (MIP-Arroz) é o monitoramento permanente da lavoura a partir da semeadura (Item 2.14). O procedimento mais comum de avaliação do dano potencial pode ser por métodos diretos, pela contagem dos indivíduos presentes e, indiretos, pela avaliação dos sintomas da planta na presença dos organismos causais. Na avaliação direta, o padrão de amostragem mais utilizado é aquele em que os pontos a amostrar são escolhidos ao acaso, percorrendo as lavouras em *zigue-zague* no sentido diagonal. O número de pontos a amostrar varia de três a 20 (Reissig et al., 1986) e o número de unidades amostradas varia de um (1) a 10 para áreas de até cinco ha (Ferreira, 1998).

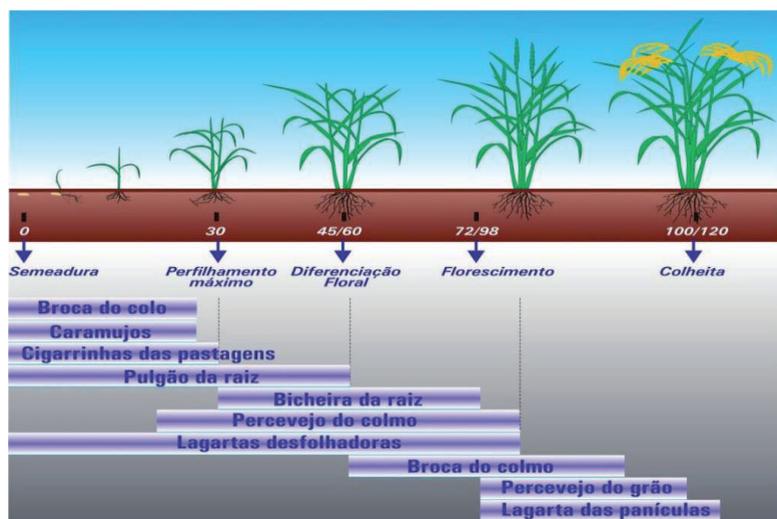


Figura 31. Ataques dominantes dos principais insetos e outros fitófagos nos estádios de desenvolvimento da planta de arroz.

Fonte: Adaptado de Santos & Santiago (2014) por Edivane Portela – IRGA.

Como medidas de controle mais específicas de controle biológico, inclui-se o ataque de caramujos pelo gavião caramujeiro e a implantação de poleiros na lavoura e a introdução do marreco-de-pequim em pós-colheita, inundação dos quadros infestados pelo pulgão da raiz, sistematização do solo, limpeza dos canais de irrigação, adubação nitrogenada (de base orgânica) até o início da diferenciação floral (IDP) no controle da **bicheira-da-raiz** e, para os demais, recomenda-se o controle biológico com a adoção de manejo que proporcione condições compatíveis com a preservação do complexo de parasitóides e predadores que atuam sobre os insetos e outros fitófagos presentes na lavoura (SOSBAI, 2018)

2.12.5 Uso de bioinseticidas

O uso de bioinseticidas somente se justifica se houver danos econômicos importantes ao arroz. Considerando-se a sequência de ataque de fitófagos ao longo do ciclo da cultura (Figura 31), poderá haver redução de até 90 % no número de plântulas sempre que houver dois ou mais caramujos/m². No caso da bicheira-da-raiz, pode ocorrer redução na produtividade de cultivares de ciclo médio, entre 1,1 e 1,5 % a cada larva adicional a partir de cinco larvas por planta. Para o percevejo-do-colo, pode haver redução em 1,2 % na produtividade do arroz a cada inseto adulto/m² e, no caso das lagartas desfolhadoras, essa redução pode chegar, em média, de um (1) % por cada lagarta/m² a cada lagarta por quatro pontos amostrados. Para cada lagarta-da-panícula e percevejo-do-grão/m², em média, pode ocorrer redução de 1 % na produtividade do arroz (Jaime V. de Oliveira – IRGA, Comunicação pessoal).

Atualmente existem mais de 230 produtos biológicos registrados por alvo, sendo a grande maioria à base de micro-organismos, parasitoides e feromônios. Os parasitoides de ovos, como *Telenomus podisi*, são considerados os principais inimigos naturais do percevejo-do-colo que, em laboratório, ocasiona mortalidade de 70 % (Riffel, 2007) e, em condições de campo, mais de 80 %, tanto por *T. podisi*, como por *T. urichi* (Riffel et al., 2010). Ainda, para o controle do percevejo-do-colo, pode-se utilizar os fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* que, em laboratório, ocasionaram uma mortalidade ao redor de 40 % de adultos do percevejo-do-colo, e a campo, podem atingir até 60 % de mortalidade (Martins et al., 2004).

Taxas de mortalidade variaram de 85,8 % a 97,9 %, pelo uso de aparato de contaminação fúngica por *B. bassiana* em armadilha luminosa, para a bicheira da raiz; neste caso, os indivíduos contaminados servem como fonte de inóculo para os demais, ao se dirigirem aos sítios de hibernação (Hickel et al., 2013). Na avaliação da infecção por *B. bassiana* em armadilha luminosa, Tomasoni et al. (2014) obtiveram taxa de mortalidade final de 73,1 % no controle desse inseto.

Conforme apresentado, existem muitos trabalhos explorando a utilização de bioinseticidas para cultura do arroz, inclusive o uso de extratos vegetais; no entanto, a maioria ainda é em nível de laboratório. Além disto, esses tipos de produtos se enquadram na mesma legislação que os agroquímicos, dificultando o registro. Especificamente, no controle da lagarta-da-folha podem ser aplicados os biocidas Dipel, Agree e Costar, a serem utilizados conforme indicações contidas nos respectivos receituários.

2.13 Manejo ecológico de doenças

2.13.1 Principais doenças

Toda ocorrência de doença está intimamente relacionada à interação patógeno-grau de infecção, abundância e ambiente – condições que favorecem a doença; e, hospedeiro – susceptibilidade. Os seus agentes causais (fitopatógenos) podem ser fungos, nematoides e vírus, cuja intensidade e severidade de danos são determinadas pela susceptibilidade da cultivar utilizada, desequilíbrio nutricional e estresse: pelas condições edafoclimáticas e pelo histórico de ocorrência de doenças na lavoura.

As doenças **mais comuns são causadas por fungos**, sendo as mais relevantes a brusone, a mancha-parda, a queima-das-bainhas e a escaldadura-das-folhas (Noldin, 2015; SOSBAI, 2018). A **principal delas é a brusone**, que tem grande potencial destrutivo, podendo dizimar a lavoura e se manifesta principalmente nas folhas e panículas (Figura 32), causando esterilidade das flores e redução do peso e da qualidade dos grãos.



Figura 32. Sintomas de ataque de brusone na folha (a) e na panícula (b) e na aurícula (c).
Fonte: Noldin et al. (2015).

Dentre as **doenças causadas por nematoides**, a principal é o nematoide-das-galhas (*M. graminicola*) (Figura 33a), que infecta o sistema radicular do arroz em qualquer fase de desenvolvimento, sendo mais comum e danoso na fase inicial (perfilhamento). Dentre as medidas de controle do nematoide, estão: a eliminação de plantas espontâneas no período de entressafra, bom nivelamento do solo, semeadura em períodos mais quentes para induzir a um rápido crescimento do arroz e evitar a drenagem da lavoura, pois as infecções nas raízes ocorrem predominantemente na condição de solo seco.

O protozoário *Polyana graminis*, um habitante natural do solo, é o agente transmissor do vírus RSNV (*rice stripe necrosis virus*) que causa enrolamento das folhas, que ataca o arroz na fase inicial de crescimento, resultando em menor crescimento associado à presença de listras amarelas, chegando a causar a morte da planta (Figura 33b). Ocorre mais comumente em semeaduras em solo seco e as principais medidas de controle são a restrição de tráfego na área de áreas atacadas para áreas não atacadas e manter lâmina de água permanente desde antes da semeadura.

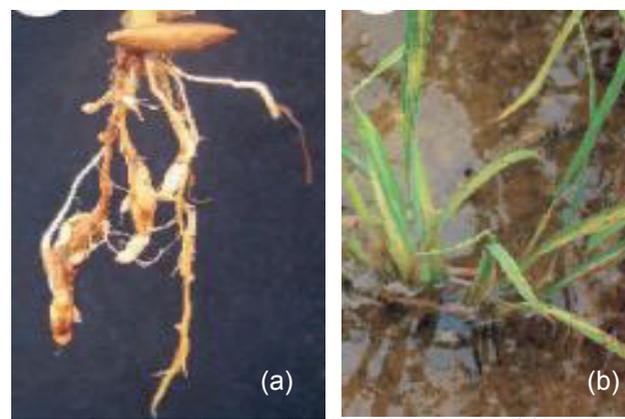


Figura 33. Sintomas de ataque do nematoide das galhas nas raízes (a) e do enrolamento na planta (b) causado pelo vírus.

Fonte: SOSBAI (2018).

2.13.2 Medidas de controle

O manejo racional e sustentável das doenças na produção de base ecológica de arroz irrigado consiste no **uso integrado de métodos genéticos e culturais**. O **método genético** é o mais prático e econômico (SOSBAI, 2018) e se baseia no uso de **cultivares mais resistentes ou tolerantes** às doenças. Como, na prática, a resistência geral às doenças não ocorre de forma permanente em uma única cultivar, é necessário escolher cultivares de arroz mais tolerantes às principais doenças ocorrentes na região de interesse e adotar outras medidas preventivas relacionadas às práticas culturais do controle integrado.

Como o uso continuado de uma determinada cultivar, mesmo com comprovada tolerância às doenças, sofre pressão de seleção de raças virulentas específicas e, com o tempo, vai perdendo essa característica, se recomenda a troca de cultivar a cada três ou quatro safras. Daí, a importância e a necessidade das instituições de pesquisa, como o IRGA, de manter um programa robusto de pesquisa no Melhoramento Genético de Arroz Irrigado.

O controle das doenças pelas **práticas culturais** se relaciona ao manejo recomendado da cultura dentro do processo produtivo (Item 2), ilustrado na Figura 1. O conjunto dessas práticas normalmente é suficiente para evitar ataques severos de doenças, ao mesmo tempo em que mantém o potencial produtivo da lavoura. Tal como ocorre no manejo da cultura, esse controle decorre da adoção de práticas preventivas, de forma cronológica ainda a partir da fase de Pós-colheita (Item 2.3), onde a drenagem (Item 2.4), favorece a decomposição da resteva e consequente redução dos fungos no solo. O correto dimensionamento do sistema de irrigação (Item 2.10) facilita a entrada de água nos momentos recomendados, o que diminui a susceptibilidade das plantas às doenças fúngicas, entre elas a brusone. O manejo do solo para incorporar a palhada do arroz (Item 2.3.2), assim como o seu preparo (aplainamento e sistematização) em pré-semeadura (Item 2.6), previnem a

formação de *coroas*, onde as plantas aí presentes se tornam vulneráveis à incidência das doenças fúngicas.

A adubação equilibrada, especialmente de nitrogênio (**Item 2.8**), cujo excesso causa crescimento exagerado e, quando aliado à deficiência de potássio, aumenta a predisposição das plantas às doenças. Na semeadura (**Item 2.9**), cuidados no uso de sementes de boa qualidade fisiológica e sanitária para evitar disseminação de patógenos contidos nas sementes de origem desconhecida. Efetuar a semeadura na época preferencial (**Item 2.9**) pois, quando realizada tardiamente (a partir da segunda quinzena de novembro), aumenta os riscos de ocorrência de brusone e de doenças necróticas foliares. Utilizar densidade de sementes recomendada, pois o excesso de plantas favorece o sombreamento que gera microambiente favorável ao desenvolvimento da maioria das doenças.

Além disso, o controle eficaz das plantas espontâneas (**Item 2.11**), evita que elas se tornem hospedeiras de diversos fitopatógenos e/ou propiciarem condições de ambiente (sombreamento e temperatura e umidade do ar), que são favoráveis ao desenvolvimento das doenças.

2.13.3 Manejo integrado de doenças

No contexto do controle de doenças do arroz irrigado de base ecológica, o manejo integrado de doenças (MID) se constitui em importante desafio. Conforme apresentado anteriormente (**Item 2.13.2**), as estratégias para controle de doenças devem apostar principalmente no uso de cultivares resistentes e/ou tolerantes, semeando-as dentro do período recomendado para seu cultivo associadas às práticas de manejo. Tomadas essas precauções, a questão principal é detectar o nível de ataque da doença que cause danos econômicos que justifiquem a aplicação de algum fungicida com registro ao uso nesse sistema de produção. Desta forma, o monitoramento permanente da lavoura é a principal ferramenta para a tomada de decisão (**Item 2.14**).

Embora existam resultados promissores no controle da brusone e de outras doenças por micro-organismos antagonistas, ainda não é possível recomendá-los de forma segura, devido à irregularidade dos resultados através dos anos (SOSBAI, 2018). 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. Embora haja produtos permitidos em sistemas orgânicos de produção em outras culturas, como calda-bordalesa e calda sulfo-cálcica, não há registro e nem tradição de uso desses compostos no sistema de produção de arroz irrigado de base ecológica.

Mesmo com a ausência de métodos biológicos consagrados de controle de doenças, cabe ressaltar que, quando adotadas as medidas de controle (**Item 2.13.2**), as mesmas não têm sido relatadas pelos produtores como fator limitante à produção de arroz de base ecológica.

2.14 Monitoramento do sistema de produção

A ação humana nos agroecossistemas pode ser determinante nos resultados de produção e na manutenção dos recursos produtivos, em especial dos naturais, como água e solo, de características genéticas e biodiversidade. As tomadas de decisão em relação aos manejos a serem adotados se tornam mais qualificadas e assertivas quando baseadas no conhecimento sobre os recursos produtivos, seus processos e fenômenos. Trata-se de uma poderosa ferramenta geradora de tecnologia e inovação embasando as tomadas de decisão mais adequadas em relação aos manejos a serem adotados, quando fundamentados no monitoramento do sistema de produção.

O monitoramento é uma atividade permanente no processo produtivo que, do ponto de vista sistêmico, consiste de um conjunto de pequenos ciclos. Na **Tabela 9**, estão relacionados os aspectos importantes a serem monitorados e seus respectivos objetivos nas diferentes etapas do calendário agrícola do sistema de produção de arroz irrigado de base ecológica.

Tabela 9. Ações e objetivos do monitoramento nas diferentes etapas do ciclo de cultivo de arroz de base ecológica

Etapa	O que monitorar	Objetivos do monitoramento
Pré-colheita	Estádio de desenvolvimento das panículas e umidade do solo.	Verificar o momento ideal para realizar a supressão da irrigação e abertura das taipas para proporcionar colheita com solo seco.
	Condições operacionais do sistema de drenagem.	Garantir a drenagem efetiva do sistema, especialmente quando as taipas forem abertas.
Colheita	Grau de umidade dos grãos Perdas de grãos.	Identificar o ponto ideal de colheita. Identificar a origem, quantificar, e dentro do possível, agir para reduzir as perdas ao máximo.
	Distribuição da palhada do arroz na superfície do solo.	Proporcionar distribuição uniforme da palhada na superfície do solo.
Pós-colheita - manejo da resteva	Grau de umidade do solo, volume de palhada residual e condições meteorológicas.	Com foco estratégico na qualificação da fertilidade do sistema, obter elementos para realizar o manejo conveniente - incorporação ou acomodação da palhada; introdução de espécies vegetais de cobertura; introdução de animais; ou outros.
	Macro e microdrenagem (em especial as valetas dos quadros e pontos de estrangulamento de drenos).	Proporcionar condição de solo seco pelo maior tempo possível.
Amostragem e análise de solo	Metodologia da amostragem. Envio de amostras para laboratório.	Garantir amostragem mais representativa possível. Dar entrada o quanto antes no laboratório.

Continua...

Tabela 9. Cont...

Entresafra	Data de entrega do boletim de análise de solo. Condição de cobertura vegetal (viva ou morta), umidade do solo e atividade biológica. Surgimento e desenvolvimento de plantas espontâneas, em especial as com potencial de causar prejuízos ao cultivo do arroz. Ocorrência e comportamento de fitófagos Condições do sistema de irrigação.	Obter os resultados e sua interpretação o quanto antes a fim de qualificar os manejos. Obter percepções em relação às condições de manutenção da fertilidade do solo, bem como qualificar a escolha de manejos futuros. Tomar conhecimento das espécies existentes, intensidade e dispersão, com foco em determinar manejos estratégicos a fim de evitar a ocorrência na época de cultivo. Verificar a necessidade, período e modo de manejos desses organismos. Proporcionar o manejo da água de forma satisfatória.
Preparo de solo inicial	Espécies e volume da cobertura vegetal (viva ou morta), grau de umidade do solo e condições climáticas.	Definir o tipo de equipamento para esse manejo.
Adubação da cultura	Resultados da análise de solo	Definir a dosagem de acordo com a expectativa de colheita.
Preparo intermediário e final do solo	Ocorrência, intensidade e distribuição de espécies vegetais existentes, condições meteorológicas e grau de umidade do solo.	Adotar estratégias a fim de proporcionar condições físicas e químicas de solo de acordo com as necessidades das sementes pré-germinadas e inviabilizar ao máximo o estabelecimento de qualquer outra espécie vegetal.
Pré-semeadura	Surgimento de plantas espontâneas.	Verificar necessidade de controle de plantas espontâneas, bem como definir o momento de semeadura.
	Altura de lâmina d'água.	Garantir altura ideal para controle de espécies espontânea, bem como para o momento da semeadura.
	Temperatura da água dos quadros.	Dentro do possível, semear em condições ideais de temperatura.
Pré-germinação das sementes	Temperatura, limpeza da água, tempo de hidratação, temperatura das sementes, homogeneidade da germinação e tamanho da radícula.	Aproveitar o vigor das sementes, obter homogeneidade na germinação e evitar danos.
Semeadura	Altura da lâmina d'água.	Proporcionar a altura de lâmina ideal para a semeadura.
	Temperatura da água dos quadros.	Tomar conhecimento a fim de considerar este fator no desenvolvimento do arroz.

Continua...

Tabela 9. Cont...

Semeadura	Densidade de semeadura e homogeneidade de distribuição das sementes.	Obter uma população estabelecida de 150 a 300 plantas/m ² .
Estabelecimento da cultura.	Altura da lâmina de água.	De acordo com a ocorrência de fitófagos e plantas espontâneas, associada a características da água e condições meteorológica. Implantar a altura de lâmina que melhor atenda às necessidades da variedade em cultivo. Evitar arejamento do solo e possível germinação de plantas espontâneas no caso de uso de lâmina intermitente. Definir manejos e evitar danos às plântulas.
	Condição de encharcamento do solo.	
	Ocorrência e comportamento de fitófagos. Surgimento e desenvolvimento de plantas espontâneas. Desenvolvimento da plantas de arroz em cultivo.	Decidir o tipo e momento de manejo para evitar ao máximo o estabelecimento dessas espécies. Tomar conhecimento do “arranque inicial” e verificar possíveis falhas na lavoura a fim de tomar decisão de manejo, quando necessário.
Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo.	Ocorrência e comportamento de doenças, fitófagos e inimigos naturais. Altura da lâmina de água.	Verificar nível de dano e definir manejos de controle quando necessário. Proporcionar altura em condições ideais para as diferentes fases da variedade em cultivo, associado a possíveis necessidades de manejos de doenças e fitófagos.

3 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO DE BASE ECOLÓGICA

Ibanor Anghinoni, Carlos Paim Mariot, Edivane Portela e Ricardo Diel, Marthin Zang

A produção integrada de arroz irrigado de base ecológica com animais traz benefícios técnicos, econômicos e ambientais. Os benefícios técnicos estão no controle de plantas espontâneas, de insetos e outros fitófagos e de doenças, além da ciclagem de nutrientes e melhoria na fertilidade do solo. Os benefícios econômicos se refletem na diminuição dos custos da lavoura e na diversificação de renda da propriedade e os ambientais, na menor contaminação do ambiente, pela menor perda de solo e de nutrientes e melhor uso dos recursos naturais.

Os maiores desafios para a produção integrada de arroz de base ecológica estão, provavelmente, na necessidade de planejamento e na gestão do negócio arroz em um **sistema mais complexo e diversificado**. A inserção do animal modifica os fluxos do processo de produção decompondo o material orgânico (palhada e pastagem), mantendo os nutrientes no sistema. Desta forma, enquanto os cultivos de arroz se sucedem com plantas de cobertura na entressafra, o solo é onde se concentram vários processos bio-físico-químicos ao longo tempo e funcionando como a *memória do sistema*. Ao se optar por uma determinada espécie, método de pastoreio ou lotação animal, está se definindo a ação do pisoteio, que por sua vez, influencia as características e propriedades do solo, especialmente a ciclagem dos nutrientes.

3.1 Integração com pecuária

A integração com a **pecuária**, tanto de corte como de leite (**Figura 34**), consiste no uso de animais em pastejo na entressafra do cultivo do arroz. Os animais podem ser utilizados de forma eficiente para o rebaixamento da resteva do arroz de modo a manter uma quantidade de resíduo (em torno de 2,0 t/ha) suficiente para a preservação e até aumento da matéria orgânica do solo, como também para permitir um estabelecimento rápido das espécies forrageiras a serem utilizadas de forma pastejada (**Item 2.5**).

Dentre as espécies a serem pastejadas em áreas de arroz irrigado, destaca-se o azevém anual, como cultura isolada ou em consórcio com leguminosas, como trevos (persa, branco e vermelho) e cornichão (**Tabela 1**). A presença de animais em pastejo requer um manejo adequado, especialmente no que diz respeito ao método de pastoreio adotado (contínuo ou rotacionado) e à carga animal (intensidade de pastejo), de modo a não compactar o solo e, ainda, deixar quantidade de resíduo remanescente, de modo a manter e/ou aumentar a matéria orgânica do solo, e permitir adequadas condições de semeadura do arroz (**Item 2.9**).

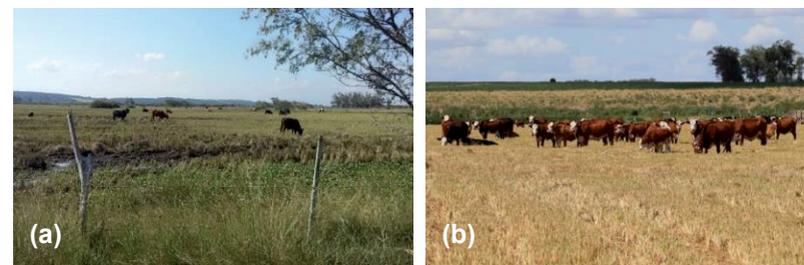


Figura 34. Integração arroz irrigado com pecuária em sistema de produção de base ecológica.

Fotos: Ricardo Diel – EMATER/ASCAR (a); Mara Grohs – IRGA (b).

O pastejo animal requer, como pré-requisito, uma boa drenagem do solo. O animal funciona com um agente catalisador do sistema de produção reciclando o material orgânico via ingestão da pastagem, liberando a maior parte dos nutrientes na forma de esterco e, predominantemente, de urina (um bovino de 400 kg exporta somente 11,5 kg de nitrogênio, 3,0 kg de fósforo e 0,6 kg de potássio). Esse retorno de nutrientes (excreta animal + resíduos) ao solo, leva à uma menor necessidade de adubação, conforme verificado, na média de quatro locais do RS e períodos de 2 a 16 anos, em que a mesma produtividade (11,1 t/ha) foi obtida com uma economia de 44 % do adubo recomendado pela análise do solo (Carmona et al., 2013).

Atualmente se dispõe de muitas informações sobre o manejo de sistemas de integração de arroz com pecuária de corte, inclusive em plantio direto, disponíveis no Boletim *Sistemas Integrados de Produção Agropecuária em Terras Baixas* (Carmona et al., 2018).

3.2 Integração com aves

O uso de **marrecos** ocorre predominantemente no período da entressafra de cultivo de arroz, pelo potencial controle de plantas espontâneas, especialmente do arroz-vermelho, uma vez que eles se alimentam das sementes existentes na camada superficial do solo. Os benefícios dessa prática ocorrem no controle de plantas espontâneas e de insetos indesejados, como também na fertilidade do solo, por seus dejetos e, ainda, na diversificação de renda.

A espécie mais utilizada é o **marreco-de-Pequim**, cujos filhotes são adquiridos muito novos, necessitando cuidados especiais em relação à alimentação, dessedentação, aquecimento e higiene (Noldin et al., 2015). Segundo os autores, os marrecos podem ser gradativamente introduzidos na lavoura a partir de duas semanas de vida e, de forma definitiva, com aproximadamente 30 dias, quando estão com cobertura completa de penas. Há necessidade de isolamento da lavoura por cerca elétrica e da existência de abrigos para proteção dos marrecos à noite.

A experiência da Epagri/SC (Noldin et al., 2015) indica a densidade média de 50 marrecos/ha e que a lavoura seja dividida em áreas menores, denominadas de *piquetes*, concentrando os marrecos em um deles. Eles, são colocados no *piquete* sob alagamento (Figura 35), enquanto os demais permanecem drenados para facilitar o manejo das aves. No caso de povoamento com marrecos mais jovens, o *piquete* deverá ser previamente roçado. Para maior eficiência dessa prática, deve haver planejamento de forma a que os marrecos passem duas vezes pelo mesmo *piquete* no período da entressafra: o primeiro, logo após a colheita e antes da movimentação do solo, e o segundo, após o preparo final do solo, antes da semeadura do arroz, o que possibilita a eliminação das sementes trazidas à superfície e das plantas aquáticas já estabelecidas.



Figura 35. Marreco-de-Pequim após a colheita (a) e no preparo do solo pré-semeadura (b).
Fonte: CCAA (2015) (a); Ricardo Diel – EMATER/ASCAR (b).

Nas áreas com alta infestação de arroz-vermelho e para facilidade de manejo em áreas grandes, recorre-se à uma maior lotação (até 100 marrecos/ha) por um período mais curto de tempo. As aves também podem ser utilizadas para o controle de outras espécies indesejáveis no cultivo do arroz, ainda no perfilhamento (para evitar que prejudiquem plantas jovens do arroz), devendo ser retiradas na fase de formação dos grãos.

A experiência de utilizar marreco-de-Pequim havida em *Projeto de produção orgânica de arroz irrigado*, desenvolvido em Camaquã, RS pela Embrapa Terras Baixas (Thiesen et al., 2009), mostrou que a criação das aves ao longo do período outono, inverno e primavera, foi positiva no controle de plantas indesejáveis (alta infestação de arroz-vermelho e do caramujo), que se refletiu na produtividade do arroz, sendo maior do que no sistema convencional (sem presença do marreco), o que foi atribuído à contribuição de nutrientes pela excreta das aves.

Houve também tentativas de utilização do marreco-de-Pequim em lavouras de produção de arroz irrigado de base ecológica no RS (Martins, 2017) mas, pela necessidade de seu recolhimento das lavouras e de sua guarda (custo e distância das moradias) e, ainda, pela ocorrência de predadores (gaviões e graxains) e de enchentes, foi caindo em desuso e praticamente abandonada.

Como novidade de um trabalho recente na China (Zhang et al., 2019), a integração galinha-trevo/arroz irrigado resultou em maior retenção de nitrogênio e ganho econômico do que somente com a presença do trevo como planta de

cobertura, sugerindo que esse sistema de integração tem potencial de diminuir danos ambientais resultantes do uso de fertilizantes comerciais solúveis.

3.3 Integração com peixes

A rizipiscicultura se caracteriza pelo cultivo consorciado de arroz irrigado com peixes, sendo uma prática milenar em muitos países asiáticos. Os seus benefícios decorrem do consumo, pelos peixes, de sementes remanescentes da colheita do arroz e de diversas plantas espontâneas (arroz-vermelho, capim-arroz, ciperáceas e outras plantas aquáticas), bem como de larvas de insetos e caramujos, sendo, portanto, prática importante no controle de plantas espontâneas (Item 2.11), de insetos e outros fitófagos (Item 2.12) e de doenças (item 2.13), pois os resíduos culturais são focos de fungos, como o da brusone. Como resultado, foram observados aumentos variando de 14 a 55 % na produtividade do arroz, tanto nos países asiáticos como no Brasil (Noldin, 1982; Carmona, 2002), que também pode ser decorrente da contribuição de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, provenientes das excretas dos peixes, sem prejudicar a qualidade da água (Golombieski et al., 2005). Além desses benefícios, a rizipiscicultura é também fonte de renda aos produtores pela venda dos peixes.

As carpas, por seu hábito alimentar, têm sido as mais utilizadas em consórcio com o arroz irrigado; dentre elas, se destacam a carpa-húngara (*Cyrinus carpio var. hungara*), a carpa-capim (*Chetenopharyngodon idella*), a carpa-cabeça-grande (*Aristichthys nobilis*) e a carpa-prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*). A carpa-húngara, por ser omnívora, se alimenta de sementes presentes no solo e de insetos e caramujos dos extratos superficiais do solo, preparando-o para a semeadura (Figura 36a); a carpa-capim, por ser herbívora, elimina as plantas espontâneas e resteva; a carpa-cabeça-grande consome algas unicelulares, pequenos organismos de zooplâncton e, a exemplo da carpa-prateada, tem ação filtradora da água da lavoura (Martins, 2017). Além de carpas, outras espécies podem ser utilizadas como o jundiá (*Rhambia quelen*), que foi utilizado por orizicultores no Banhado do Colégio, em Camaquã, RS (Thiesen et al., 2009), para o controle de diversos fitófagos, especialmente caramujos, que são causadores de danos severos na fase inicial do arroz irrigado.

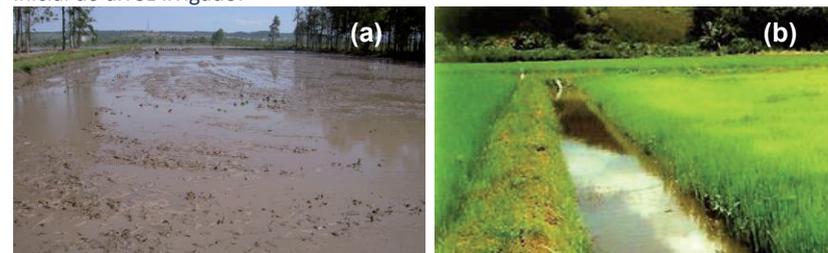


Figura 36. Preparo do solo em pré-semeadura pela carpa-húngara (a) e refúgio lateral e entaipamento para a prática da rizipiscicultura (b).

Fotos: Departamento Técnico COOTAP (a); Noldin et al. (2015) (b).

Benefícios proporcionados pelos peixes foram também verificados em experimentos conduzidos pela Embrapa Terras Baixas (Pelotas), em uma área de produção de arroz orgânico (Thiesen et al., 2009). Estes autores relataram que as carpas proporcionaram bom aporte de material orgânico ao solo e reduziram a densidade de plantas espontâneas, pelo consumo de sementes e de pequenas plântulas. Algumas tentativas de introdução de peixes na entressafra no cultivo de arroz de base ecológica também ocorreram em três assentamentos: Lagoa do Junco (Tapes), Filhos de Sepé (Viamão), chegando inclusive a constituir uma Associação de Rizipiscicultores, e no Assentamento Dezenove de Setembro (Guaíba) (Martins, 2017).

Embora essas vantagens da piscicultura na produção de arroz de base ecológica existam, por outro lado, algumas dificuldades devem ser consideradas. A introdução de peixes resulta em acamamento do arroz, que já é problema no sistema pré-germinado, como também diminuição da área de cultivo (em torno de 5 %) pela necessidade de construção de refúgios (**Figura 36b**), que requerem custos adicionais, assim como para a implantação do sistema de quadros e aquisição de alevinos. Entretanto, a grande limitação para a utilização dessa prática nas áreas dos assentamentos é, segundo Martins (2017), devido à concorrência com a fauna local, bem como a ocorrência de enchentes. Quando as lavouras de arroz se localizam em áreas isoladas e distantes das residências, os predadores naturais, como outros peixes carnívoros (traíras, principalmente), assim como as lontras, aves e ratões reduzem severamente a população de peixes, diminuindo a eficácia dessa prática. Isto determinou, com o passar do tempo, o seu abandono pelos grupos de produtores de arroz de base ecológica.

4 EVOLUÇÃO, DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO DE BASE ECOLÓGICA NO RIO GRANDE DO SUL

Marthin Zang, Adalberto Floriano Grecco Martins, Edivane Portela,
Ricardo Diel e Ibanor Anghinoni

A experiência de produção de arroz de base ecológica nos Assentamentos da Reforma Agrária no Rio Grande do Sul contribui para a discussão acerca da compreensão e do potencial da Agroecologia como projeto alternativo ao modelo produtivo até então adotado, principalmente sob uma perspectiva de produção de alimento saudável em qualquer escala e, portanto, capaz de alimentar a humanidade.

A construção do conhecimento, bem como a geração de referências técnicas, econômicas, sociais e ambientais tem, como base, as distintas realidades locais, a organização social e a participação dos envolvidos que vivenciam o processo de transição agroecológica como um campo dinâmico, sem forma pré-definida (Caporal & Costabeber, 2004).

A produção de arroz ecológico nos Assentamentos de Reforma Agrária no RS teve seu início em 1999 com experiência em pequenas áreas (3 a 4 hectares), no Assentamento da Capela, em Nova Santa Rita, e no Assentamento Lagoa do Junco, em Tapes (Vignolo, 2010). No município de Viamão, a experiência com arroz ecológico iniciou com 1,7 ha no ano de 2001 no Assentamento Filhos de Sepé. As primeiras experiências foram realizadas com a associação do arroz com peixe (**Item 3.3**) e, logo após, do arroz com o marreco-de-Pequim (**Item 3.2**) (Zang, 2020).

4.1 Evolução do cultivo de arroz irrigado de base ecológica

Após duas décadas de acúmulos de ordem tecnológica, econômica, social e organizativa, a produção de arroz ecológico apresenta ascensão quanto à área cultivada e número de famílias envolvidas no Estado, com maior concentração na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). A evolução da área cultivada e o número de famílias envolvidas com a produção de arroz ecológico são apresentados na **Figura 37**. Verifica-se, claramente, que houve um processo crescente tanto no número de famílias como de área cultivada até a safra 2017/18 e uma queda brusca em ambos, determinada pela perda de sustentabilidade do sistema de produção (**Item 4.4**) e, após, uma tímida retomada, fruto de ações institucionais (**Item 4.5**).

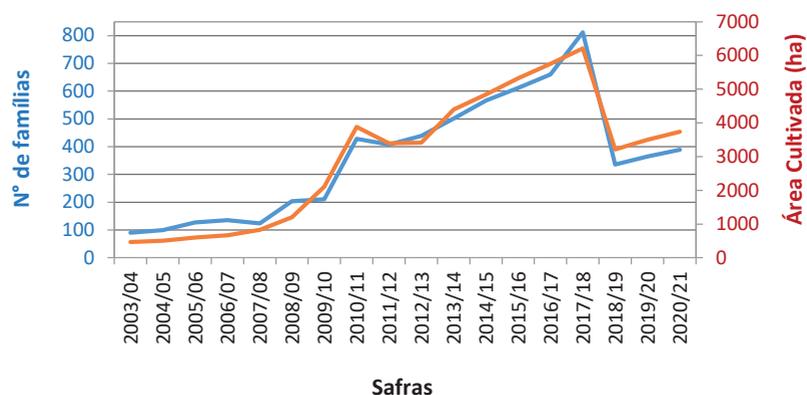


Figura 37. Evolução da área cultivada e número de famílias envolvidas na produção de arroz irrigado de base agroecológica no RS.

Fonte: GGAA (2021).

4.2 Processo de gestão e tomada de decisão

O Grupo Gestor do Arroz Agroecológico (GGAA, 2015) tem, como foco principal, a motivação das famílias para a produção de arroz de base agroecológica como opção de vida e de manter essa produção sob o controle das famílias assentadas (Figura 38). Nesse contexto, também coordena o processo de secagem e armazenamento do produto gerado nos Assentamentos, juntamente com os trabalhos de certificação das áreas, tornando-se uma metodologia de gestão social. Os debates e ações se desenvolvem com foco na autonomia e controle da produção à comercialização do produto ecológico pelos assentados.



Figura 38. Trabalho em pequenos grupos coordenado pelo Grupo Gestor do Arroz Agroecológico (GGAA).

Fotos: Edson Cadore – GGAA

O GGAA constitui um espaço de diálogo, de debate e de articulação dos assentados, organizados em grupos de produção, associações e em cooperativas, como uma ferramenta organizativa que permite a gestão participativa nas diferentes fases do arroz agroecológico. Nele, se discutem diversos temas, fundamentalmente aqueles relacionados à sua cadeia produtiva. O Grupo Gestor,

também recorre à organização de grupos específicos para realização de tarefas como o Grupo de assentados que produzem as sementes de arroz para o conjunto do sistema, além das cooperativas que secam, armazenam e beneficiam o arroz.

Nesse sentido, metodologias de avaliação e participação foram sendo aprimoradas, com ênfase no planejamento estratégico, inclusive com a participação de entidades de pesquisa e extensão, para discutir as dificuldades técnicas e enfrentar, de forma coletiva, as limitações como necessidade de equipamentos, recursos financeiros e humanos, infraestrutura e demais melhorias necessárias para viabilizar o conjunto de famílias, grupos e cooperativas, entendendo a necessidade de dominar a cadeia produtiva como um todo. Para isso, ao longo dos anos foram sendo pautados temas como o controle dos processos de certificação, das estruturas físicas para a viabilização da produção, de recebimento, secagem e armazenagem de grãos, a autonomia e gestão das águas de irrigação e drenagem; a produção da própria semente, o controle de qualidade do produto e do processamento, assim como a comercialização, contando como uma marca comum: Terra Livre.

As famílias, grupos de cooperação, cooperativas e associações vinculadas ao Grupo Gestor do Arroz Agroecológico se reúnem, discutem e mantêm unidade quanto ao projeto de agricultura e, logo, na condução da atividade econômica, respeitando as diferentes formas de vida das comunidades e o tempo de transição agroecológica, tendo o Encontro Estadual do Arroz Agroecológico (anual), o momento de conclusão do intenso processo de avaliações e planejamento das atividades em cada ano agrícola. Nesses encontros de debates, trocas de experiências e de tomadas de decisão, quem decide é quem faz. Quem trabalha, produz, planeja e decide os rumos que devem ser tomados.

Ao longo dessas duas décadas de experiência na produção do arroz ecológico, as famílias assentadas, desenvolveram a metodologia do GGAA, fortalecendo a identidade política com sua organização, neste caso o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), incorporando neste método organizativo, além da estratégia da Reforma Agrária Popular, a luta e a pressão social como elementos mediadores da sua pauta política e corporativa. O GGAA é a materialização de um conglomerado de cooperação, expressando um processo popular, democrático, gerador de conhecimentos técnico-científicos, de base agroecológica, sinalizando à sociedade brasileira outro caminho societário.

Para Martins (2017), as experiências de produção de arroz de base ecológica dos assentamentos da RMPA geram processos emancipatórios e, com eles, uma nova configuração territorial, caracterizada pela resistência ativa dos envolvidos que desenvolvem *práxis* social de cooperação, a qual tem base efetiva pela participação ativa das famílias no controle social da produção.

4.3 Processo de certificação

O arroz de base ecológica nos assentamentos da RMPA é comercializado como produto orgânico; no entanto, se insere em um contexto agroecológico de produção. A apropriação e a consolidação do conceito de produção agroecológica

envolvem, dentre outros fatores, um conjunto de ações e transformações, sobretudo naquelas relacionadas às relações sociais, o que implica em uma postura ativa e central dos agricultores na gestão de seus sistemas agroalimentares (Bogni & Bracagioli, 2018).

A denominação de **produto orgânico** está associada à sua **certificação** segundo as técnicas, parâmetros legais e normativos e à comercialização do **produto com selo orgânico**. A produção do arroz dos assentamentos é certificada via auditoria por uma entidade de inspeção externa (Instituto do Mercado Ecológico – IMO) e via certificação participativa, pelo Organismo Participativo de Avaliação de Conformidade (OPAC), vinculado à Cooperativa Central dos Assentamentos do Rio Grande do Sul Ltda (COCEARGS), proporcionando garantias da qualidade aos produtos entregues à sociedade (Martins, 2017).

O conceito **ecológico** se aplica ao contexto relacionado a sistemas agroalimentares de produção. Os atores envolvidos na cadeia produtiva do arroz ecológico produzem arroz orgânico e vivenciam um processo de transição agroecológica (Campos & Medeiros, 2012).

4.4 Desafios e perspectivas

A produção e o consumo de alimentos orgânicos a nível global apresentaram um crescimento importante na última década frente à preocupação com os efeitos nocivos da utilização de produtos químicos, principalmente agrotóxicos no solo e nas águas e sobre a saúde das pessoas, assim como pela rápida degradação dos recursos naturais. Para o caso particular do arroz de base ecológica, é necessário elevar os níveis de produtividade para atender o mercado e viabilizar o processo produtivo de modo a ampliar e fortalecer a cadeia produtiva.

No contexto dos sistemas de base ecológica, a produção de arroz, dentre os cereais, é de destaque; no entanto, é menor em comparação com a agricultura convencional, precisamente pela utilização intensiva de adubos com altas concentrações de nutrientes prontamente solúveis. A produtividade do arroz de base ecológica no Estado tem sido limitada, dentre outros fatores, pela baixa disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente a oferta de nitrogênio no momento de maior demanda pela cultura. As concentrações de nitrogênio nos adubos orgânicos certificados são baixas e sua mineralização é mais lenta em relação aos adubos industrializados, havendo necessidade de adequação do programa de nutrição da cultura que possui um ciclo curto. De forma complementar, o manejo de plantas espontâneas, de insetos e de doenças se configuram desafios para melhorar a produtividade da lavoura. A diferença de produtividade entre o arroz convencional e os sistemas de produção de base ecológica é, ainda, um dos fatores-chave que limitam a sua adoção em grande escala (Hazra, 2018).

O arroz, apesar de apresentar bom desempenho sob sistemas de base ecológica, possui uma produtividade potencial a ser explorada. Nesse sentido, dois grandes *pilares* se destacam: a) genética e b) sistema de manejo.

Dentre os **principais desafios no campo da genética**, se destaca o desenvolvimento de **variedades de arroz para a produção de base ecológica** capazes de tolerar o manejo da irrigação no sistema pré-germinado; que manifestem resposta às diferentes estratégias de fertilização orgânica, tolerância à toxidez por ferro, resistência à doenças e demais moléstias, bem como apresentem bom rendimento de grãos inteiros e qualidade nutricional, dentre outros fatores. Isto, para proporcionar maior segurança ao produtor e garantia de qualidade do produto ofertado ao consumidor. Nesse sentido, se reafirma a **importância de Programas de Melhoramento Genético**, como o desenvolvido pelo IRGA para o sistema convencional, e da necessidade de articulação e esforço entre os produtores de semente com as instituições de pesquisa e extensão, assim como o setor da indústria e o consumidor final.

Por outro lado, as **limitações atuais de manejo** à produtividade do arroz de base ecológica no Sul do Brasil se devem, possivelmente, a **três grandes fatores** que envolvem o **sistema de manejo**: a) **quantidade e qualidade da matéria orgânica** do solo, resultado do pousio durante o inverno e do intenso revolvimento do solo; b) **baixa diversidade de cultivos** e **limitada ciclagem de nutrientes** pelo monocultivo do arroz, somados à sua exportação de nutrientes e da falta de um programa de adubação adequado, e c) **perda de solo e nutrientes** pela água de drenagem (**Figura 39**).

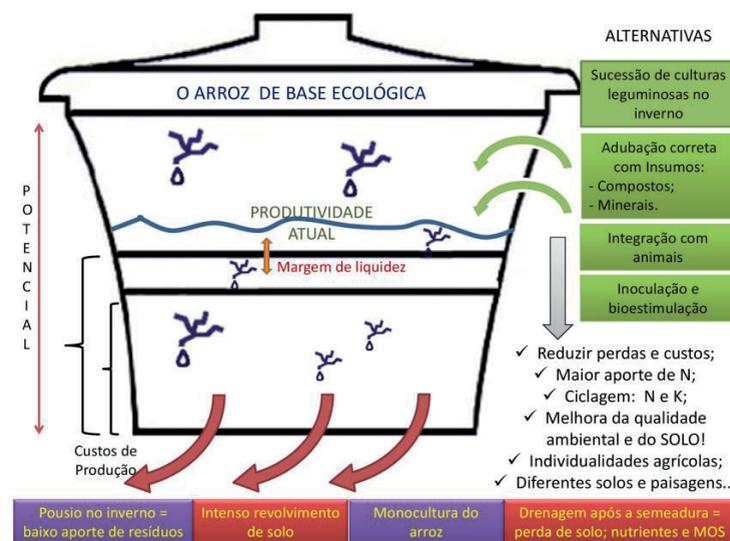


Figura 39. Alternativas de manejo para a sustentabilidade da produção de arroz irrigado de base ecológica no Rio Grande do Sul.

Ilustração: Marthin Zang – AAFISE/UFRGS.

A fertilidade do solo e a manutenção da produtividade das culturas dependem diretamente da quantidade e qualidade da matéria orgânica, pois esta regula um conjunto de processos químicos, físicos e biológicos do solo. Com a produtividade atual do arroz de base ecológica e a adoção do sistema arroz-pousio, a quantidade de resíduo é insuficiente para manter os níveis da matéria orgânica do solo. Desta forma, o mesmo empobrece com o tempo, demanda maiores quantidades de insumos e a produtividade de arroz diminui.

A qualidade da matéria orgânica que permanece no solo quando não há suficiente reposição de resíduos novos é formada predominantemente por materiais humificados (Dick et al., 2009), promovendo o enriquecimento relativo de estruturas mais recalcitrantes, ou seja, estruturas com menor contribuição na nutrição das plantas. Esta condição foi observada por Zang (2020) em lavouras de produção de base ecológica com diferentes tempos de cultivo (até onze anos) no Assentamento Filhos de Sepé em Viamão RS, cuja relação C/N foi baixa (10 a 12), resultante da baixa adição de resíduos orgânicos. Desta forma, para preservação e até aumento da matéria orgânica do solo, há necessidade de investir em formas de diminuir a intensidade do seu preparo e aumentar o aporte de resíduos pelo cultivo na entressafra de modo a também controlar as plantas espontâneas, permitir um bom estabelecimento do arroz e minimizar a emissão de gases de efeito estufa. É importante que o solo esteja coberto (plantas de cobertura) para evitar a exposição do solo ao impacto da chuva, selamento superficial e erosão.

O arroz apresenta uma demanda nutricional específica, mas para o manejo racional da adubação, há necessidade de conhecer, além da dinâmica e disponibilidade dos nutrientes no solo, sua demanda e aproveitamento pela cultura e consequente liberação pós colheita. Mesmo que essa cultura apresente um índice de colheita de 50 % (para cada tonelada de grãos colhidos, outra tonelada permanece no solo na forma de resíduo), as quantidades absorvidas diferem entre os nutrientes, assim como as taxas e as quantidades liberadas, que dependem da natureza dos seus compostos, assim como sua disponibilidade para o cultivo subsequente.

A análise do solo é ferramenta imprescindível para determinar a dose de nutrientes a aplicar para uma determinada expectativa de produtividade de arroz; entretanto, o manejo da adubação depende do sistema de produção, (monocultura ou com plantas de cobertura - pastejadas ou não (Figuras 1 e 39), considerando, ainda, as fontes de nutrientes passíveis de utilização na produção de base ecológica (adubos minerais e orgânicos). Há uma especial necessidade de quantificar a contribuição, pela ciclagem, dos nutrientes do arroz para o cultivo subsequente, bem como dos cultivos entressafra (plantas de cobertura) para o arroz. No caso dos compostos orgânicos, atenção aos cuidados para a qualidade do processo de compostagem para liberação dos nutrientes e redução do seu potencial na emissão de gases de efeito estufa (Hazra, 2018). Além disso, são demandas importantes, a quantificação da fixação biológica de nitrogênio pelas leguminosas (bactérias do gênero *Rhizobium*) pelas plantas de cobertura na entressafra, bem como do

próprio arroz (bactérias do gênero *Azospirillum spp.*) ou promotores de crescimento de suas raízes (fungos do gênero *Thricoderma*). Da mesma forma, necessita-se conhecer melhor o potencial de produtos alternativos, como o pó-de-rocha, como fonte de nutrientes e como agente de re-mineralização do solo ao longo do tempo.

Além da entrada de nutrientes, há também necessidade de quantificar as suas perdas pela drenagem da água após o preparo e semeadura do arroz (Figura 39). Perdas de potássio (K), por exemplo, podem variar na ordem de 2,46 (Weber et al., 2003) a 10,33 kg/ha (Marchesan et al., 2007), dependendo do intervalo entre a aplicação e a drenagem. Maiores perdas são verificadas quando são aplicadas doses altas desse nutriente para alta expectativa de produtividade ($\geq 8,0$ t/ha).

Volumes expressivos de solo são também perdidos com a drenagem da água dos quadros (elutriação), podendo atingir cifras acima de 2,5 t/ha em cada ciclo de drenagem após a semeadura (Zang, 2020). O transporte das partículas em suspensão, além de empobrecer o solo, eleva a turbidez da água e causa assoreamento dos drenos e a contaminação dos cursos d'água (Macedo et al., 2001; 2007). Tais características funcionam como indicadores do manejo e, quando inadequados, aumentam o consumo de água pela lavoura e diminui a qualidade da água de drenagem, o que gera conflitos e comprometem a sustentabilidade da lavoura (econômica, social e ambiental).

Vale destacar que além da perda de solo, de nutrientes e da matéria orgânica, as águas com altos níveis de turbidez (acima de 100 UNT), de fósforo (acima 0,05 mg/L) e nitrogênio amoniacal total (acima de 3,7 mg/L para pH $\leq 7,5$ e acima de 2,0 mg/L para pH entre 7,5 e 8,0) representam um passivo ambiental (CONAMA, 2005). Os produtores, nesse caso, estão sujeitos à autuação por parte dos órgãos de fiscalização ou até mesmo à suspensão das licenças de operação e outorgas de uso d'água.

Para atingir patamares de produtividade de arroz de base ecológica mais altos dos que os atuais ($\leq 5,0$ t/ha), é necessário (Figura 39) **reduzir as saídas** (*outputs*) de solo e de nutrientes, pois não basta unicamente **aumentar as entradas** por insumos (*inputs*), o que implica em custos econômicos e ambientais que comprometem a sustentabilidade do sistema. Além de minimizar as saídas são necessários esforços, energia e recursos para **maximizar as entradas**, por via de processos (produção de resíduos e manejo). Isto, para promover o acúmulo de matéria e energia (principalmente resíduos frescos - de maior labilidade), que também promovam a introdução (fixação biológica) e ciclagem de nutrientes. Neste contexto, atenção deve ser dada aos Sistemas Integrados de Produção de arroz de base ecológica (Capítulo 3), para promover a saúde do solo e sua fertilização com insumos orgânicos, na medida que outras estratégias de recuperação do solo são adotadas. A leitura da paisagem e a observação das características de cada solo são imprescindíveis no manejo de base ecológica. O sucesso desse sistema depende da ação diária do produtor que observa, interage e se integra com o ambiente produtivo.

A constituição do Programa Estadual de Produção de Arroz Base Ecológica (PEPABE) se origina dos desafios antes colocados, dentre outras necessidades dessa cadeia produtiva. A dimensão desta demanda estabelece que o PEPABE **fomente, organize e articule ações de formação, pesquisa e assistência técnica**, relacionadas à produção de arroz em sistemas de base ecológica, constituindo uma **rede** de trocas e construção de conhecimentos nessa área, objetivando melhor **conhecer** e **qualificar** os sistemas e técnicas de manejo atualmente utilizadas, bem como tratar de **inovações** nesses processos, principalmente sob aspectos, técnicos, econômicos e socioambientais.

Esta rede vem sendo tecida pela colaboração, na execução de distintos Projetos, por vários parceiros, dos quais podemos citar o Grupo Gestor do Arroz Agroecológico (GGAA), o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), a ASCAR – EMATER/RS, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e seu Projeto NEXUS, a Associação dos Moradores do Assentamento Filhos de Sepé (AAFISE) e o Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Viamão e seu Projeto EcoViamão.

4.5 Busca de conhecimento e transferência de tecnologia

Fruto do processo em curso, verificou-se que, além da consolidação das práticas de manejo para a sustentabilidade da produção de arroz ecológico (**Capítulo 2**), há necessidade de qualificar técnicos e produtores para a sua utilização, como também para suprir demandas específicas relacionadas à contribuição das plantas de cobertura no suprimento de nutrientes e na qualidade do solo (matéria orgânica) e ao manejo de adubos (mineral e orgânico), bem como o uso de pó-de-rocha como fonte de nutrientes e seu potencial de re-mineralização do solo. Para isso, foram estabelecidos *Protocolos de inovação e transferência de tecnologia*, por meio de *Unidades de observação e demonstração* (UOD).

Os protocolos consistem em cinco sistemas de produção de arroz irrigado a serem conduzidos em assentamentos da Reforma Agrária, em Estações Experimentais do IRGA e em propriedades privadas, por um período mínimo de três anos consecutivos, assim denominados: Sistema 1: Pousio/arroz, Sistema 2: Pó-de-rocha-pousio/arroz, Sistema 3: Pousio/adubação orgânica-arroz, Sistema 4, Fosfato natural-calagem-trevo-persa/arroz e Sistema 5: Fosfato natural-calagem-trevo-persa/adubação orgânica-arroz.

As UODs são localizadas de modo a possibilitar o acolhimento dos sistemas propostos. Para isto, as áreas devem ser planas, uniformes, de fácil acesso, cercadas e, preferencialmente, não estarem sujeitas à inundação. O registro das observações, informações e determinações é inserido em Planilha de Monitoramento (**Item 2.14**) e as atividades de transferência de tecnologia desenvolvidas em Roteiros Tecnológicos e Dias de Campo em etapas importantes a serem observadas na lavoura.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. Ed. - Ver. Ampl. – São Paulo: Expressão Popular, 2012. 400 p.
- BOGNI, A.; BRACAGIOLI, A. **Narrativas da transição: a produção agroecológica de arroz na região metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora, 2018. 13 p.
- BORIN, J. B. M. **Atributos de qualidade do solo e ciclagem de nutrientes em sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. 130 p. (Tese de Doutorado).
- BORTOLINI, F.; MITTELMANN, A.; SILVA, J. S. **BRS Resteiveiro: nova cultivar de inverno para solos hidromórficos**. Pelotas: Embrapa Terras Baixas, 2012. 8 p. (Comunicado Técnico 291).
- CAMPOS, C. S. S.; MEDEIROS, R. M. V. **Avanços e contradições da produção orgânica nos assentamentos – o caso do arroz na região metropolitana de Porto Alegre**. In: XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária. Anais. Uberlândia, 2012.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA; SAF; FAER-IICA, 2004. 24 p.
- CARMONA, F. C.; DENARDIN, L. G. O.; MARTINS, A. P.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. **Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas**. Porto Alegre: Gráfica e Editora RJR, 2018. 160 p.
- CARMONA, R. C. **Resposta de cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada em área de rizipiscicultura**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 49 p. (Dissertação de Mestrado).
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução 357/2005. Classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais**. Brasília: Diário Oficial da União nº 053, 2005, p. 58-63.
- CORREIA, S. L. **Desempenho agrônomo do arroz em sucessão à coberturas de solo**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. 82 p. (Dissertação de Mestrado).
- CQFS-RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBRS-NRS/EMBRAPA-CNPT, 2016. 376 p.
- DICK, D.P.; NOVOTNY, E.H.; DIECKOW, J.; BAYER, C. **Química da matéria orgânica do solo**. In: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F., (Ed.). **Química e mineralogia do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p.1-67.

FERREIRA, C. Insetos prejudiciais ao arroz e seu controle. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p. 111-138.

FIUZA, L. M.; OLIVEIRA, J. V.; ALMEIDA, D.; KNAAK, N.; SCHOENFELD, R.; FISCHER, M. M. **Guia de inimigos naturais das pragas orizícolas**. Cachoeirinha: IRGA/Estação Experimental do Arroz, 2017. 30 p. (Boletim Técnico nº 13).

FLORES, J. P. M. **Formas e balanço de potássio no solo em sistemas integrados de produção agropecuária de terras baixas e terras altas no Sul do Brasil**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020. 57 p. (Dissertação de Mestrado).

GARCIA, G. A. et al. Manejo da adubação fosfatada e potássica no sistema pré-germinado de cultivo de arroz irrigado. In: IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado; XXVI reunião da cultura do arroz irrigado. **Anais**. Santa Maria. 2v. 2005. 567 p.

GENRO JR, S. A.; SCHOENFELD R.; ANGHINONI, I.; MARCOLIN, E.; MACEDO, V. M.. Resposta do arroz irrigado à adubação potássica em função da capacidade de troca de cátions do solo. In: Congresso Brasileiro do Arroz Irrigado, 5., 2007, Pelotas. **Anais**. Pelotas: SOSBAI, 2007. p. 583-585.

GOLOMBIESKI, J. I.; MARCHEZAN, E.; Monto, M. B.; STORCK, L.; CAMARGO, E. R.; SANTOS, F. M. Qualidade da água no consórcio de peixes com arroz irrigado. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p. 1263-1268, 2005.

GRUPO GESTOR DO ARROZ AGROECOLÓGICO - GGAA. **Arroz agroecológico. Viamão: Assentamento Filhos de Sepé**, 2015. 40 p. (Caderno de Estudos).

GUASSELLI, L. A.; MEDEIROS, R. M. **Impactos da produção de arroz na região metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre: Imprensa Livre. 2015. 154 p.

GUZMÁN, E. S.; MOLINA, G. **Sobre la Agroecología: algunas reflexiones en torno a la agricultura familiar en España**. In: GARCIA DE LEÓN, M. A. (Ed.) *El campo y la ciudad*. Madrid: MAPA, 1996. p. 153-197.

HAZRA, K. K.; SWAIN, D. K.; BOHRA, A. et al. Organic rice: potential production strategies, challenges and prospects. **Organic Agriculture**: 8:39–56, 2018. <https://doi.org/10.1007/s13165-016-0172-4>. Acessado em 03/06/2020.

KROLOW, R. H.; MISTURA, C.; COELHO, R. W.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E. P. Composição bromatológica de três leguminosas anuais de estação fria adubadas com fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33: (6), 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-359820040009000>. Acessado em 29/05/2020.

MACEDO, V. R. M. et al. Monitoramento da água das lavouras de arroz na bacia hidrográfica da lagoa do Guaraxaim no município de Arambaré. In V Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado: **Anais**. XXVII Reunião da Cultura do Arroz irrigado. Pelotas. 2v. 2007. 845 p.

MACEDO, V.R.M. et al. Perdas de solo e nutrientes na água de drenagem durante o preparo do solo para o sistema de cultivo de arroz pré-germinado. In: II Congresso

Brasileiro de Arroz Irrigado; XXIV Reunião da cultura do arroz irrigado: **Anais**. Porto Alegre: IRGA, 2001. p.247-249.

MARCHEZAN, E.; CAMARGO, E. R.; SEGABINAZZI, T. Manejo dos fertilizantes fosfatados e potássicos em arroz irrigado no sistema pré-germinado. **Bragantia**, v.66, n.2. p. 219–226, 2007.

MARIOT, C.H.P.; MENEZES, V.G. Rendimento de grãos de arroz irrigado em função de época de semeadura no RS - Análise conjunta de 8 safras (2001/02 a 2008/09). In: **RELATÓRIO ANUAL DE PESQUISA - 2010**, Safra agrícola 2009/210. Cachoeirinha: IRGA/EEA, 2011. p. 232-237. (Relatório Técnico, 9).

MARTINS, A. F. G. **A produção ecológica de arroz nos assentamentos da região metropolitana de Porto Alegre: apropriação do espaço geográfico como território de resistência ativa e emancipação**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2017. 296 p. (Tese de Doutorado).

MARTINS, J. F. S., BOTTON, M., CARBONARI, J.J., QUINTELA, E.D. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle do Percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1681-1688, 2004.

MARTINS, J. F. S.; AFONSO, A. P. S. Manejo de insetos e outros fitófagos. In: MATTOS, M. L. T & MARTINS, J. F. S. (Ed.) **Cultivo de arroz irrigado orgânico no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado**. 2009. p. 67 – 76.

MASSONI, P. F. S. et al. Manejo da água de irrigação para o sistema de cultivo pré-germinado do arroz irrigado. In IV Congresso brasileiro de arroz irrigado. XXVI Reunião da cultura do arroz irrigado, **Anais**. Santa Maria. 2v. 2005. 567 p.

MENEGON, L. L.; FAGUNDES, L.; CADORES, E. Produção de arroz agroecológico em assentamentos de reforma agrária no entorno de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Agroecologia**. vol. 4 no. 2, 6663-6365, 2009.

NOLDIN, J.A. et al. **Recomendações técnicas para a produção de arroz irrigado em sistema orgânico em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2015. 40p. (Epagri. Sistemas de Produção, 47).

PANIZZON, J. P.; PILZ JÚNIOR, H. L.; KNAAK, N.; MUNDSTOCK, C. M.; FIUZA, I. M. Comunidades bacterianas e características físico-químicas de solos orizícolas da Planície Costeira do RS. In: IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. **Anais**. Pelotas. 2017. 567p.

REISSIG, W. H.; HEINRICHS, E. A.; LITSINGER, J. et al. **Illustrated guide to integrated pest management in rice tropical Asia**. Los Baños: IRRI, 1986. 411p.

RIFFEL, C. T. **Levantamento e aspectos biológicos de espécies parasitoides de posturas do percevejo-do-colmo-do-arroz no estado de Santa Catarina**. Lages:

Universidade para o Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina, 2007. 73p. (Dissertação de Mestrado).

RIFFEL, C. T.; PRANDO, H. F.; BOFF, M. I. C. First Record of *Telenomus podisi* (Ashmead) and *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing eggs of the rice stern bug, *Tibraca limbativentris* (Stal) (Hemiptera: Pentatomidae), in Santa Catarina, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n.3, p.447-448, 2010.

SANTOS, A. B.; SANTIAGO, C. M. **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 150p. (Documentos/Embrapa Arroz e Feijão 279).

SCIVITTARO, W. B.; MATTOS, M. L. T.; MARTINS, J. F. S. Uso de coberturas de solo como fonte de nitrogênio para produção orgânica de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, 1078-1081, 2007.

SILVA NETO, I. F. **Pedogênese e matéria orgânica de solos hidromórficos da região metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. 109 p. (Tese de Doutorado).

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. 32 Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Cachoeirinha, RS, 2018. 205 p.

THIESEN, G.; MARTINS, J. F. S.; FRANCO, D. F. ANDRES, A. MATTOS, M. L. T. Manejo de plantas daninhas. In: In: MATTOS, M. L. T & MARTINS, J. F. S. (Ed.) **Cultivo de arroz Irrigado orgânico no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2009. p. 77 – 89.

TOMASONI, C. M.; HEIBER, D.; HICKEL, E. R. (Ed.) **Nível de infecção de *Oryzophagus oryzae* por *Beauveria bassiana* em lavoura de arroz irrigado utilizando armadilha luminosa**. Rio do Sul/SC: Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar, 2014. 5 p.

VIGNOLO, A. M. S. **Insumos orgânicos na produção de arroz em assentamentos da reforma agrária, região de Porto Alegre/RS**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2010. 70 p. (Dissertação de Mestrado Profissional).

WEBER, L. et al. Cultivares de arroz irrigado e nutrientes na água de drenagem em diferentes sistemas de cultivos. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 27–33, 2003.

ZANG, M. **Qualidade de solos hidromórficos sob arroz ecológico**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020. 113 p. (Dissertação de Mestrado).

ZHANG, L.; ZHOU, L.; WEI, J.; XU, H.; TAN, Q.; TANG, J. Integrating cover crops with chicken grazing to improve soil nitrogen in rice field and increase economic output. **Soil Science of the Total Environment**, 713 2020 135218, 2109.

A experiência de produção de arroz de base ecológica nos assentamentos da Reforma Agrária no Rio Grande do Sul contribui para a discussão acerca do potencial da Agroecologia como projeto alternativo ao modelo produtivo até então adotado, principalmente sob uma perspectiva de produção de alimento saudável em qualquer escala e, portanto, capaz de alimentar a humanidade.

Esta publicação apresenta os preceitos da produção de arroz irrigado de base ecológica, como fruto do conhecimento gerado por agricultores em seu processo de produção, alicerçado por instituições de ensino, pesquisa e extensão.

Trata-se de uma ferramenta teórica de orientação atualizada, considerando o ciclo anual dos cultivos e os períodos de safra e entressafra.



ISBN impresso



ISBN e-book

