

INFORME

v. 25 - n. 222 - 2004

AGROPECUÁRIO

ISSN 0100-3364

Uma publicação da EPAMIG
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Arroz: Avanços Tecnológicos



Arroz

Programa de Proteção para a Cultura do Arroz

Starice

Gladium

Ronstar[®] 250 ER

Folicur[®]



www.bayercropscience.com.br

ATENÇÃO

Este produto é perigoso à saúde. Evite contato com os olhos e com a pele. Evite a ingestão. Este medicamento é registrado e comercializado no Brasil e no exterior. Utilize sempre o medicamento de proteção vegetal. Não permita a utilização do produto por pessoas não autorizadas.

Consulte sempre um Engenheiro Agrônomo. Venda sob responsabilidade especializada.



Teleb@yer
0800-115560
0800-122333



Bayer CropScience

Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v.25 n.222 2004

Belo Horizonte-MG



Apresentação

A cultura do arroz está em baixa há algum tempo, perdendo espaço para a soja e o milho, que têm apresentado melhores preços e vantagens comparativas em relação a este cereal. Mas felizmente, nas últimas duas safras, 2002 e 2003, os preços do arroz em casca, em nível de propriedade rural, reagiram, o que deixou os orizicultores mais animados, vislumbrando uma tendência de expansão das áreas cultivadas com este cereal nas próximas safras. Este é um momento favorável para a retomada do arroz no Brasil.

Como apoio a esta tendência e pela importância deste cereal na alimentação da população brasileira, a EPAMIG leva aos produtores esta edição do Informe Agropecuário sobre Avanços Tecnológicos para a Cultura do Arroz. Fonte de renda e de nutrição, a orizicultura é enfocada em seus aspectos socioeconômicos, alimentares e ambientais, com abordagem de temas como melhoramento genético, cultivares, processamento industrial, arroz orgânico e tecnologias disponíveis para elevação dos índices de produtividade, melhoria da qualidade do produto colhido e meio ambiente.

Este número do Informe Agropecuário constitui o quarto sobre o agronegócio Arroz. A última edição foi publicada em 1989. Nesta, portanto, são apresentados os avanços tecnológicos obtidos nos últimos 15 anos, pela pesquisa em arroz.

Plínio César Soares
Orlando Peixoto de Moraes

Sumário

Editorial	3
Entrevista	5
Aspectos da produção e do mercado de arroz	
<i>Carlos Magri Ferreira e Patricio Mendez del Villar</i>	11
Melhoramento genético de arroz em Minas Gerais	
<i>Antônio Alves Soares, Plínio César Soares, Emílio da Maia de Castro, Orlando Peixoto de Moraes, Paulo Hideo Nakano Rangel e Moisés de Sousa Reis</i>	20
Cultivares de arroz de terras altas e de várzeas recomendadas para Minas Gerais	
<i>Plínio César Soares, Antônio Alves Soares, Orlando Peixoto de Moraes, Emílio da Maia de Castro, Paulo Hideo Nakano Rangel, Vanda Maria de Oliveira Cornélio e Moacil Alves de Souza</i>	25
Produção e qualidade de sementes de arroz no estado de Minas Gerais	
<i>Vanda Maria de Oliveira Cornélio, Antônio Rodrigues Vieira, Plínio César Soares, Antônio Alves Soares e Moisés de Sousa Reis</i>	36
Arroz irrigado em sistema de cultivo pré-germinado	
<i>Ronaldir Knoblauch e Moisés de Sousa Reis</i>	44
Plantio direto em arroz	
<i>Moisés de Sousa Reis, Antônio Alves Soares e Cleber Moraes Guimarães</i>	52
Desvendando o segredo do insucesso do plantio direto do arroz de terras altas	
<i>Antônio Alves Soares</i>	61
Arroz irrigado por aspersão	
<i>Luís Fernando Stone e Pedro Marques da Silveira</i>	70
Produção agroecológica de arroz irrigado	
<i>José Alberto Noldin, Domingos Sávio Eberhardt, Ronaldir Knoblauch, Honório Francisco Prando e Gosuke Sato</i>	77
Doenças do arroz	
<i>Vanda Maria de Oliveira Cornélio, Vicente Luiz de Carvalho e Anne Sitarama Prabhu</i>	84
Qualidade de grãos e padrões de classificação de arroz	
<i>Noris Regina de Almeida Vieira</i>	94
Arroz como alimento	
<i>Priscila Zaczuk Bassinello e Emílio da Maia de Castro</i>	101

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v. 25	n.222	p.1-108	2004
----------------------	----------------	-------	-------	---------	------

© 1977 EPAMIG

ISSN 0100-3364

INPI: 1231/0650500

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização escrita do editor. Todos os direitos são reservados à EPAMIG.

Os artigos assinados por pesquisadores não pertencentes ao quadro da EPAMIG são de inteira responsabilidade de seus autores.

COMISSÃO EDITORIAL

Baldonado Arthur Napoleão

Luis Carlos Gomes Guerra

Manoel Duarte Xavier

Carlos Alberto Naves Carneiro

Sanzio Mollica Vidigal

Edson Marques da Silva

Aldo Fernandes da Silva Júnior

Vânia Lacerda

EDITOR

Vânia Lacerda

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Plínio César Soares e Orlando Peixoto de Moraes

REVISÃO LINGÜÍSTICA E GRÁFICA

Marlene A. Ribeiro Gomide e Rosely A. R. Battista Pereira

NORMALIZAÇÃO

Fátima Rocha Gomes e Maria Lúcia de Melo Silveira

PRODUÇÃO E ARTE

Programação visual: *Rosângela Maria Mota Ennes*
e *Thiago Fernandes Barbosa*

Diagramação/formatação: *Rosângela Maria Mota Ennes*
e *Maria Alice Vieira*

Capa: *Thiago Fernandes Barbosa*

Fotos da capa: *Erasmus Pereira* - EPAMIG e
Salvador Francisco Oliveira Naves - Fazenda Ipoeira - Arinos-MG

PUBLICIDADE

Assessoria de Marketing

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova
Caixa Postal, 515 - CEP 31170-000 - Belo Horizonte-MG
Telefax: (31) 3488-8468

IMPRESSÃO

EMBRAPA

**Informe Agropecuário é uma publicação da
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG**

Assinatura anual: 6 exemplares

Aquisição de exemplares:

Cheque nominal ou
depósito bancário identificado (CNPJ ou CPF)
no Banco Itaú, agência 3380, conta 648-0,
favorecido à EPAMIG, com cópia para o endereço abaixo
ou através do telefax (31) 3488-6688.

Serviço de Atendimento ao Cliente (SAC/EPAMIG)

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova
Caixa Postal, 515 - CEP 31170-000 Belo Horizonte-MG
Telefax: (31) 3488-6688
E-mail: sac@epamig.br - Site: www.epamig.br
CGC(MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.0047

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados
apenas para conveniência do leitor, não havendo
preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto
comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura
proposta pelos autores de cada artigo.

O Informe Agropecuário é indexado na
AGROBASE, CAB INTERNATIONAL e AGRIS

Informe Agropecuário. - v.3, n.25 - (jan. 1977) - . - Belo
Horizonte: EPAMIG, 1977 - .
v.: il.

Cont. de Informe Agropecuário: conjuntura e estatística. - v.1, n.1 - (abr.1975).

ISSN 0100-3364

1. Agropecuária - Periódico. 2. Agricultura - Aspecto
Econômico - Periódico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG, UFLA, UFMG, UFV

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Aécio Neves da Cunha

Governador

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Odelmo Leão Carneiro Sobrinho

Secretário



EPAMIG

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Presidência

Baldonado Arthur Napoleão

Diretoria de Operações Técnicas

Manoel Duarte Xavier

Diretoria de Administração e Finanças

Luiz Carlos Gomes Guerra

Gabinete da Presidência

Carlos Alberto Naves Carneiro

Assessoria de Marketing

Aldo Fernandes da Silva Júnior

Assessoria de Planejamento e Coordenação

Maria Lélia Rodriguez Simão

Assessoria Jurídica

Gilson Márcio Boncompagni

Assessoria de Informática

Artur Fernandes Gonçalves Filho

Auditoria Interna

Carlos Roberto Ditadi

Departamento de Pesquisa

Sanzio Mollica Vidigal

Departamento de Produção

Edson Marques da Silva

Departamento de Ações e Desenvolvimento

Sebastião Gonçalves de Oliveira

Departamento de Recursos Humanos

José Eustáquio de Vasconcelos Rocha

Departamento de Patrimônio e

Administração Geral

Marlene do Couto Souza

Departamento de Contabilidade e Finanças

José Roberto Enoque

Centro Tecnológico-Instituto de Laticínios

Cândido Tostes

Gérson Occhi

Centro Tecnológico-Instituto Técnico de

Agropecuária e Cooperativismo

Marusia Guimarães Pereira Rodrigues

Centro Tecnológico do Sul de Minas

Adauto Ferreira Barcelos

Centro Tecnológico do Norte de Minas

Cláudio Egon Facion

Centro Tecnológico da Zona da Mata

Juliana Cristina Viecelli de Carvalho

Centro Tecnológico do Centro-Oeste

Waldir Botelho

Centro Tecnológico do Triângulo e

Alto Paranaíba

Roberto Kazuhiko Zito

A EPAMIG integra o Sistema Nacional
de Pesquisa Agropecuária, coordenado
pela EMBRAPA

Tecnologia assegura qualidade, produtividade e rentabilidade para o arroz

A produção de cereais, de leguminosas e de oleaginosas no Brasil deve chegar a 132 milhões de toneladas este ano, um volume 7,3% superior à safra de 2003, que se situou em 123 milhões de toneladas. A área plantada deve crescer 6,6% e chegar a 46,2 milhões de hectares. O arroz ocupa o terceiro lugar na produção de cereais no País, com 12 milhões de toneladas.

No cenário internacional, o Brasil ocupa a décima posição entre os maiores produtores de arroz, com destaque para os países asiáticos, principalmente China, Índia e Indonésia, líderes na produção deste cereal e que, juntos, produzem 60% da produção mundial. No Brasil, a hegemonia na produção do arroz é do Rio Grande do Sul, com cerca de 45%, seguido do Mato Grosso, Santa Catarina e Maranhão. Minas Gerais situa-se em nono lugar entre os Estados maiores produtores e, na safra de 2003, contribuiu com 196 mil toneladas, numa área plantada de 89 mil hectares.

O arroz constitui alimento básico de mais da metade dos 6 bilhões de habitantes do planeta Terra. Seu consumo *per capita*, no Brasil, corresponde a 67,7 kg/hab./ano do produto em casca, ou 48,7 kg/hab./ano do produto beneficiado polido. A produção brasileira deste cereal é destinada ao consumo interno, ocorrendo, também, eventuais importações para complementar o abastecimento.

Diante dessa situação, as instituições de pesquisa têm procurado gerar novas tecnologias visando aumento de produtividade, melhoria da qualidade e rentabilidade no cultivo dessa gramínea nos ecossistemas de várzeas e de terras altas. Isso poderá permitir ao País a auto-suficiência e até mesmo a exportação de arroz em prazo relativamente curto.

Este Informe Agropecuário reúne 15 anos de pesquisas realizadas para o desenvolvimento da cultura do arroz, em Minas Gerais e no País, e apresenta os principais avanços tecnológicos alcançados, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento da cadeia produtiva desse importante cereal.

Baldonado Arthur Napoleão
Presidente da EPAMIG

FMC

100 anos

Plantar a paixão para colher resultados.

A paixão pelo que fazemos, por tudo o que ajudamos a proteger e pelo que vemos crescer dia após dia. São esses os motivos que fazem da FMC uma empresa comprometida e competente. Uma empresa que a cada ano cresce mais em inovação, tecnologia, relacionamento e qualidade. Uma marca forte em busca de evoluir junto com quem planta, desenvolver ao lado de quem produz, inovar e se manter sempre à frente. Um nome capaz de proteger seu arroz e fazer que ele cresça, produzindo riquezas para o Brasil e para todos nós.



Arroz brasileiro tem competitividade no mercado internacional

Artur Oscar Loureiro de Albuquerque é proprietário rural nos municípios de Bagé e Lavras do Sul, RS, e na província de Cerro Largo, no Uruguai, onde se dedica à atividade agropecuária. Advogado, formado pela PUC-RS, é também *membership* do International Center on Legal Science, com sede em Haia, Holanda. Entre suas atividades, exerce a Presidência do DCE da PUC, sendo também diretor jurídico do Sindicato Rural de Bagé. Foi presidente da Associação de Arrozeiros de Lavras do Sul, diretor administrativo do Instituto Rio Grandense do Arroz (Irga) e conselheiro desta instituição pelo município de Lavras do Sul. Atualmente, responde por entidades ligadas à cadeia produtiva do arroz, sendo presidente da Federação das Associações de Arrozeiros do Estado do Rio Grande do Sul (Federarroz) e presidente da Associação Brasileira da Cadeia Produtiva do Arroz (Abrarroz).



IA - *Os produtores e beneficiadores de arroz do Mercosul querem tornar dinâmicas as exportações do bloco aos terceiros mercados. O que o senhor pensa a respeito disso?*

Artur de Albuquerque - O Brasil é o sétimo maior produtor de arroz do mundo. Considerando-se que os seis que o precedem são asiáticos, é lícito concluir que ele é o maior produtor de arroz do mundo ocidental. Quem possui esta posição significativa não pode e não deve prescindir da ambição de exportar, até porque, sempre tivemos qualidade e agora temos, também, preços capazes de competir no mercado internacional.

Ocorre que o arroz é o produto mais subsidiado nos EUA, algo em torno de 86%. Seja na Tailândia, seja no Vietnã, a água é custeada pelo governo, pois trata-se de um subsídio direto, isto é, ela é um dos itens mais significativos na composição do custo de produção. Assim, nosso esforço para exportação bate, exatamente, no subsídio

operado em nossos três únicos concorrentes diretos.

No Brasil, no Uruguai e na Argentina, não há qualquer tipo de subsídio. Por outro lado, em *lato sensu*, o Brasil não exporta arroz há cerca de 35 anos. Já o Uruguai possui comércio desse cereal com 25 países e a Argentina comercializa com quase uma dezena de países. E ambos, que antes do Mercosul exportavam 85% de seu arroz para terceiros mercados, após, passaram a exportar 80% de sua produção para o Brasil e apenas 20% para terceiros países.

Com o Mercosul, tivemos uma virtual nacionalização do arroz do Uruguai e da Argentina. Após muitos embates, entendemos que o mais sensato é acolher o arroz do Mercosul, como parte de nosso suprimento. E assim operamos atualmente. Por isso, não somos nacionalmente auto-suficientes, muito embora tenhamos total condição para isso.

Assim, a exportação que visualiza uma

grife Mercosul, resolve vários problemas de uma só vez. Primeiro, aproveita-se o *know-how* no Uruguai, para acessar especialmente o mercado internacional. Segundo, com exportações equaliza-se o quadro de oferta e demanda com uma regulação permanente do mercado de arroz. Terceiro, ao operar em conjunto, teremos condições de consensualizar uma Tarifa Externa Comum (TEC) para o bloco, capaz de dar-nos competitividade na Alca e possibilidade de nos proteger no mercado internacional .

IA - *Qual o papel das entidades associativistas na cadeia produtiva do arroz?*

Artur de Albuquerque - A cadeia produtiva do arroz sempre teve uma maturidade política muito grande. Têm-se em 18 Estados brasileiros entidades organizadas nos mais diversos elos da cadeia. Talvez, por isso é que conseguimos criar

a Abrarroz, única entidade nacional que reúne verticalmente uma cadeia produtiva.

É esta maturidade política que fez do Brasil o maior produtor do mundo ocidental e que o permitiu espargir o gosto pelo arroz, do Chuí ao Oiapoque.

Foi também por isso que conseguimos, através da Abrarroz, elevar o preço desse cereal de R\$ 11,00 a saca, em 2000, para R\$ 45,00 a saca, em 2003, sem que este aumento de 500% fosse repassado ao consumidor. Em 2000, a margem do supermercado era de mais de 60%. Hoje, este segmento faz parte da cadeia produtiva, da Abrarroz, e sua margem adaptou-se às dos outros elos da cadeia.

É difícil ver, no meio rural, um setor tão organizado como o dos arrozeiros, e esta organização é fundamental para todos nós.

IA - Qual a participação do orizicultor no aquecimento do mercado de arroz na última safra?

Artur de Albuquerque - Até 2001, o orizicultor vendia até o mês de junho de 70% a 80% de seu produto. Isto inundava o mercado e, naturalmente, derrubava o preço. Desde 2002, o orizicultor passou a ofertar, até a mesma data, no máximo 40% de seu produto. Isto regulou o mercado. A curva de preço deixou de ser uma hipérbole e passou a ser algo mais parecido com uma reta. O referencial de mercado deixou de ser o preço do fardo beneficiado para ser a saca de 50 kg do arroz em casca.

Diante disso, percebe-se que a participação do orizicultor foi importantíssima.

IA - Os atuais preços do arroz em casca remuneram a contento o produtor?

O senhor acredita que esses preços serão mantidos para a safra 2004, mesmo com a previsão de aumento da produção brasileira?

Artur de Albuquerque - O custo de produção é de cerca de R\$30,00. Imagina-se que 10%, para início de safra, é uma margem plausível. Portanto, calcula-se que o arroz tenha um preço entre R\$33,00 e R\$ 34,00 no início da safra. É um preço bom para início de colheita.

Acredita-se que a safra será normal. Não haverá superprodução. Houve quebra no Centro-Oeste, no Nordeste e no Norte. No Rio Grande do Sul, houve problemas de replantio e de pouca luminosidade. Haverá uma produção total em torno de 11,8 milhões de toneladas para um consumo de 12,5 milhões de toneladas. O arroz do Mercosul equalizará oferta e demanda. Assim, não há por que imaginar qualquer grande alteração de preços. Eles se manterão estáveis desde o produtor até o consumidor.

IA - As novas normas de classificação do arroz, estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, estão definidas e em vigor? Os produtores de arroz do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, que obtiverem produtos de melhor qualidade, serão beneficiados com estas novas regras?

Artur de Albuquerque - As novas normas de classificação do arroz ainda não foram implementadas. Antes disso, haverá um amplo debate com a cadeia produtiva, especialmente com a Abrarroz. Este é o compromisso do MAPA.

Estas alterações necessárias darão um novo perfil ao arroz e ao produtor. Portanto, a implantação dessas normas deverá ser paulatina, para se adequar a todos.

IA - Quais as formas de consumo do arroz no Brasil? Como são definidos os tipos de arroz para comercialização?

Artur de Albuquerque - O arroz vai, comercialmente, do Tipo 1 ao Tipo 3. A alteração das normas de classificação desse cereal criará, talvez, o Tipo 4 e o Tipo 5,

já previstos em Lei, mas não operados comercialmente.

Os grandes centros consomem arroz Tipo 1 e Tipo 2. O interior do Norte e do Nordeste consome o Tipo 3.

IA - Quais são os subprodutos resultantes do processo de obtenção do arroz beneficiado polido e como são utilizados?

Artur de Albuquerque - O Japão já classificou cerca de mil derivados do arroz. No Brasil, trabalha-se com o arroz beneficiado, o farelo para ração animal e para confecção de óleo de arroz.

A casca do arroz, que outrora foi um instrumento poluidor, hoje é fonte de energia para a indústria e até mesmo para as usinas de energia que a vendem para terceiros. A casca possui 96% de sílica. O dia em que for explorado todo este potencial, não será exagero dizer que o arroz é o subproduto da casca, pois da sílica depende toda a indústria de alta tecnologia para fabricar os *chips* de computador, por exemplo.

Em Brasília, há um projeto de desenvolvimento de casa de casca de arroz. Trata-se de um material mais durável que qualquer outro, com um tempo de construção inferior em mais da metade ao dos concorrentes e com um preço 60% mais barato que qualquer outro material.

IA - Como o senhor vê a escolha de 2004 como Ano Internacional do Arroz pela FAO?

Artur de Albuquerque - Quase a metade da população mundial tem o arroz na base de sua alimentação. A produção mundial desse cereal está em baixa e o consumo em alta. Para nós, maiores produtores e consumidores de arroz do mundo ocidental, é um momento oportuno para posicionarmos de maneira concreta, efetiva e positiva como grandes produtores e quem sabe, grandes exportadores desse produto, ainda que através do Mercosul.

O aumento da produtividade do arroz é um reflexo da pesquisa

A engenheira agrônoma, Beatriz da Silveira Pinheiro, formada pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, de Pelotas, RS, possui doutorado em Biologia Vegetal, pela Unicamp, e mestrado em Fisiologia Vegetal, pela Universidade da Califórnia, Davis, EUA. Autora e co-autora de mais de 30 publicações em periódicos nacionais e estrangeiros, Beatriz Pinheiro participou de vários projetos de pesquisa na área de melhoramento, fisiologia do estresse hídrico e fisiologia da produção do arroz de sequeiro, no âmbito da Embrapa e parcerias nacionais. Participou também em projetos da Comunidade Econômica Européia (CEE) e Agência Britânica de Desenvolvimento (ODA), em parceria com instituições internacionais. Foi coordenadora nacional da Rede de Avaliação Genética de Arroz, no âmbito global (INGER Global) e na América Latina (INGER LAC). Na área administrativa, atuou como coordenadora do Programa Nacional de Pesquisa de Arroz, período 1989-1993, como secretária-executiva do Programa "Sistema de Produção de Grãos" período 1993-1997, chefe-adjunta de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Arroz e Feijão, período de 2001 a 2003, tendo assumido, recentemente, a chefia-geral deste Centro.



IA - *Na sua opinião, quais os maiores avanços alcançados pela pesquisa com arroz no Brasil nos últimos 15 anos?*

Beatriz Pinheiro - Enquanto no período pós-revolução verde, os avanços em arroz irrigado no ambiente subtropical tiveram como maior componente o melhoramento genético, nos últimos quinze anos, os avanços podem ser atribuídos, em sua maior parte, ao aperfeiçoamento das técnicas de manejo da cultura. Desde o lançamento das cultivares BR-IRGA 409 e BR-IRGA 410, no final da década de 70, a produtividade potencial da cultura do arroz irrigado no Sul do País se mantém relativamente inalterada, em torno de 12 t/ha. Por outro lado, a lacuna de produtividade, que é a diferença entre a produtividade média de lavoura e aquela obtida em condições ótimas de manejo, vem sendo gradativamente reduzida.

Considera-se como um importante avanço no cultivo do arroz irrigado na zona subtropical, a diversificação dos sistemas de plantio, destacando-se o Sistema de Plantio Direto (SPD), com sua variante, o cultivo mínimo. Neste particular, a pesquisa foi grandemente propulsionada pela ousadia do produtor, pois o SPD em arroz irrigado foi estabelecido pioneiramente, no ano agrícola de 1983/1984, na Fazenda Cerro do Tigre, em Alegrete, RS. Atualmente, mais de 50% da área desse Estado é implantada no SPD, utilizando a taipa, ou maracha de base larga, que proporciona o plantio direto em linha, sobre os resíduos da cultura anterior, em toda a lavoura. A pesquisa teve um papel relevante na consolidação desse sistema e de outros, como o pré-germinado e o mix, e continua avançando na geração de dados relativos aos efeitos de longo prazo dos sistemas de produção. Deve-se destacar o trabalho da Embrapa Clima Temperado,

que tem também procurado obter cultivares de sorgo, milho e soja adaptadas ao ambiente de várzeas, como culturas alternativas ao arroz, visando o melhor aproveitamento desse agroecossistema. Sua atual agenda de pesquisa reflete a preocupação com o ambiente e a consolidação de boas práticas agrícolas, incluindo redução do uso de insumos químicos e aumento da rentabilidade do produtor.

Outra atividade, que visa à redução da lacuna de produtividade, vem sendo realizada pelo IRGA, no Rio Grande do Sul, desde 1998, com bastante sucesso. Consiste na integração de ações de pesquisa e extensão rural, com o ambiente produtivo, pela condução de Unidades Demonstrativas (UD), no âmbito do Projeto Manejo Adequado de Lavoura de Arroz. O monitoramento das atividades de lavoura e a comparação com as práticas executadas nas UD's permitem não só a identificação dos fatores limitantes à produtividade, mas

também a correta disseminação das práticas recomendadas pela pesquisa. Atualmente, estas ações, realizadas no âmbito do Projeto 10, estão gerando muito entusiasmo entre os orizicultores e assegurando produtividades de lavoura na faixa de 9 t/ha, superando em mais de 3 t/ha a produtividade média do Estado.

Em Santa Catarina, os avanços da pesquisa foram notáveis, atestados pelo acelerado crescimento da produtividade, que hoje se situa próximo a 7 t/ha. A estrutura de produção local, composta por pequenos produtores agregados em cooperativas, permite um rápido acesso aos resultados da pesquisa gerados pela Epagri. Nesse ambiente, o sistema pré-germinado trouxe uma excelente contribuição para amenizar os estresses bióticos e ainda permitiu conciliar a produção de arroz com a de outros produtos, como peixes e aves.

Na zona tropical, o sistema de cultivo de sequeiro desempenha um papel predominante. Em contraste com o sistema irrigado, sua produtividade manteve-se praticamente inalterada no período 1970-1989. Entretanto, nos últimos quinze anos, os incrementos foram bastante significativos. E podem ser creditados tanto ao melhoramento genético, que promoveu o aumento da produtividade potencial, quanto à melhoria do manejo das lavouras, decorrente do deslocamento da cultura para regiões de menor risco climático.

Um grande avanço da pesquisa diz respeito ao zoneamento agroclimático. Mas o impacto mais visível da pesquisa de arroz nos cerrados brasileiros diz respeito à alteração do tipo de planta e, especialmente, da aparência do grão das novas cultivares. Sua ótima aparência física e características de cocção fizeram do arroz de sequeiro um produto competitivo no mercado, assegurando-lhe bom preço pela indústria. Contudo, na sua nova denominação, "arroz de terras altas", como contraponto ao estigmatizado sequeiro, a cultura tem ainda grandes desafios de pesquisa. Dados recentes, relativos à dinâmica da produção

do arroz no Mato Grosso, indicam que ainda se mantém um forte papel na abertura de novas áreas ou reforma de pastagens. Nesta última, a pesquisa tem apresentado soluções bastante atrativas, com destaque para o Sistema Barreirão, que preconiza a consorciação do arroz com a braquiária, utilizando grade ou arado de aiveca no preparo do solo. Mais recentemente, a pesquisa vem trabalhando na viabilização do consórcio no ambiente do SPD, sob a denominação Santa Fé. Contudo, neste sistema que promove a integração lavoura-pecuária, a participação do arroz ainda é menor do que a de outras culturas, devido a dificuldades de ajuste ao SPD. Portanto, a pesquisa tem hoje o grande desafio de consolidar a cultura, tanto como um componente estável de sistemas de produção de grãos, como na renovação de pastagens degradadas, especialmente sob plantio direto no ambiente dos cerrados.

IA - *Que comparação pode ser feita entre a pesquisa brasileira de arroz e a desenvolvida em países como Japão, China e EUA, que são grandes produtores mundiais desse cereal?*

Beatriz Pinheiro - A pesquisa básica está em um estágio mais avançado nesses países do que no nosso. Mas, no que se refere às tecnologias tradicionais, no âmbito do melhoramento genético e do manejo do cultivo, a lavoura nacional está bem amparada pela pesquisa, o que se reflete nas médias de produtividade nos dois ecossistemas. Quanto às tecnologias de ponta, pode-se fazer uma análise da situação atual: híbridos de arroz, com uma vantagem de 10% a 15% sobre a melhor linhagem, foram criados na China em meados da década de 70 e hoje ocupam 45% da área cultivada nesse país. Acredita-se que a área sob híbridos na Ásia tropical aumente significativamente. No Brasil, apesar das iniciativas na década de 80, a pesquisa pública terminou por abandonar a estra-

tégia, os primeiros híbridos foram recentemente liberados pela iniciativa privada.

Uma forma de aumentar a variabilidade genética é através da hibridização da espécie cultivada com espécies silvestres. Cruzamentos de *O. sativa* com *O. glaberrima*, produziram as linhagens NERICA, de alta rusticidade e bom comportamento sob estresses abióticos na África. Linhagens provenientes de cruzamentos com *O. rufipogon* estão sendo testadas em vários locais na Ásia e na América Latina. O Brasil também vem trabalhando na introgressão de genes de espécies silvestres. Cruzamentos de *O. glumepatula* e *O. sativa* resultaram em linhagens de alto vigor inicial e grande número de panículas, ora em testes de rendimento na Embrapa.

Na Engenharia Genética, avanços consideráveis foram feitos nos países desenvolvidos. Considera-se que o Brasil possui um bom domínio de técnicas e vem, eficientemente, utilizando marcadores moleculares como ferramenta na seleção assistida. Espera-se que sejam produzidas cultivares com resistência estável e piramidação de genes, especialmente para resistência à brusone.

Os protocolos para a transformação de plantas já estão bem estabelecidos e, atualmente, é possível introduzir genes simples que podem seletivamente modificar as características determinantes da produtividade. Como exemplos de caracteres benéficos pode-se citar o gene *stay green*, que afeta a longevidade da copa, os que regulam as enzimas da rota metabólica C4, permitindo aumentar a fotossíntese, e o BT, que codifica para as toxinas do *Bacillus thuringiensis*, resultando em resistência à broca-do-colmo. Outro importante avanço foi a introdução de genes de biosíntese da trehalose, provenientes da bactéria *Escherichia coli*. As plantas transgênicas acumularam trehalose de 3 a 4 vezes mais que no controle e apresentaram maior tolerância à seca e à salinidade.

O sequenciamento do genoma do arroz foi realizado em parceria da pesquisa pública com a privada. A base de dados resultante vai permitir criar uma geração de cultivares com características diferenciadas, dentre as quais a que possui maior valor nutricional. Parceria entre os Centros Internacionais, Sistemas Nacionais de Pesquisa e o setor privado, especialmente na área da Biotecnologia Moderna, deve ser ampliada, para melhorar a nossa capacidade de pesquisa e causar impacto não só sobre a produtividade, mas também sobre a eficiência produtiva do arroz e a qualidade do produto.

IA - Quais os principais pólos de produção desse cereal?

Beatriz Pinheiro - Em contraste com outros países, tanto o ecossistema de várzeas, sob o sistema de cultivo irrigado, quanto o de terras altas, sob o sistema de cultivo de sequeiro, desempenham um importante papel na produção de arroz no Brasil. Além da estabilidade de área, uma característica do sistema de cultivo de arroz irrigado é sua localização em áreas determinadas, que podem ser consideradas pólos de produção. Possui alta concentração na Região Sul do País, sob clima subtropical, que detém cerca de 98% da área total cultivada sob o sistema e 40% da área sob a cultura. Somente o Rio Grande do Sul produz cerca de 6 milhões de toneladas, em área de quase 1 milhão de hectares. Também na Região Sul, encontra-se o segundo maior produtor nacional de arroz irrigado, que é Santa Catarina, com cerca de 120 mil hectares cultivados sob a cultura. Outras áreas ou pólos relevantes sob o sistema de cultivo irrigado estão localizadas sob clima tropical. Os maiores projetos de irrigação localizam-se nos estados de Tocantins, com 60 mil hectares na Bacia do Rio Araguaia, do Mato Grosso do Sul, em área que hoje atinge mais de 40 mil hectares, e em vários estados da Região Nordeste, na Bacia do Rio São Francisco e outros afluentes. Os estados de Mi-

nas Gerais e Rio de Janeiro já foram importantes produtores, especialmente sob o ecossistema de várzeas sem irrigação, ou várzeas úmidas. Contudo, esse sistema, grandemente estimulado na década de 80 sob o Programa Provárzeas, não se consolidou e hoje está quase desaparecido.

O cultivo de sequeiro encontra-se difundido em quase todo o País, caracterizando-se, nos últimos 20 anos, por uma pronunciada dinâmica. Como cultura pioneira, ocupou uma grande área no período de abertura dos cerrados, iniciada no final da década de 60, sendo os estados de Goiás e Maranhão os principais produtores. Contudo, desde o final da década de 80, observa-se progressiva redução da área de sequeiro, que até o final da década de 90, reduziu-se em 50%. Atualmente, o cultivo está mais concentrado nas áreas de menor risco climático, na pré-Amazônia, em especial nos estados do Mato Grosso, Pará e Maranhão.

Felizmente, a dramática redução de área sob o sistema de sequeiro não implicou em redução da produção global, devido ao gradativo aumento da produtividade nos dois ecossistemas.

IA - Quais são as possibilidades de expansão de áreas de cultivo do arroz de terras altas e várzeas no País?

Beatriz Pinheiro - Apesar de existirem no Rio Grande do Sul cerca de 3 milhões de hectares de áreas de várzea já integradas ao sistema de produção, não há uma perspectiva imediata de crescimento da atual área cultivada, que é de cerca de 1 milhão de hectares. Além da existência de um sistema agrícola, com base na exploração arroz-carne, seria difícil intensificar a produção de arroz irrigado, por limitações de abastecimento de água, risco de deterioração ambiental, alta incidência de arroz-vermelho e altos custos de produção. Incorporar de imediato novas áreas em várzeas tropicais, é algo pouco provável, pois acarretaria um investimento muito pesado ao País. Acredita-se, portanto, que

as maiores possibilidades de expansão de área e produção de arroz no Brasil residam no ecossistema de terras altas, em áreas de cerrado de baixo risco climático, nas Regiões Centro-Oeste e Norte do País. Retomar a extensão de área cultivada com arroz de sequeiro, de 3,5 milhões de hectares, no início da década de 90, utilizando estritamente áreas de baixo risco climático, asseguraria uma produtividade média de 3 t/ha. Isto proporcionaria uma produção de 10,5 milhões de toneladas somente neste ecossistema.

IA - O que a Embrapa Arroz e Feijão tem feito para aumentar a competitividade do arroz de terras altas no mercado nacional?

Beatriz Pinheiro - Um grande avanço no melhoramento do arroz para o sistema de cultivo de sequeiro vem da melhoria do grão, não só no que se refere à dimensão e ao formato, que permitem sua classificação como longo-fino, mas também ao que se refere às características do grão, intrínsecas ao amido, que determinam a qualidade industrial e de cocção. As novas cultivares de arroz de terras altas, em especial a 'Primavera', possuem teor de amilose e temperatura de gelatinização intermediários. Estes parâmetros significam que os grãos, ao cozinhar, vão ficar soltos e macios. E que, ao esfriarem e ser reaquecidos para o jantar - um hábito da família brasileira - os grãos manter-se-ão soltos e macios, sem formar grumos ou endurecer. Uma outra vantagem dessas cultivares é que seus grãos podem ser beneficiados logo após a colheita, característica muito desejável em locais onde os estoques não são mantidos de uma safra para a outra.

Esses avanços devem-se a um cuidadoso processo de avaliação para qualidade de grãos, implantado no programa de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão, no início da década de 90. O programa prevê o cuidadoso escrutínio das gerações iniciais, em campo, para as dimensões do grão, usando um escore visual com base

em padrões bem definidos. Desde a geração F4, as amostras são levadas para laboratório, onde a metodologia foi modificada para reduzir substancialmente o tamanho da amostra, e avaliados para temperatura de gelatinização. Nas gerações mais avançadas, são realizadas as medições de teor de amilose e rendimento de engenho.

Deve-se, contudo, destacar que ao comparar produtos derivados dos dois ecossistemas, aquele proveniente do irrigado tende a uma melhor uniformidade, pela menor presença de defeitos agregados, como trincas, gesso, manchas, picados, etc. Nesse ambiente, a água garante um microclima mais controlado, o que resulta em produto mais uniforme.

IA - Qual a importância do zoneamento agroclimático do arroz de terras altas para a agricultura brasileira?

Beatriz Pinheiro - O zoneamento agroclimático do arroz de terras altas é uma importante ferramenta para caracterização do risco climático e um conseqüente norteador das práticas agrícolas para o cultivo. As atividades que permitiram o zoneamento das principais localidades, onde se cultiva o arroz, tiveram início ainda em 1983, no âmbito da parceria da Embrapa com o Irat (atual Cirad), França, na área de Agrometeorologia. O trabalho consiste na caracterização do regime pluviométrico e do balanço hídrico da cultura, considerando as chuvas diárias de uma dada localidade, por período mínimo de 10 anos, a evapotranspiração potencial, a capacidade de armazenamento de água no solo e o coeficiente da cultura para cada fase fenológica. Utilizando o modelo Sarrazon de simulação do balanço hídrico e tendo como variáveis o ciclo da cultivar e a capacidade de armazenamento de água, é possível estimar a probabilidade de risco climático para cada época de plantio. São assim construídos mapas que categorizam o risco climático em alto, médio ou baixo.

Já existem mapas detalhados para os principais Estados produtores, que podem ser utilizados eficientemente para reduzir os riscos de deficiência hídrica, ao definir a época mais apropriada de plantio e o ciclo da cultivar que melhor se ajusta ao regime pluviométrico de uma dada localidade. Estes mapas têm sido utilizados pelo Governo como suporte na determinação das áreas mais indicadas para plantio e na formulação de políticas de incentivos à produção, incluindo o crédito agrícola. Sua eficiência vem sendo comprovada pela consistente redução de pedidos de seguro agrícola, devido a perdas por seca, não só em arroz, mas também em outras culturas como soja, milho e trigo.

IA - O governo brasileiro tem como uma de suas grandes metas o apoio e o incentivo à agricultura familiar. Como a Embrapa Arroz e Feijão pretende trabalhar para atingir este público tão importante para a produção agrícola do País?

Beatriz Pinheiro - De acordo com os mais recentes levantamentos, a agricultura familiar no Brasil envolve 4,14 milhões de estabelecimentos, perfazendo 30% da área total utilizada na agricultura e representando 85% do total dos estabelecimentos rurais. Em termos econômicos, os cultivos de arroz e feijão representaram, em 2001, respectivamente 3,8% e 3,3% do PIB agrícola.

Evidentemente que todos os avanços em C&T que se aplicam ao agronegócio brasileiro do arroz e do feijão, aplicam-se aos segmentos de pequena propriedade e da agricultura familiar organizadas e inseridas no mercado. Contudo, no âmbito dos segmentos menos organizados, que inclui tanto as pequenas propriedades, produzindo de forma deficitária para o autoconsumo, quanto boa parte dos assentamentos, os avanços da C&T não têm um eco imediato, pois dependem de educação, treinamento, acesso a crédito e a mercados,

entre outros fatores propulsores.

Assim, consideramos que um dos fatores mais decisivos para apoiar o segmento seja o estabelecimento de uma efetiva interlocução. Destacam-se, nesse sentido, a implementação de mecanismos de comunicação e articulação, no âmbito regional, bem como a ampliação de eventos de capacitação da assistência técnica, para que esta possa atuar diretamente na educação das comunidades carentes. Outros fatores que fixam e mantêm a população no meio rural são a agregação de valor ao produto e a diversificação da produção, que permitem uma melhor remuneração ao proprietário e ao trabalho na propriedade. A agricultura orgânica e a agroecologia são linhas de pesquisa que estão sendo trabalhadas pela Embrapa e suas parceiras, com um excelente potencial para agregação de valor aos produtos da agricultura familiar. Adicionalmente, a Embrapa pode dar uma decisiva contribuição, apoiando a formulação de políticas públicas para este segmento, como por exemplo, a criação de linhas de crédito especiais para adoção de maquinário de pequeno porte no âmbito de comunidades de agricultores familiares.

Considera-se que a estratégia de criação, em 2002, do Núcleo Temático de Agricultura Familiar da nossa Unidade, já está dando reflexos positivos. Um dos projetos do Núcleo, denominado "Produção de Grãos em Propriedades Familiares de Assentados", está em execução há dois anos, no assentamento Canudos, nos municípios de Palmeiras de Goiás, Campestre e Guapó (GO), apoiado pelo CNPq, foi contemplado com o prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social. Contudo, a agricultura familiar envolvendo arroz e feijão está presente nos vários Estados brasileiros. Assim, temos como grande desafio expandir nossas ações, usando as estratégias e parcerias adequadas para potencializar a obtenção dos resultados e sua eficaz transferência.

■ Por Vânia Lacerda

Aspectos da produção e do mercado de arroz

Carlos Magri Ferreira¹
Patricio Mendez del Villar²

Resumo - Nos últimos anos, o arroz foi praticamente esquecido por vários setores da economia nacional. Dentre as causas que concorreram para isso, podem-se citar: a valorização das *commodities*, a capacidade de o Rio Grande do Sul aumentar a oferta, a facilidade de importação do produto, principalmente, do Mercosul. Avaliando a situação internacional, observa-se que o mercado está ajustado e com nichos bem delimitados, que são disputados pelos países exportadores. No âmbito nacional, observa-se que o arroz de terras altas ganhou competitividade, mas devido a problemas intrínsecos do sistema, como dificuldade de comercialização, não ampliou sua participação no abastecimento interno. O arroz irrigado, principalmente o do Rio Grande do Sul, cada vez mais é responsável pela maior fatia do mercado interno. Com a proposta do Programa Fome Zero, do Governo Federal, esse produto voltou a merecer a atenção. Aqueles Estados e regiões que deixaram de produzi-lo, poderão voltar a cultivá-lo.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Comercialização. *Commodity*. Fome zero.

INTRODUÇÃO

O arroz é produzido em todos os Estados brasileiros. Essa cultura passou por um período de intensas transformações, tanto na área tecnológica, quanto na preferência de padrão pelos consumidores, além de competir com produtos de outros países. Dessa forma, o Brasil, que durante décadas trabalhava com a perspectiva de atingir o mercado internacional, passou a ser o quart o maior importador mundial. Um novo cenário surge com o Programa Fome Zero, principalmente porque, além do possível aumento do consumo, este Programa prioriza a produção dos alimentos em pequenas propriedades, nas próprias regiões de consumo, como forma de ativar a economia local. Como o arroz se encaixa perfeitamente nesses preceitos pode estar surgindo um novo ciclo da cultura. Dian-

te disso, é fundamental avaliar a situação internacional e nacional, para que os segmentos da cadeia produtiva possam situar-se melhor no atual contexto.

PANORAMA INTERNACIONAL

O arroz é uma das fontes alimentícias mais importantes para cerca da metade dos seis bilhões de habitantes no mundo. Ele atende a 21% das necessidades diárias em calorias e 14% em proteínas. É produzido nos cinco continentes, em cerca de 116 países, tanto em regiões tropicais como temperadas. A Ásia é a principal produtora de arroz. Nesse continente concentra-se mais de 90% da produção mundial. Os países que se destacam são: China, Índia e Indonésia (Quadro 1), que respondem, respectivamente, por 30%, 23% e 8% da produção mundial de arroz.

QUADRO 1 - Produção mundial de arroz em casca, em milhão de toneladas – 2001

País	Produção (t)
China	179,3
Índia	136,5
Indonésia	50,0
Bangladesh	38,5
Vietnã	31,9
Tailândia	26,9
Birmânia	21,3
Filipinas	12,9
Japão	11,3
Brasil	10,1
Estados Unidos	9,6
Mundo	595,2

FONTE: FAO (2003).

¹Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: magri@cnpaf.embrapa.br.

²Economista, Ph.D., Pesq. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad). Correio eletrônico: patricio.mendez@cirad.fr.

No ano de 2001, foram produzidas 595 milhões de toneladas de arroz em casca. Os países e exportadores comercializaram 26,7 milhões de toneladas de arroz beneficiado, que corresponde a 6,6% da produção total. Valor pequeno, se comparado com a soja e o trigo, que representam quase 25% e 20%, respectivamente. Em termos financeiros é importante, pois essa cultura movimentou, aproximadamente, sete bilhões de dólares (FAO, 2003).

O mercado mundial do arroz apresenta algumas singularidades em relação aos mercados de outras *commodities*. Os maiores países produtores necessariamente não são os principais exportadores, pois muitos produzem para abastecer o próprio mercado doméstico e exportam só o excedente. Assim, os fluxos do comércio e dos preços mundiais dependem da evolução da produção nos países mais deficitários da Ásia ou das flutuações nos suprimentos internos de países com alto consumo. As políticas para a cultura são basicamente nacionais e, praticamente, não existem, em nível internacional e regional, acordos comerciais para estabilizar os fluxos comerciais e os preços mundiais. Desta falta de regulação resulta uma competição comercial agressiva entre países, que, para apoiar seus produtores e exportadores, usam medidas protecionistas e subsídios. Esses são alguns ingredientes que tornam o mercado flutuante e imprevisível.

PRODUÇÃO MUNDIAL

A produção mundial no período de 1991 a 2001 aumentou cerca de 14%; a área colhida cresceu apenas 0,7%, enquanto a produtividade foi incrementada em 13,3%. Durante esse mesmo período, o consumo mundial aumentou 16,5% e ocorreu uma redução de 12,3% dos estoques, enquanto a quantidade transacionada no comércio internacional passou de 13 milhões de toneladas para 26 milhões de toneladas. De acordo com a projeção de especialistas, o ritmo de crescimento da produção de arroz deve diminuir, pois consideram que, nos próximos dez anos, a produção asiática poderá crescer

somente 1% ao ano. Esta previsão baseia-se na redução das áreas de arroz em alguns países, principalmente naqueles em que o processo de urbanização tem sido alto, na falta de mão-de-obra e de água para as culturas irrigadas. Por outro lado, nos últimos dez anos, a produção de arroz cresceu na América do Sul e na África a uma taxa média de 3,2% e 3,6% ao ano, respectivamente. A previsão para o próximo decênio é a de que a taxa de crescimento não ultrapasse a 2,5% ao ano, pois a expectativa é de que não ocorram novos ganhos de rendimentos.

COMÉRCIO EXTERNO

Nos grandes países asiáticos, a produção de arroz é suficiente para atender ao consumo doméstico. Países como China e Indonésia exercem grande influência no comportamento do mercado mundial, haja vista que são grandes produtores e possuem alto nível populacional. Assim, em anos de produção deficitária são obrigados a importar arroz e em anos de excedentes eles ofertam o produto. Dessa forma, os preços no mercado mundial têm uma estreita relação com a produção desses países.

A oferta de arroz é dominada por poucos países. Os principais exportadores desse produto são Tailândia, Vietnã, Estados Unidos e Paquistão. Eles comercializam quase 70% do volume total do comércio mundial de arroz (Quadro 2). Estes países

competem duramente entre si para conquistar novos mercados. Nos últimos 25 anos o volume do comércio mundial de arroz apresentou um crescimento médio anual de 3,5%.

PANORAMA NACIONAL

O arroz tem importância econômica e social no Brasil, que é grande produtor e ocupa a décima posição em produção no mundo e, a primeira, fora dos países asiáticos. Além disso, é uma cultura cultivada em todos os Estados brasileiros, mas a produção nacional está concentrada, principalmente, nas regiões Centro-Oeste e Sul. Na década de 90, a Centro-Oeste produziu, em média, 15% da produção nacional, com destaque para o estado de Mato Grosso que respondeu por, aproximadamente, 9,0% da produção total. Os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina são os maiores produtores de arroz irrigado, com uma média de, respectivamente, 44% e 6,8% da produção nacional naquele período (Quadro 3).

Apesar de a produção de arroz e estar pulverizada no Brasil pode-se dividi-la em três pólos, ou seja, o primeiro é a Região Sul, com destaque para o estado do Rio Grande do Sul; o segundo é a Região Central, abrangendo os estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso; o terceiro é a Região Nordeste, abrangendo o estado do Maranhão, que além da importância histórica na produção, na década

QUADRO 2 - Comércio mundial de arroz, em milhão de toneladas – 2001

Exportação		Importação	
País	Quantidade (t)	País	Quantidade (t)
Tailândia	7,5	Nigéria	1,6
Vietnã	3,5	Indonésia	1,5
Estados Unidos	2,6	Iraque	1,2
Paquistão	2,4	Costa do Marfim	1,1
China	2,0	Irã	1,0
Mundo	23,7	Filipinas	0,9

FONTE: FAO (2003).

QUADRO 3 - Produção e participação média dos Estados em relação à produção total de arroz no Brasil, no período 1991-2001

Ordem	Estado	Produção		Ordem	Estado	Área	
		t (1.000)	%			t (1.000)	%
1	RS	4.538,6	44,1	1	RS	908,1	22,2
2	MT	929,6	9,0	2	MA	665,9	16,3
3	MA	778,1	7,6	3	MT	493,8	12,1
4	SC	696,8	6,8	4	MG	334,2	8,2
5	MG	596,4	5,8	5	GO	244,8	6,0
6	GO	372,1	3,6	6	PI	229,5	5,6
7	TO	363,7	3,5	7	PA	225,8	5,5
8	PA	320,3	3,1	8	TO	160,0	3,9
9	PI	270,5	2,6	9	SC	143,3	3,5
10	MS	229,1	2,2	10	SP	119,3	2,9
11	SP	227,6	2,2	11	RO	118,6	2,9
12	RO	197,5	1,9	12	PR	105,8	2,6
13	PR	195,9	1,9	13	MS	91,2	2,2
14	CE	170,3	1,7	14	CE	70,0	1,7
15	BA	87,7	0,9	15	BA	59,2	1,4
16	ES	62,9	0,6	16	AC	28,1	0,7
17	RJ	42,8	0,4	17	ES	20,6	0,5
18	AC	40,3	0,4	18	RJ	13,3	0,3
19	RR	39,1	0,4	19	RR	12,7	0,3
20	SE	35,9	0,3	20	SE	9,6	0,2
21	AL	31,1	0,3	21	PB	8,2	0,2
22	PE	19,2	0,2	22	AL	8,2	0,2
23	PB	13,8	0,1	23	AM	7,3	0,2
24	AM	13,0	0,1	24	PE	4,8	0,1
25	RN	3,3	0,0	25	DF	2,5	0,1
26	DF	2,8	0,0	26	RN	2,3	0,1
27	AP	0,5	0,0	27	AP	0,6	0,0

FONTE: LSPA (2002).

de 90 foi o terceiro maior produtor deste cereal. A orizicultura nesse Estado tem características singulares como forte autoabastecimento na própria região de produção. Del Villar et al. (2001) estimaram-no em 30%. De acordo com estes autores, 52% da produção do arroz do Maranhão é oriunda de lavouras com baixa utilização de tecnologia.

No final da década de 60, cerca de 80% do arroz produzido no Brasil originava-se do sistema de terras altas, áreas não irrigadas. Em meados da década de 70, a quantidade produzida neste sistema caiu para, aproximadamente, 75% da produção nacional. Desse montante, a metade era produzida nos estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo. O arroz

irrigado era produzido no Rio Grande do Sul, em algumas áreas em Santa Catarina, no Vale do Paraíba em São Paulo e no estado de Goiás. No início dos anos 80, a relação entre a produção de sequeiro e a de irrigado era de 1 : 3. Visualiza-se, no Quadro 4, o aumento da participação do arroz irrigado nos quinquênios 1986/1990, 1991/1995 e 1996/2000.

No Quadro 5, observa-se que a taxa de crescimento da produção do arroz irrigado, na década de 90, foi de 1,2%, sendo a principal causa o crescimento da produtividade que foi de 1,6%, já que a área decresceu 0,5%. No mesmo período, a produção de arroz de várzea apresentou uma queda de 11,6% e, devido à redução da área de 11,7%, a produtividade praticamente manteve-se estável (0,1%). A produção do arroz de terras altas ficou estável (0,13%), enquanto a área decresceu 4,6% e a produtividade aumentou 4,5%. Portanto, a área plantada no Brasil apresentou tendência de redução, enquanto na produção e na produtividade a tendência foi de crescimento. Nota-se ainda, que a produtividade do arroz irrigado apresentou pequena variação positiva, enquanto a taxa do arroz de terras altas foi bem maior.

No Gráfico 1, apresenta-se a produtividade média de arroz no Brasil, nos últimos 50 anos. Pode-se observar que esta produtividade manteve-se praticamente constante no período de 1940 a 1970. Daí, inicia-se uma tendência de aumento, que se acentua a partir do início da década de 80.

Pode ser visto, no Gráfico 2, o comportamento do preço a partir de 1970. Observa-se que, no período de 1970 a 1975, ocorreram variações nos preços, mas o arroz de terras altas continuou com o preço mais alto. Em 1975, ocorreu uma inversão, mas o domínio do arroz irrigado começou a vigorar a partir de 1980. Este comportamento pode ser justificado pela introdução de novas cultivares de arroz irrigado e pela mudança de preferência dos consumidores. A consequência foi que muitas regiões e produtores que não apresentavam vantagens compa-

QUADRO 4 - Relação percentual da participação do arroz irrigado e de terras altas na produção total do Brasil nos quinquênios 1986/1990, 1991/1995 e 1996/2000

Período	Arroz irrigado		Arroz de terras altas	
	Área (ha)	Produção (%)	Área (ha)	Produção (%)
Média 1986/1990	22,1	51,9	77,9	48,1
Média 1991/1995	28,4	58,5	71,6	41,5
Média 1996/2000	34,6	61,2	65,4	38,8

FONTE: LSPA (1986 a 2000).

QUADRO 5 - Taxa média de crescimento anual da área, produção e rendimento do arroz de sequeiro, irrigado e de várzea, no Brasil, no período entre 1991 e 2001

Arroz	Taxa média de crescimento anual (%), com base em regressão econométrica		
	Área	Produção	Produtividade
Irrigado	-0,5	1,2	1,6
Várzea	-11,7	-11,6	0,1
Sequeiro	-4,6	0,1	4,5
Total	-3,0	0,5	3,6

FONTE: LSPA (1991 a 2001).

rativas para produzir o arroz, abandonaram ou reduziram o plantio, ou seja, não tinham condições de competir com preço e qualidade, assim, substituíram o arroz por outras culturas. Por ex emplo, podem-se citar os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e outros. No período de 1994 a 1998, ocorreu uma redução entre o diferencial de preço. Nos anos de 1990 e 1991, o arroz irrigado volta a ser mais valorizado, mas a partir de 1992 o arroz de terras altas inicia um período de recuperação, tendência que vem-se mantendo.

As mudanças tecnológicas ocorridas na cultura do arroz na última década e suas conseqüências foram discutidas e percebidas somente por alguns segmentos da cadeia produtiva. Ressalta-se que nesse processo ocorreu uma ligeira mudança do perfil do produtor de arroz de terras altas, principalmente no estado do Mato Grosso e que o nível de exigência do consumidor foi fundamental na determinação dos rumos do processo produtivo. Outro com-

ADQUIRA MUDAS DE QUEM PRODUZ QUALIDADE

**A EPAMIG COLOCA NO MERCADO
OS SEGUINTE MATERIAIS:**

PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA
RR 101-14 / 1103 P / 420 A / TRAVIÚ
IAC 572 'JALES' / IAC 313 'TROPICAL'
IAC 766 'CAMPINAS'

**MUDAS DE PÊSSEGO, NECTARINA,
AMORA-PRETA, AMEIXA, MARMELO
E PÊRA**

EPAMIG - Centro Tecnológico do Sul de Minas
FAZENDA EXPERIMENTAL DE CALDAS
AV. SANTA CRUZ, 500 CP 33
CEP: 37780-000 - CALDAS - MG
TELEFAX: (35) 3735-1101
e-mail: epamig@epamigcaldas.gov.br





ponente importante foi a mudança do papel do governo, que era o maior comprador e vendedor de arroz. Também é relevante mencionar que o governo não estimulava a qualidade, ou seja, não havia estímulo para que se produzisse com qualidade. O maior interesse era estimular grandes volumes de produção.

A conjunção de outros fatores políticos também influenciou nas significativas transformações no agronegócio do arroz brasileiro. Dentre outras variáveis citam-se: o movimento de globalização, a política econômica nacional que promoveu a abertura comercial por meio da redução de tarifas, desburocratização dos processos de compra e venda internacionais e da desregulamentação do mercado, além da integração ao Mercosul.

As médias de produção e consumo de arroz no Brasil, nos últimos dez anos, foram, respectivamente, 10,3 milhões e 11,6 milhões de toneladas. O déficit médio foi de 1,3 milhão de toneladas (Gráfico 3). Portanto, entre 1992 e 2001, cerca de 10,6% da demanda interna foi complementada com produto importado. Nesse período, o ano com menor participação de arroz importado foi 2001 (6,1%) e o maior foi 1998 (19,6%). A necessidade de importação certamente não ocorre por falta de competitividade do produto nacional, pois, de acordo com Gasquez e Villa Verde (1998), o arroz nacional, beneficiado, colocado em São Paulo custa US\$ 17,87 a saca de 60 kg e o importado chega a US\$ 18,38 a saca de 60 kg. O arroz uruguaio e o argentino são colocados naquele mercado com um preço em média 5% superior ao nacional.

Este quadro de defasagem entre a oferta e a demanda pode-se agravar, caso ocorra um aumento de consumo em virtude do Programa Fome Zero, em que o governo assume o compromisso de assegurar o direito humano à alimentação. Algumas ações prioritárias previstas para alcançar esse objetivo são: reforma agrária, fortalecimento da agricultura familiar; criação de um banco de alimentos; Programa Cartão-Alimentação; alimentação escolar; restaurantes populares; educação alimentar; compra direta de

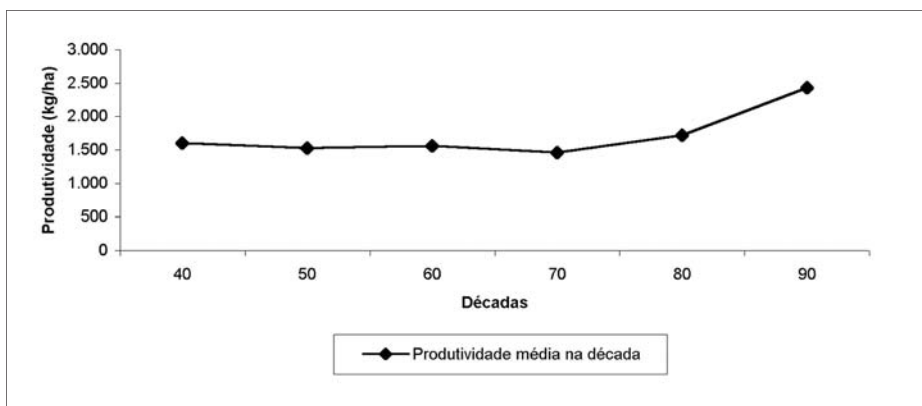


Gráfico 1 - Produtividade do arroz no Brasil, nas décadas de 40 a 90, em kg/ha

FONTE: Embrapa Arroz e Feijão (2003).

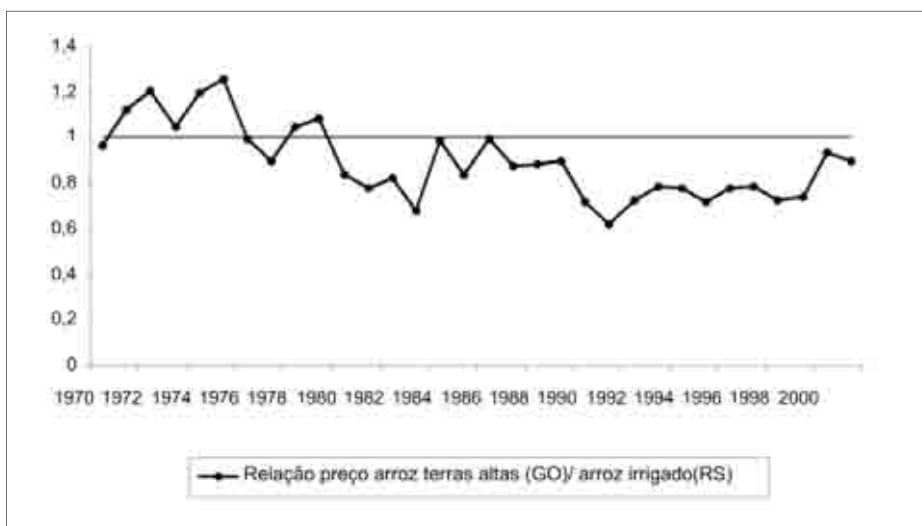


Gráfico 2 - Relação entre o preço pago aos produtores de arroz de terras altas no estado de Goiás e o preço pago aos produtores de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul, no período 1970 - 2001

FONTE: Embrapa Arroz e Feijão (2003).

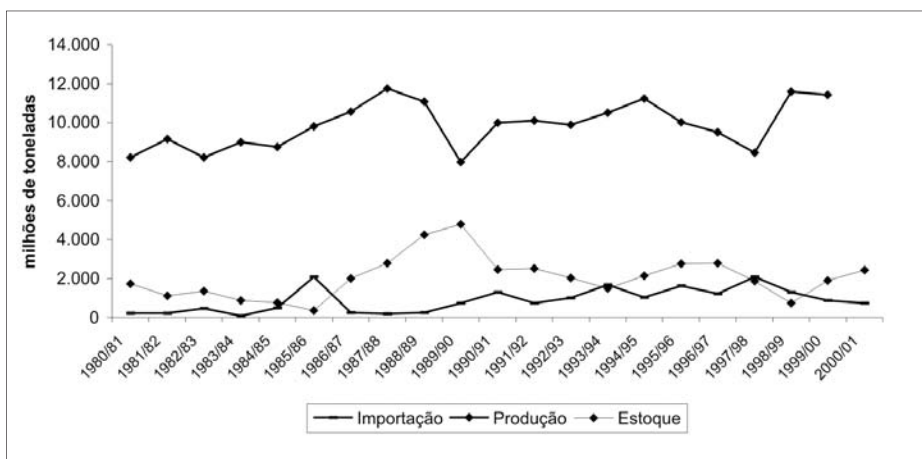


Gráfico 3 - Quantidade produzida, importada e estocada anualmente, no período 1980 - 2001

FONTE: Embrapa Arroz e Feijão (2003).

agricultores familiares para formação de estoques estratégicos de alimentos; cestas básicas emergenciais. Nota-se que o arroz é um produto amplamente adaptado no bojo dessas ações. Assim, caso o Programa se efetive, o consumo desse produto deve crescer, bem como deve surgir a necessidade de ele voltar a ser produzido em maior quantidade em todas as regiões.

O agronegócio e o arroz na economia nacional

No período de 1994 a 2001, observa-se que a participação média do agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro foi de cerca de 30,5%, enquanto o PIB da agricultura foi de 21,5% e da pecuária 9%. Portanto, o agronegócio respondeu por cerca de um terço da economia nacional (Quadro 6). A importância do agronegócio não se resume na participação efetiva do setor na economia, mas no poder que possui para alavancar outros setores. Essa aptidão foi verificada por Portugal e Alves (2002). Esses autores utilizaram um modelo para determinar a influência do PIB agrícola sobre a variação do PIB não agrícola em 5.434 municípios brasileiros. Chegaram a dois resultados: o primeiro foi que, em 609 municípios, não havia um bom ajuste que explicasse a causalidade entre os PIBs desses setores. Neste caso, concluíram que a agricultura é pouco importante em relação aos setores urbanos. No segundo caso, nos 4.825 municípios restantes, onde residiam 69,8 milhões de pessoas, o PIB agrícola teve grande poder de explicação da variação do PIB não agrícola. Foram encontradas relações mostrando que um incremento de 10% no PIB agrícola trazia reflexos positivos de 9% do PIB dos setores industrial e de serviços.

Políticas macroeconômicas marginalizaram determinados setores e produtos. Exemplo disso foi a produção de alimentos básicos, como o arroz, que, apesar de sua importância, não recebeu o mesmo tratamento de outros produtos. A produção de produtos básicos foi negligenciada em detrimento de produtos agrícolas com maior

possibilidade de exportação. No Quadro 7, observam-se os resultados dessa política.

Apesar dessa forte concorrência de lavouras mais voltadas para o mercado externo, a rizicultura continua numa posição de

destaque no agronegócio brasileiro. No período de 1990 a 2002, ela respondeu por 6,88% da renda agrícola total, sendo o sexto produto em renda, ficando atrás da soja (18,47%), cana-de-açúcar (13,94%), milho (13,68%), laranja (7,67%), café (7,38%).

No Quadro 8, observa-se que o arroz tem um papel de destaque no agronegócio, ou seja, de 1994 a 2001 apresentou um PIB médio de 5,2 milhões de reais, o que representa cerca de 0,49% do PIB nacional. Observa-se ainda que sua participação relativa está diminuindo. Esses dados foram calculados com base na informação da Associação Brasileira de Agribusiness (2002), de que do total do PIB agrícola cerca de 30% é gerado dentro da porteira, 66% depois da porteira e 4% correspondem a gastos com bens e serviços. Assim, no caso do arroz e do feijão, que agregam pouco valor, os dados podem estar superdimensionados, enquanto os da soja, produto bastante processado e que se desdobra em vários

QUADRO 6 - Participação do PIB do agronegócio, da agricultura e da pecuária no PIB nacional de 1994 a 2001

Ano	Participação do PIB em relação ao PIB nacional		
	Agro-negócio	Agricultura	Pecuária
1994	33	24	9
1995	32	23	9
1996	31	22	9
1997	30	21	9
1998	30	21	9
1999	30	21	9
2000	29	20	9
2001	29	20	9

FONTE: Furtuoso e Guilhoto (2002), IPEA (2002).

QUADRO 7 - Crescimento percentual da renda agrícola no Brasil, no período 1994 - 2001

Produtos							Total
Milho	Arroz	Laranja	Café	Cana-de-açúcar	Soja	Feijão	
-1,34	-1,58	-1,86	-3,80	1,23	6,05	-0,50	0,03

FONTE: LSPA (1990 a 2001), Fundação Getúlio Vargas (1990-2001).

QUADRO 8 - PIB nacional, PIB agrícola, PIB da agricultura, PIB do arroz, PIB do feijão e PIB da soja em relação ao PIB nacional

Ano	PIB (milhões de Reais)						Participação % em relação ao PIB total		
	Total	Agrícola	Agricultura	Arroz	Feijão	Soja	Arroz	Feijão	Soja
1994	1.002	329	77,9	5,2	4.5	10.7	0,52	0,46	1,07
1995	1.044	338	78,3	7,7	5.0	10.0	0,74	0,48	0,96
1996	1.072	333	74,4	5.8	4.3	12.3	0,55	0,41	1,15
1997	1.107	330	71,5	5,8	4.4	14.0	0,53	0,40	1,26
1998	1.109	332	71,2	4,9	5.4	11.1	0,45	0,49	1,00
1999	1.118	338	72,0	4,8	3.6	10.2	0,44	0,32	0,91
2000	1.167	338	67,7	3,9	3.3	11.9	0,34	0,29	1,03
2001	1.184	344	69,3	3,8	3.3	14.0	0,32	0,28	1,19

FONTE: Furtuoso e Guilhoto (2002), LSPA (1990 a 2001), Fundação Getúlio Vargas (1990 - 2001), Associação Brasileira de Agribusiness (2002).

outros, podem estar subdimensionados. Com certeza, parte do arroz não está contabilizada nas estatísticas oficiais e, conseqüentemente, os dados apresentados no Quadro 8 devem ser considerados aproximados.

PANORAMA EM MINAS GERAIS

Minas Gerais é o quarto Estado em área, o quinto em produção e responde, respectivamente, por 8,2% e 5,8% em termos de país. Visualiza-se no Gráfico 4 que a área plantada em Minas Gerais está decrescendo. A rizicultura irrigada em áreas de várzeas neste Estado, devido aos vários problemas enfrentados, foi drasticamente reduzida e o arroz de terras altas não se mostrou rentável como outras culturas. Portanto, Minas Gerais, apesar de sua tradição na produção de arroz e de sua proximidade geográfica dos mercados consumidores, deixou de ser um importante centro no abastecimento interno deste cereal.

Nas Figuras 1 e 2 visualiza-se a situação dos municípios mineiros em relação à área plantada em 1990 e em 2000. Observa-se que

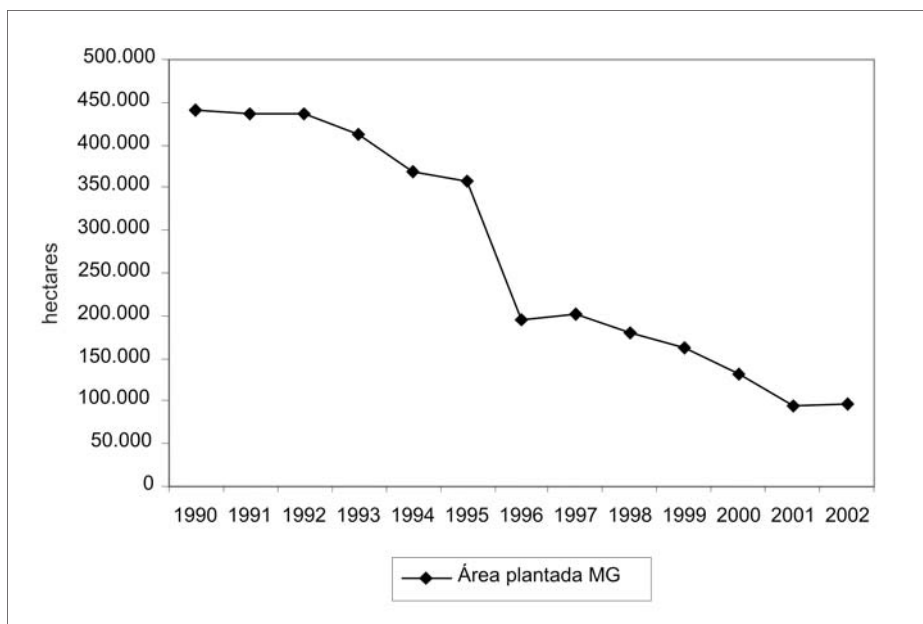


Gráfico 4 - Evolução da área plantada, em hectares, em Minas Gerais, no período 1990 - 2001

FONTE: LSPA (1990 a 2001).

a rizicultura deixou de ser uma atividade agrícola importante, já que a área cultivada decresceu de forma expressiva. Os municípios que cultivam as maiores áreas continuam sendo os da região de Paracatu e

Unai e alguns municípios no Triângulo Mineiro, próximos a Uberlândia, onde existe uma concentração de agroindústria de arroz, que, hoje, opera basicamente com produto do Sul do País e de Mato Grosso.

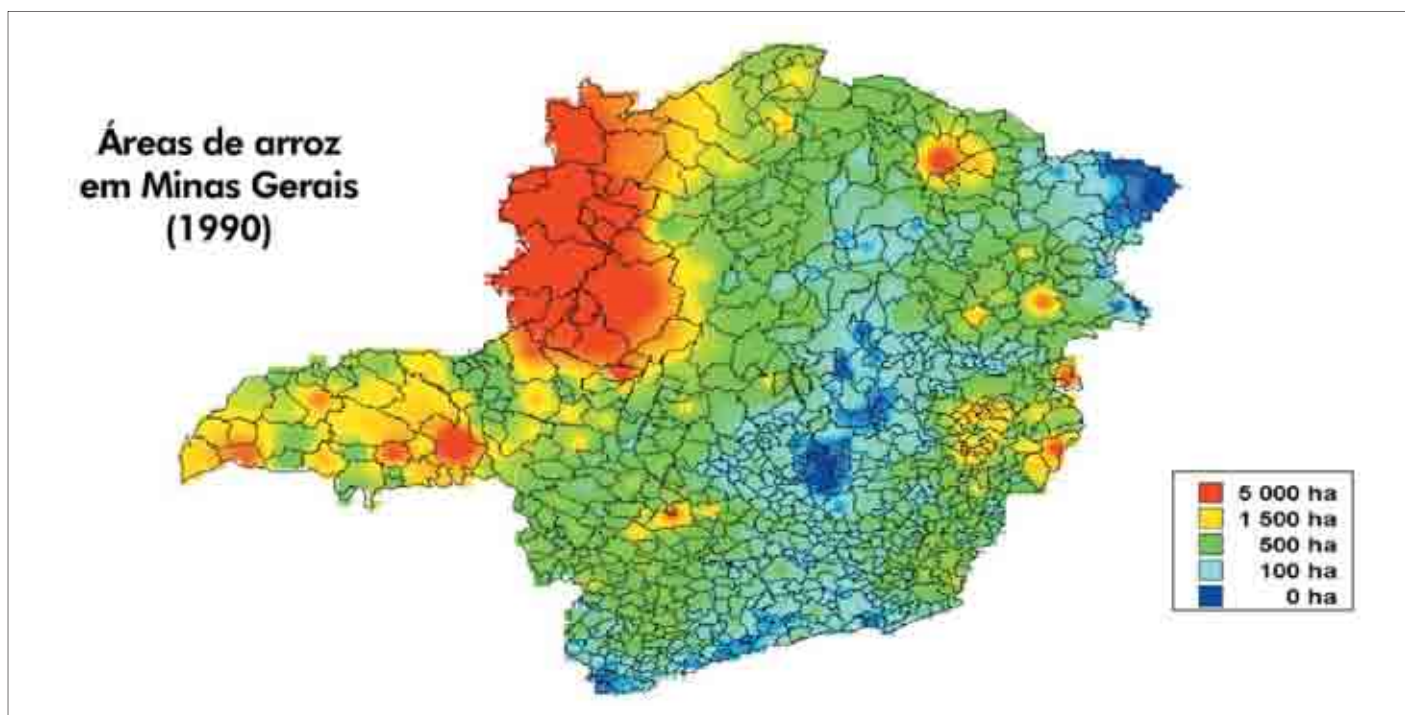


Figura 1 - Áreas de arroz em Minas Gerais em 1990

FONTE: LSPA (1990).

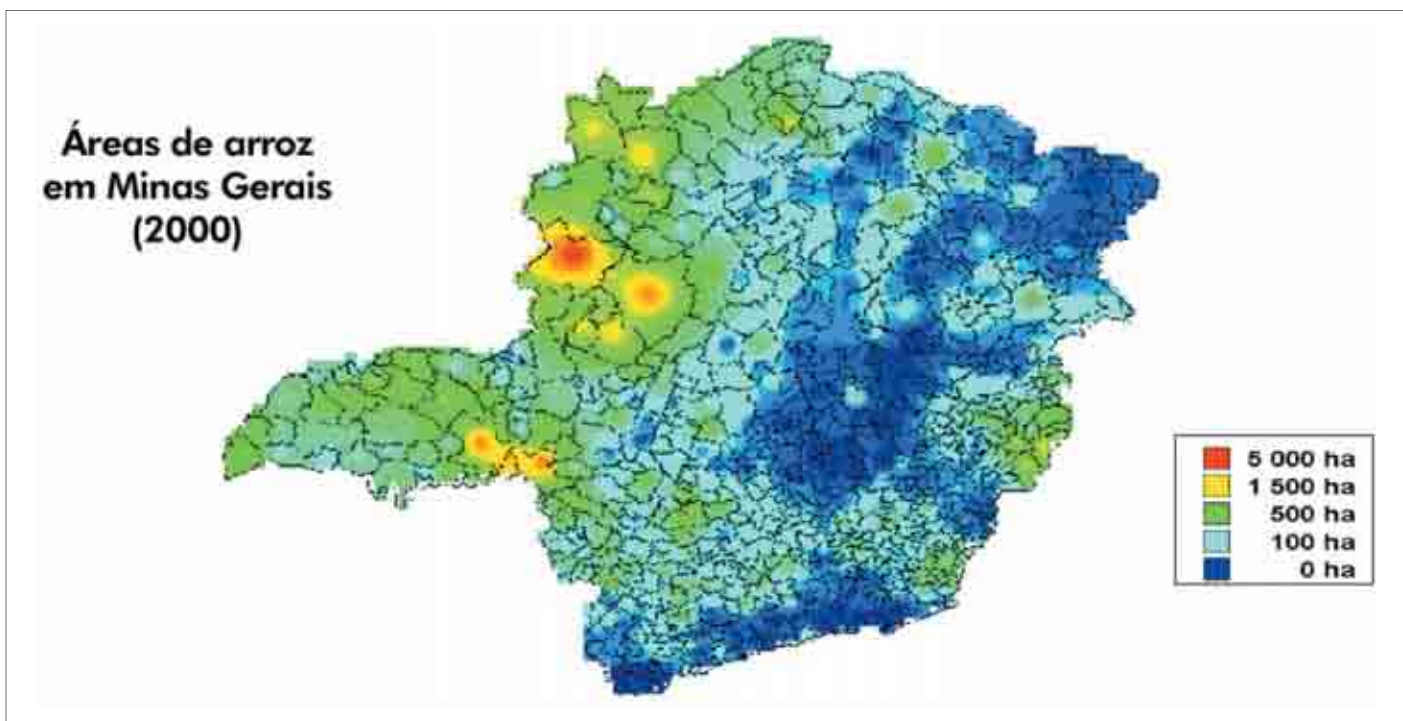


Figura 2 - Áreas de arroz em Minas Gerais em 2000

FONTE: LSPA (2000).

Tendo em vista que o Estado possui cerca de 18,4 milhões de habitantes e um consumo médio de arroz de 75 kg/habitante/ano, seriam necessárias 1.375,7 mil toneladas por ano, base casca, para abastecer sua população. Considerando que na safra 2001 foram produzidas 177,3 mil toneladas, verifica-se que nesse ano o Estado foi deficitário em cerca de 1.194,4 milhão de toneladas/ano. Portanto, se a produtividade média nos últimos cinco anos foi de 2.919 kg/ha, seriam necessários cultivar mais 409,1 mil ha para atingir a auto-suficiência.

CONCLUSÃO

O abastecimento do mercado interno de arroz no Brasil está polarizado na produção do Rio Grande do Sul e de Mato Grosso. O Maranhão é um grande produtor mas, a exemplo de outras regiões, sua produção destina-se, basicamente, ao mercado local. Apesar da melhoria da tecnologia e do aumento da competitividade, o arroz de terras altas não conseguiu superar o rendimento que outras culturas oferecem aos

produtores. O País continua dependendo da importação para complementar o abastecimento e recebe arroz principalmente do Mercosul. O quadro de dificuldade do arroz é visível no estado de Minas Gerais, que deixou de ser Estado produtor para ser importador. Os novos tempos sugerem a possibilidade e até mesmo a necessidade que antigas regiões produtoras voltem a desenvolver essa atividade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGRIBUSINESS. **Agribusiness brasileiro: a história**. São Paulo, 2002. 225p.

DEL VILLAR, P.M.; DUCOS, A.; FERREIRA, N.L.S.; PEREIRA, J.A. **A cadeia produtiva do arroz no Maranhão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz Feijão, 2001. 73p.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Produção de grão no Brasil**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia>>. Acesso em: 7 maio 2003.

FAO. **Agricultural production**. Disponível em: <<http://fao.org>>. Acesso em: 7 maio 2003.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Preços recebidos pelos produtores**. Rio de Janeiro, 1990-2001.

FURTUOSO, M.C.O.; GUILHOTO, J.J.M. **PIB do agronegócio brasileiro confirma dinamismo do setor**. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 25 ago. 2002.

GASQUEZ, J.G.; VILLA VERDE, C.M. Grãos. In: _____; _____; TOMICH, F.A.; DE NEGRI, J.A.; MAGALHÃES, L.C.G.; SOARES, R.P. **Competitividade de grãos e de cadeias selecionadas do agribusiness**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998. p.7-18 (IPEA. Textos para Discussão, 538).

IPEA. **PIB (preço 2001) valor em real**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: ago. 2002.

LSPA. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE. Foram consultados os anos de 1986 a 2002.

PORTUGAL, A.D.; ALVES, E. O impacto da agricultura nos setores indústria e serviços em nível de municípios. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.11, n.5, p.9-20, 2002.

Mais um Canal entre as Pesquisas da Embrapa e Você.



O **Dia de Campo na TV** já faz parte das manhãs de sexta-feira de quem toca a vida no campo. Em seu **sexto ano**, o programa está cheio de alternativas para o desenvolvimento do agronegócio nacional. São estudantes, pesquisadores, extensionistas e produtores rurais que assistem e participam ao vivo, interagindo com os convidados por telefone, fax ou e-mail. É assim, direto do seu estúdio, que a Embrapa leva até você as novidades da tecnologia do campo.

Para saber as datas em que os programas serão transmitidos, acesse: www.sct.embrapa.br



SINTONIZE SUA PARABÓLICA

Recepção multiaberta: banda C -

Transponder 6A2 - Polarização Horizontal

Frequência 3930 Mhz

Antena doméstica: banda L -

Frequência 1220 Mhz

Canal Rural: Sky e Net

Os programas vão ao ar todas sextas-feiras no mesmo horário, das 9h às 10h da manhã (hora de Brasília).

COMO PARTICIPAR

0800 701 11 40 (ligação gratuita)

Fax: (61) 273.8949

E-mail: diacampo@sct.embrapa.br

Dia de Campo na TV

Embrapa
Um Brasil que dá gosto

Ministerio da Agricultura,
Pecuaria e Abastecimento

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS

Melhoramento genético de arroz em Minas Gerais

Antônio Alves Soares¹

Plínio César Soares²

Emílio da Maia de Castro³

Orlando Peixoto de Morais⁴

Paulo Hideo Nakano Rangel⁵

Moisés de Sousa Reis⁶

Resumo - A pesquisa na área de melhoramento genético de arroz no Brasil e em Minas Gerais tomou impulso a partir de meados da década de 70, quando foram criadas a Embrapa e diversas empresas estaduais de pesquisa, dentre elas a EPAMIG. Destacam-se como resultados de pesquisa o lançamento de 85 cultivares até 1997, que revolucionaram a orizicultura no País, e a obtenção de cultivares de terras altas de grãos agulhinhas (longo-fino), tornando esse sistema de cultivo competitivo com o de várzea. Ganhos genéticos foram obtidos em Minas Gerais desde a década de 70. Para o arroz de terras altas, o ganho médio anual foi de 1,26% para materiais do grupo precoce e 3,37% para os de ciclo médio; para o arroz de várzea, o ganho médio foi de 0,98%. Em Minas Gerais, foram recomendadas para plantio comercial 25 novas cultivares, as quais deram sustentação à orizicultura mineira. Apesar dos grandes avanços obtidos, acréscimos no potencial de produção de grãos estão cada vez menores, sobretudo para o arroz irrigado. Por isso, os programas de melhoramento de arroz vêm adotando novas estratégias, e uma delas é o uso da seleção recorrente como alternativa mais adequada para elevar o atual nível de produtividade das futuras cultivares.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Cultivares. Ganho genético. Seleção recorrente.

INTRODUÇÃO

O arroz é o produto agrícola mais importante do mundo, não só em valor de produção, mas principalmente por se constituir no principal alimento do homem. A produção mundial é de, aproximadamente, 600 milhões de toneladas anuais (AGRIANUAL, 2003). Dessas, 85% são destinados ao consumo humano. Por ser um dos cereais mais antigos utilizados pelo homem, sofre um

processo gradual de melhoramento, ainda que de maneira empírica e pouco consciente.

Durante séculos, a produtividade do arroz ficou estagnada em 1,0 a 1,5 t/ha, na maioria dos países asiáticos, até o final de 1950. Somente no Japão, ocorreram aumentos graduais de produção de mais ou menos 1,3 t/ha, no ano 900 a.C., para 2,5 t/ha no final do século XIX. Esses aumentos

deveram-se à expansão da área irrigada e ao melhor manejo da irrigação (SW AMI-NATHAN, 1984). Este autor relata, ainda, que países como a Indonésia e as Filipinas aumentaram mais a produção e a produtividade durante as décadas de 60 e 70, do que nos 7 mil anos que os precederam, e de importadores passaram a exportadores. Que transformação aconteceu? Sem dúvida, foi o desenvolvimento de cultivares de

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. UFLA-Dep^o Agricultura, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: aasoares@ufla.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTZM, Caixa Postal 216, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: plinio@epamig.ufv.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: emilio@cnpaf.embrapa.br

⁴Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: peixoto@cnpaf.embrapa.br

⁵Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: phrangel@cnpaf.embrapa.br

⁶Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: moizes@epamig.ufla.br

alto potencial produtivo, associado ao melhor manejo do solo e da água e à fertilização das plantas. O resultado foi uma elevação na produção de grãos de arroz na maioria dos países, a qual excedeu a 5% ao ano. A chave genética para esses avanços foi o desenvolvimento de cultivares semi-anãs altamente produtivas do grupo indica. A cultivar indica tradicional era alta, frondosa, mas de baixo potencial genético para produção de grãos.

IMPACTO DO MELHORAMENTO DE ARROZ PARA A REVOLUÇÃO VERDE

A maior contribuição da genética para o aumento da produção de grãos em arroz nos anos recentes foi o descobrimento do alelo recessivo para porte baixo, presente nas cultivares chinesas *Dee-geo-woo-gen* e *I-geo-tze*. Elas são as únicas cujo nanismo não afeta as panículas e nem as espiguetas. O alelo da *Dee-geo-woo-gen* para nanismo introduziu-se em um grande número de cultivares e linhagens índicas melhoradas e, mais recentemente, nas japônicas. A origem precisa da *Dee-geo-woo-gen* é desconhecida, embora ela tenha sido cultivada pelos agricultores Taiwanenses, antes de 1951 (JENNINGS et al., 1981).

Em 1949, *Dee-geo-woo-gen*, uma cultivar indica semi-anã, que perfilha intensamente, foi cruzada com *Tsai-yuan-chung*, uma cultivar de porte alto e resistente a doenças. Desse cruzamento, foi selecionada e lançada, em 1956, a cultivar *Taichung Native 1* (TN1). A 'TN1' respondia a altos níveis de N e produzia 6 t/ha em média com recordes de 8,1 t/ha. Dessa forma, ela foi considerada a primeira cultivar indica de alta produtividade e seu desenvolvimento é considerado um dos mais significativos na história do melhoramento do arroz. Essa cultivar demonstrou que o aumento do potencial de rendimento do arroz indica podia ser obtido pelo melhoramento dentro das índicas. Assim, ela apontou o caminho para o melhoramento do arroz tropical (DE DATTA, 1981, YOSHIDA, 1981).

Em 1960, foi criado o *International Rice Research Institute* (IRRI), pelas Fundações Ford e Rockefeller, em cooperação com o governo Filipino. Em 1962, os melhoristas do IRRI cruzaram a *Dee-geo-woo-gen* com a *Peta*, uma cultivar alta de elevado perfilhamento. Desse cruzamento, foi selecionada e lançada, em 1966, a cultivar IR8, a qual possui folhas eretas, alto perfilhamento, insensibilidade ao fotoperíodo, porte baixo (semi-anã), colmos rígidos, responde bem ao N e produz em torno de 6 t/ha na estação úmida e 9 t/ha na estação seca e, ocasionalmente, excede a 10 t/ha. A 'IR8' é considerada a primeira cultivar de arroz indica altamente produtiva adaptada a climas tropicais. Seu impacto foi elegantemente descrito como: arroz-anão – um gigante na Ásia Tropical. Tornou-se conhecida como “o arroz milagroso” (YOSHIDA, 1981).

A rápida difusão da 'IR8' e de outras cultivares que a sucederam na Ásia e em outros continentes promoveu o que se denomina Revolução Verde; e o arroz passou a chegar mais fartamente e com menor custo à mesa do consumidor. O resultado mais fantástico desse esforço do melhoramento genético foi o de que a produção mundial de arroz duplicou de 257 milhões de toneladas, em 1965, para 520 milhões de toneladas, em 1990. Em 2003, levantamentos preliminares indicam uma produção mundial próxima de 600 milhões de toneladas. Certamente, o melhoramento genético deu a maior contribuição para esse aumento espetacular da produção de arroz.

No Brasil, a primeira cultivar semi-anã do grupo moderno introduzida no final da década de 60 foi a 'IR8' que, com outras que a sucederam, contribuiu para o salto de produtividade de arroz irrigado, que hoje se conhece.

MELHORAMENTO GENÉTICO DE ARROZ NO BRASIL E EM MINAS GERAIS

Programas oficiais de melhoramento genético da cultura do arroz no Brasil somente iniciaram-se em 1937, no Instituto

Agrônomo de Campinas (IAC), em São Paulo e, em 1938, no Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), no Rio Grande do Sul. O IAC sempre priorizou em suas atividades o arroz de sequeiro, hoje denominado arroz de terras altas, enquanto o IRGA dedicou-se com exclusividade ao arroz irrigado por inundação contínua em várzeas. Inicialmente, ambos os institutos adotaram a estratégia de selecionar, entre as cultivares ou linhagens até então disponíveis no País ou introduzidas do exterior, as que melhor prestavam-se ao cultivo nas condições locais de São Paulo e do Rio Grande do Sul, respectivamente. O Ministério da Agricultura, através da sua antiga rede de institutos de pesquisa agropecuária, pertencentes ao extinto Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (DNPEA), também contribuiu relevantemente para o melhoramento do arroz no País. O ex-Instituto Agrônomo de Minas Gerais também desenvolveu programas importantes de seleção nas cultivares tradicionais então existentes em Minas Gerais, contribuindo para a melhoria da qualidade das sementes de arroz utilizadas no Estado (MORAIS; RANGEL, 1997).

Em 1973, foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em substituição ao DNPEA e, em 1974, foi instituído o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), hoje Embrapa Arroz e Feijão, que começou os trabalhos com arroz em 1976. Os dois primeiros anos do CNPAP foram dedicados a coletas nacionais e internacionais de germoplasma e, a partir daí, foram realizados os primeiros cruzamentos e avaliação de populações segregantes (GUIMARÃES; MORAIS, 1987). No decorrer da década de 70, foram estabelecidas várias instituições estaduais de pesquisa agropecuária, que com a Embrapa, o IAC e o IRGA organizaram-se para constituir o Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária (SCPA). A partir de então, pôde-se ampliar de forma significativa as atividades de pesquisa agropecuária no País, inclusive as de melhoramento genético do arroz.

O fato mais marcante no melhoramento genético do arroz no Brasil foi a criação, em 1982, das Comissões Técnicas Regionais de Arroz (CTArroz), envolvendo inicialmente 35 instituições de pesquisa, sob a coordenação da Embrapa Arroz e Feijão. O país foi subdividido em três regiões e em cada uma estabeleceu-se uma Comissão Técnica, assim discriminadas: CTArroz I (Região Sul, exceto o Paraná), CTArroz II (Regiões Sudeste e Centro-Oeste, mais os estados do Paraná, Bahia e Tocantins) e CTArroz III (Regiões Norte e Nordeste). As Comissões tinham a função de coordenar o processo de avaliação de cultivares e linhagens de arroz criadas pelos diferentes programas de pesquisa de melhoramento nacional ou internacional, definindo estratégias, critérios e opinando sobre a conveniência de lançamento de cultivares (CUTRIM, 1994). Em cada uma dessas regiões, são avaliadas, por meio das instituições de cada Comissão Técnica, as linhagens anualmente disponíveis no país, utilizando-se três classes de ensaios: observação (EO), preliminares (ECP) e avançados (ECA). Uma linhagem somente é lançada como cultivar, se se mostrar promissora nos ensaios EO e ECP e comportar-se mais vantajosamente que as testemunhas na rede de ensaios ECA por pelo menos dois anos (EMBRAPA, 1994). Esse programa cooperativo de melhoramento contribuiu decisivamente para a melhoria da eficiência da orizicultura brasileira e, somente após a criação das Comissões Técnicas, até 1997, foram lançadas 85 cultivares, sendo 32 para as condições de terras altas e 53 para várzeas (GUIMARÃES et al., 1997). Nesse período, foram avaliadas mais de dez mil linhagens e, em média, foram necessários mais de oito anos para lançar uma cultivar. Cabe ressaltar também, que a produtividade das lavouras, tanto do sistema de sequeiro, quanto do sistema irrigado aumentaram cerca de 30%, devido principalmente à substituição das cultivares antigas pelas mais recentes (MORAIS; RANGEL, 1997).

Após a criação da Lei de Proteção de Cultivares em 1997, os ensaios compara-

tivos avançados estão sendo utilizados também como valor de cultivo e uso (VCU), com a finalidade de registro e proteção de cultivares. Após entrar em vigor esta Lei, as Comissões Técnicas de arroz sofreram um revés com algumas instituições de pesquisa desvinculando-se dela, em face dos interesses particulares de cada uma, o que gerou conflitos sobre a detenção das cultivares lançadas comercialmente, recebimento de *royalties* etc.

A história do melhoramento genético do arroz em Minas Gerais concentra-se, basicamente, na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), criada em 1974, em substituição ao Programa Integrado de Pesquisas Agropecuárias (Pipaemg). Até então, os trabalhos comparativos entre cultivares e linhagens de arroz foram conduzidos, principalmente, pelo extinto Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Oeste (Ipeaco) e pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), sendo recomendadas, naquela época, entre outras, as cultivares Prata Precoce e IAC 1246, para as lavouras de terras altas, e a 'IAC 435' e 'IAC 120', para as várzeas (SOARES; SOARES, 1984).

O Programa de Melhoramento de Arroz de Terras Altas, até o início da década de 90, limitava-se a avaliar cultivares e linhagens desenvolvidas por outras instituições nacionais e internacionais de pesquisa. Somente em 1993, a EPAMIG, em cooperação com a Universidade Federal de Lavras (Ufla) e a Embrapa Arroz e Feijão, deu início ao Programa de Avaliação de Populações Segregantes F_2 , conduzido pelo Método *Bulk*, para extração de linhagens mais adaptadas às condições edafoclimáticas do Estado (EPAMIG, 1993). Para o arroz de várzea úmida, a EPAMIG, em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão, iniciou em 1980 um programa de melhoramento através de introdução de populações segregantes F_2 , nas quais se procederam avanços de geração e seleção de progênies adaptadas às várzeas de Minas Gerais. Como resultado desse trabalho, obtiveram-se duas cultivares específicas para várzea

úmida, que são a 'Mucuri' e 'Samburá', recomendadas em 1995, e uma para irrigado por inundação, que é a 'Urucuia', lançada em 1994 e até hoje cultivada no Estado.

O alto índice de adoção das novas cultivares de arroz de terras altas lançadas pela pesquisa, em Minas Gerais (nove nos últimos 17 anos), retrata por si só a eficiência do Programa de Melhoramento. Todavia uma quantificação do ganho genético para uma auto-avaliação e reflexão sobre o Programa foi realizada por Soares et al. (1999), abrangendo o período de 1974 a 1995. Nesses 21 anos de pesquisa, foram testados, apenas nos ensaios comparativos avançados, 74 materiais precoces e 70 de ciclo médio ou mais tardio. Os resultados mostraram um ganho genético médio anual de 1,26% para os materiais do grupo precoce e de 3,37% para os do grupo médio ou tardio, indicando que o Programa de Melhoramento Genético do Arroz de Terras Altas foi bastante eficiente no período, o que justifica plenamente os recursos alocados para a pesquisa. Contudo, uma das maiores contribuições que o melhoramento trouxe para o arroz de terras altas foi o desenvolvimento de cultivares de grãos agulhinha de alta qualidade culinária, característica que até meados da década de 90 só as cultivares de várzeas possuíam. Portanto, hoje, o arroz de terras altas é tão competitivo quanto o irrigado no mercado de grãos.

No que se refere ao arroz de várzeas (irrigado e várzea úmida), os programas de melhoramento desenvolvidos no Estado pela EPAMIG, em parceria com outras instituições (Embrapa e Ufla), possibilitaram colocar à disposição dos agricultores 14 novas cultivares que muito contribuíram para a orizicultura irrigada mineira. Com o objetivo de avaliar o ganho genético proporcionado pelo Programa de Melhoramento de Arroz Irrigado em Minas Gerais, Santos et al. (1999) procederam um estudo utilizando dados de produtividade de grãos dos ensaios comparativos avançados no período de 1974/1975 a 1995/1996. O ganho genético médio obtido em todo o período

foi de 33 kg/ha/ano (0,98 % ao ano), sendo altamente significativo estatisticamente ($P \leq 0,01$). Esse número por si espelha a importância da pesquisa na área de melhoramento de arroz irrigado para o Estado.

NOVA ESTRATÉGIA DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE ARROZ

A avaliação de linhagens que, indubitavelmente, é a fase mais difícil de qualquer programa de melhoramento tem sido tarefa de todas as instituições de pesquisa de arroz do sistema cooperativo, contudo a recombinação das unidades de avaliação selecionadas constitui incumbência de poucos, sobretudo da Embrapa Arroz e Feijão. Praticamente, todos os métodos convencionais de melhoramento de autógamias têm sido utilizados, mas a hibridação artificial e a condução das populações segregantes pelo método geneológico sempre foram, destacadamente, as mais empregadas (MORAIS; RANGEL, 1997).

Os programas tradicionais de melhoramento genético de arroz utilizam, de maneira geral, métodos que maximizam a endogamia no desenvolvimento de novas linhagens. Normalmente, após a síntese de uma nova população com os recursos da hibridação entre genitores, as gerações segregantes são conduzidas, recorrendo-se ao processo natural da autofecundação. A endogamia progressiva no decorrer das sucessivas gerações, reduz de maneira crescente as chances de recombinação, pois, com a identidade entre alelos de um mesmo loco, os processos de *crossing-over* tornam-se inefetivos na produção de novos recombinantes. Assim, os métodos convencionais de melhoramento de arroz apresentam menor potencial de geração de variabilidade do que teria, se os intercruzamentos entre unidades de recombinação fossem mais frequentes. Reduzindo-se a geração de variabilidade, diminui-se, como consequência, os ganhos genéticos por seleção. Uma das alternativas utilizáveis, para aumentar os ganhos por seleção em arroz, consiste em sintetizar populações de base

genética mais ampla e conduzi-las por meio da seleção recorrente.

Seleção recorrente é um método de melhoramento que aumenta a frequência dos genótipos favoráveis em uma população através da aplicação cíclica de intercruzamentos e seleção (IKEHASHI; FUJIMAKI, 1980). Esta técnica é amplamente utilizada em plantas alógamas, devido principalmente à facilidade de intercruzamentos. Recentemente, foram desenvolvidas novas técnicas de cruzamentos em arroz, além do uso da macho-esterilidade, as quais possibilitam o uso da seleção recorrente no melhoramento desse cereal.

Sendo a produção de grãos governada pela ação de um desconhecido, porém sabidamente grande número de genes menores, a probabilidade de encontrar um indivíduo, em qualquer geração segregante, que encerre todos os alelos favoráveis, é muito pequena. Esta probabilidade diminui, à medida que se aumenta a geração em consideração (RAMALHO et al., 1993). Esses alelos normalmente estão dispersos nos indivíduos ou progênies sob avaliação. Selecionando-se os indivíduos não aparentados ou menos aparentados (mais divergentes), com maior número possível de alelos, e intercruzando-os, aumenta-se a frequência dos alelos favoráveis no novo ciclo e, com isso, têm-se maiores chances de encontrar indivíduos com todos os alelos favoráveis. Esse é o fundamento básico da seleção recorrente, que cada vez mais vem sendo considerada a melhor alternativa para obter ganhos em características quantitativas, como a produtividade de grãos (MORAIS, 1995).

Constatada as vantagens de gerar populações sucessivamente melhores e com maior potencial para extração de linhagens, optou-se por adotar a seleção recorrente como base dos Programas de Melhoramento de Arroz. Atualmente, já foram constituídas pela Embrapa Arroz e Feijão oito populações (CG 1, CG 2, CG 3, CNA 6, CNA 7, CNA 8, CNA 9 e CNA 10), para o sistema de terras altas (MORAIS et al., 1997). Todas já foram ou estão sendo submetidas a um

ou mais ciclo de seleção massal, visando características de alta herdabilidade, como resistência a doenças, arquitetura, uniformidade de ciclo e qualidade de grãos. A seleção para maior produtividade de grãos inicia-se apenas a partir do ponto em que a população já pode ser considerada pelo menos satisfatória quanto às outras características de interesse (MORAIS et al., 1995, RANGEL; NEVES, 1997). Duas populações, a CG 3 (ciclo médio) e a CG 1 (ciclo curto), já são avaliadas em Minas Gerais em condições de terras altas e diversas famílias foram selecionadas e estão sendo avançadas pelo Método *Bulk* para extração de linhagens. Paulatinamente, as populações dos programas de seleção recorrente estão substituindo os cruzamentos convencionais como base para extração de linhagens.

O fato de Minas Gerais possuir regime de distribuição de chuvas muito irregular, com frequentes veranicos, sobretudo nos meses de fevereiro e/ou março, geralmente período de maior exigência do arroz em água, faz com que a pesquisa priorize para terras altas o desenvolvimento de novas cultivares cada vez mais precoces. Estas, porém, apresentam maiores chances de escape dos referidos veranicos, reduzindo, assim, os riscos da lavoura. Além do mais, cultivares mais precoces facilitam a rotação de culturas tão em uso hoje em dia, notadamente nas condições irrigadas por aspersão, onde o uso da terra é mais intenso.

Para o sistema irrigado em várzeas, está-se iniciando um programa semelhante ao de terras altas, em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão, que já constituiu cinco populações de seleção recorrente (CNA 1, CNA 5, CNA 11, CNA-IRAT 4 e CNA-IRAT P). As instituições parceiras do Estado avaliam anualmente um conjunto de famílias $S_{0,2}$, em que as superiores são selecionadas para avanço de geração até a homozigose, para, então, extrair linhagens mais adaptadas às condições edafoclimáticas de Minas Gerais.

A seleção de linhagens para obtenção de novas cultivares baseia-se em algumas

prioridades. Entre as principais, podem-se destacar, para cada sistema de cultivo, as seguintes:

- a) terras altas tradicional:
- tolerância a déficit hídrico;
 - ciclo curto;
 - resistência à brusone, escaldadura e mancha-de-grãos;
 - porte médio;
 - tolerância ao acamamento;
 - tolerância à toxidez de alumínio;
 - grãos longo-fino (agulhinha);
 - boa qualidade culinária;
 - adaptação ao plantio direto;
- b) terras altas com irrigação suplementar:
- precocidade;
 - porte baixo/intermediário;
 - resistência ao acamamento;
 - resistência às doenças;
 - alto vigor inicial das plantas;
 - responsivas à melhoria de ambiente;
 - grão agulhinha e de boa qualidade;
 - alto potencial produtivo;
- c) irrigado por inundação contínua:
- tolerância à toxidez de ferro e manganês;
 - resistência ao acamamento;
 - resistência às principais enfermidades;
 - perfilhadoras;
 - boa qualidade de grãos;
 - alto potencial genético para produção de grãos;
- d) várzea úmida:
- alto vigor inicial das plantas;
 - tolerância à toxidez de ferro e manganês;
 - resistência ao acamamento;
 - resistência às principais enfermidades;
 - alto potencial genético para produção de grãos;
 - grão agulhinha e de boa qualidade.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2003. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2003. 544p.

CUTRIM, V. dos A. **Eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado**. 1994. 92f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

DE DATTA, S.K. **Principles and practices of rice production**. New York: John Wiley, 1981. 618p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Programa Nacional de Avaliação de Linhagens de Arroz**. Goiânia, 1994. 19p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 41).

EPAMIG. **Melhoramento genético do arroz de sequeiro tradicional e irrigado por aspersão**. Belo Horizonte, 1993. Projeto de pesquisa apresentado à EMBRAPA-CNPAF e à FAPEMIG em 1993.

GUIMARÃES, E.P.; MORAIS, O.P. Upland rice released in Brazil. **International Rice Research Newsletter**, Philippines, v. 12, n.5, p.4, Out. 1987.

_____; SANT'ANA, E.P.; RANGEL, P.H.N. **EMBRAPA e parceiros lançam 85 cultivares de arroz em 15 anos de pesquisa**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1997. Não paginado. (EMBRAPA-CNPAF. Pesquisa em Foco, 4).

IKEHASHI, H.; FUJIMAKI, H. Modified bulk population method for rice breeding. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Inovative approaches to rice breeding**. Los Baños: IRRI, 1980. p.163-182.

JENNINGS, P.R.; COFFMAN, W.R.; KAUFFMAN, H.E. **Mejoramiento de arroz**. Cali: CIAT, 1981. 233p.

MORAIS, O.P. de. Fatores ecofisiológicos e genéticos que afetam o melhoramento do arroz para maior rendimento. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial**

produtivo. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1995. v.1, p.83-91. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).

_____; CASTRO, E. da M. de; SANT'ANA, E.P. Seleção recorrente em arroz de sequeiro em Brasil. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE SELEÇÃO RECORRENTE EM ARROZ, 1., 1995, Goiânia. **Anais...** [s.l.]: EMBRAPA-CNPAF/CIAT/CIRAD, 1995. p.166-195.

_____; _____. Selección recurrente en arroz de secano en Brasil. In: GUIMARÃES, E.P. **Selección recurrente en arroz**. Cali: CIAT, 1997. p.99-115. (CIAT. Publicacion, 267).

_____. RANGEL, P.H.N. Melhoramento de arroz no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1997. p.147-166.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271p.

RANGEL, P.H.N.; NEVES, P.C.F. Selección recurrente aplicada al arroz de riego en Brasil. In: GUIMARÃES, E.P. **Selección recurrente en arroz**. Cali: CIAT, 1997. p.79-97. (CIAT. Publicacion, 267).

SANTOS, P.G.; SOARES, P.C.; SOARES, A.A.; MORAIS, O.P. de; CORNÉLIO, V.M. de O. Avaliação do progresso genético obtido em 22 anos no melhoramento do arroz irrigado em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1889-1896, out. 1999.

SOARES, A.A.; SANTOS, P.G.; MORAIS, O.P. de; SOARES, P.C.; REIS, M. de S.; SOUSA, M.A. de. Progresso genético obtido pelo melhoramento do arroz de sequeiro em 21 anos de pesquisa em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, p.415-424, mar. 1999.

SOARES, P.C.; SOARES, A.A. Cultivares de arroz recomendadas para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n.114, p.6-13, jun. 1984.

SWAMINATHAN, M.S. Rice. **Scientific American**, Madison, v.250, n.1, p.63-71, Jan. 1984.

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

Cultivares de arroz de terras altas e de várzeas recomendadas para Minas Gerais

Plínio César Soares¹
Antônio Alves Soares²
Orlando Peixoto de Moraes³
Emílio da Maia de Castro⁴
Paulo Hideo Nakano Rangel⁵
Vanda Maria de Oliveira Cornélio⁶
Moacil Alves de Souza⁷

Resumo - Caracterização das cultivares de arroz recomendadas para terras altas e de várzeas de Minas Gerais, no período de 1992 a 2004, com base em pesquisas de melhoramento genético desenvolvidas no Estado, pela EPAMIG e Ufla, em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão. Com essas pesquisas foi possível disponibilizar aos orizicultores mineiros, no referido período, 16 cultivares de arroz, sendo nove apropriadas ao cultivo em várzeas e sete indicadas para o plantio em terras altas.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Melhoramento genético. Arroz de sequeiro. Arroz irrigado.

INTRODUÇÃO

Minas Gerais situa-se entre os principais Estados produtores de arroz do país, sendo também expressivos os níveis de demanda do produto. O arroz de terras altas e o irrigado por inundação contínua juntos responderam, na safra de 2002, por 57% da produção mineira do cereal, sendo metade em cada ecossistema. O restante (43%) foi produzido em condições de várzeas úmidas (IBGE, 2002).

O plantio de arroz de terras altas sempre se destacou como um dos mais importantes

em Minas Gerais, todavia, nos anos recentes, ocorreu grande redução de área e de produção, ocasionada principalmente pela baixa remuneração do produto, em função do tipo de grão e de sua menor qualidade industrial e culinária. Somente nos últimos 13 anos a área de plantio no Estado reduziu-se em cerca de 70% e a produção de grãos, em torno de 65% (MINAS GERAIS, 1995, IBGE, 2002). Preocupados com essa situação, os melhoristas de arroz deram um novo rumo ao programa de melhoramento, enfocando a obtenção de cultivares modernas adaptadas ao cultivo em terras altas, seja

no sistema de sequeiro tradicional, seja no sistema irrigado por aspersão. Essas cultivares teriam que apresentar porte intermediário, resistência ao acamamento, à seca e a doenças, responsivas a altas tecnologias e, sobretudo, ter boa qualidade de grãos. Para as condições de várzeas, a situação é semelhante, com reduções significativas em área e produção nos últimos anos.

Um dos principais fatores que contribuem para melhor produção de arroz é o emprego de cultivares melhoradas, adaptadas a cada modalidade de cultivo. Isso porque a tecnologia gerada (novas cultivares)

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTZM, Caixa Postal 216, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: plinio@epamig.ufv.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. UFLA-Dep^o Agricultura, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: aasoares@ufla.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: peixoto@cnpaf.embrapa.br

⁴Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: emilio@cnpaf.embrapa.br

⁵Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: phrangel@cnpaf.embrapa.br

⁶Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: vanda@epamig.ufla.br

⁷Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. UFV-Dep^o Fitotecnia, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: moacil@ufv.br

é de baixo custo e de fácil adoção pelos agricultores, proporcionando ganhos expressivos no rendimento das lavouras.

Dessa forma, os avanços tecnológicos atuais, associados ao uso de novas cultivares superiores, darão um novo impulso à produção de arroz em Minas Gerais, com possibilidades de reversão de tendência de declínio dessa importante cultura, podendo o Estado voltar a ser auto-suficiente neste cereal.

CULTIVARES RECOMENDADAS PARA MINAS GERAIS

Com base em resultados de pesquisas obtidos pelos Programas de Melhoramento Genético de Arroz de Várzeas (irrigado e de várzea úmida) e de Terras Altas, desenvolvidos em Minas Gerais, pelo consórcio EPAMIG, Embrapa Arroz e Feijão e Universidade Federal de Lavras (Ufla), elaboraram-se os Quadros 1 e 2 com as principais características botânicas, morfológicas, fenológicas e agronômicas das cultivares de arroz lançadas e/ou recomendadas para o Estado, no período de 1992 a 2004. A seguir, serão descritas as características de cada cultivar por sistema de cultivo.

Cultivares para arroz de terras altas (sequeiro tradicional e irrigado por aspersão)

‘Caiapó’

‘Caiapó’ é a denominação varietal da linhagem de arroz ‘CNAx 782-28-2-1’, obtida pela Embrapa Arroz e Feijão e registrada no Banco Ativo de Germoplasma (BAG), com o número ‘CNA 6187’. Originou-se do cruzamento múltiplo de ‘IRAT 13’ / ‘Beira Campo’ // ‘CNA_x 104-B-18 Py-2B’ / ‘Pérola’.

A ‘Caiapó’ é uma cultivar de ciclo médio que floresce aos 110 dias, em média, e atinge a maturação por volta dos 135 dias. Possui altura média de 95 cm e boa capacidade de perfilhamento. Por ser uma cultivar de porte alto e frondosa, a ‘Caiapó’ é suscetível ao acamamento, principalmente em solos férteis.

Antes de ser lançada em 1992, a ‘Caiapó’ foi avaliada em 12 ensaios regionais, durante três anos agrícolas (1988/1991), nas Fazendas Experimentais da EPAMIG em Lambari, Lavras, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba e Unai, com uma produtividade média de 2.725 kg/ha, superando em 7% a testemunha ‘Rio Paranaíba’, com 2.543 kg/ha (Quadro 2). Apesar de ter sido lançada há mais de dez anos, ainda é uma das cultivares mais plantadas nas condições de terras altas de Minas Gerais.

‘Canastra’

A ‘Canastra’ originou-se do cruzamento de ‘Tox 939-107-2-101-B’//‘Colômbia 1/M312A’//‘Tox 1780-2-1-1P-4’, realizado pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat). Foi introduzida no Brasil pela Embrapa Arroz e Feijão com a denominação ‘CT 7415-6-5-1-2-B’. Após avaliações preliminares, foi selecionada e distribuída nos Estados por meio da rede de ensaios das Comissões Técnicas Regionais de Arroz. Seu número no BAG da Embrapa é ‘CNA 7475’. Em Minas Gerais, foi introduzida em 1992, e seu comportamento superior nos ensaios, em diversas regiões, habilitou-a a ser lançada como cultivar em 1996, para plantio em condições de sequei-

ro tradicional e sob pivô central, em todo o Estado.

No sistema de sequeiro tradicional, a cultivar Canastra apresentou produtividade semelhante à ‘Guarani’ e à ‘Douradão’, que são cultivares precoces. Por outro lado, superou a ‘Caiapó’, que é de ciclo médio, em 17%. Cabe esclarecer que, em Minas Gerais, as cultivares precoces (ciclo inferior a 120 dias) tendem a produzir mais que as de ciclo médio, em virtude de serem mais favorecidas pela distribuição de chuvas (SOARES, 1992). Isso mostra o bom desempenho da ‘Canastra’, que, mesmo sendo de ciclo mais tardio (134 dias), foi tão eficiente quanto as testemunhas precoces, por ocasião de sua recomendação (Quadro 2).

No sistema irrigado por aspersão, onde a distribuição de chuvas é atenuada pela irrigação suplementar (SOARES, A.A. et al., 1997), a ‘Canastra’ destacou-se como a mais produtiva (3.063 kg/ha), todavia não diferiu das testemunhas, confirmando o seu bom desempenho em ambos os sistemas de cultivo (Quadro 2).

Ainda hoje, é expressiva a área plantada com a cultivar Canastra no Estado, devido ao seu alto potencial genético para produção de grãos (Fig. 1), sua adaptabilidade e



Figura 1 - Cultivar Canastra

NOTA: Lançada em 1996, é ainda hoje uma das mais plantadas em Minas Gerais.

QUADRO 1 - Principais características das cultivares de arroz recomendadas para Minas Gerais, de 1992 a 2004

Cultivar	Tipo de cultura	Ano de lançamento	Origem	Altura das plantas (cm)	Fertihamento	Floração (dias)	Maturação (dias)	Glumelas			Dimensão dos grãos/descascados				Tipo de grão	Peso de 100 grãos (g)	Rendimento de grãos (Inteiros %)	Resistências			
								Cor	Ápice	Aristas	C (mm)	L (mm)	E (mm)	Relação C/L				Acamamento	Seca	Brusone	Mancha-de-grãos
Caiaipó	Terras altas	1992	(1)	95	Bom	110	135	Amarelo-palha	Marron-escuro	Ausente, às vezes com microarista	6,79	2,30	1,89	2,93	Longo	2,64	64	R	MR	R	
Canastra	Terras altas	1996	(2)	87	Ótimo	99	134	Amarelo-palha	Claro	Ausente	7,02	2,19	1,84	3,21	Longo-fino	2,50	62	R	MR	MR	
Confiança	Terras altas	1996	IAC 164 / Rio Verde (IRAT 216)	89	Ótimo	106	141	Dourado	Róseo ou marron	Ausente, às vezes com microarista	6,57	2,25	1,78	2,92	Longo-fino	2,29	62	R	MR	MS	
Carisma	Terras altas	1999	(3)	92	Ótimo	94	125	Amarelo-palha	Marron-escuro a preto	Ausente, às vezes com microarista	7,01	2,10	1,85	3,31	Longo-fino	2,44	56	R	MR	MR	
Primavera	Terras altas	2000	IRAT 10 / LS 85-158	101	Bom	85	115	Amarelo-palha	Marrom	Ausente	7,71	2,09	1,79	3,69	Longo-fino	2,49	52	R	S	MR	
BRSMG Conai	Terras altas	2004	Confiança/Aimoré	87	Bom	76	110	Dourado	Claro	Ausente, às vezes com microarista	7,42	2,30	1,88	3,23	Longo-fino	2,90	54	R	MR	MS	
BRSMG Curinga	Terras altas	2004	(4)	93	Ótimo	97	132	Amarelo-palha	Claro	Ausente	7,20	2,22	1,80	3,24	Longo-fino	2,68	54	R	MR	MS	
Urucuia	Irrigada	1994	Nanição / Cica8 // MG1	82	Ótimo	123	153	Amarelo-palha	Claro	Ausente, com alguma microarista	6,79	2,23	1,74	3,04	Longo-fino	2,53	63	R	S	R	
Sapucai	Irrigada	1994	CNA 5714	80	Ótimo	130	160	Amarelo-palha	Claro	Ausente, com alguma microarista	6,82	2,21	1,72	3,09	Longo-fino	2,54	64	R	S	MR	
Capivari	Irrigada	1994	5006 // H-5 / CEYSCONI	80	Ótimo	132	160	Amarelo-palha	Claro	Ausente, com alguma microarista	6,78	2,21	1,71	3,07	Longo-fino	2,50	64	R	S	MR	
Samburá	Várzea úmida	1995	Nanição / BG90-2 // MG1	98	Ótimo	136	170	Amarelo-palha	Claro	Ausente, com alguma microarista	6,61	2,24	1,73	2,95	Longo-fino	2,49	63	R	S	MR	
Mucuri	Várzea úmida	1995	Nanição / Cica8 // MG1	94	Ótimo	129	162	Amarelo-palha	Claro	Ausente, com alguma arista	6,91	2,17	1,75	3,18	Longo-fino	2,60	62	R	S	MR	
Jequitibá	Irrigada	1997	Cica 9 / BR-IRGA 409	92	Ótimo	94	130	Amarelo-palha	Claro	Ausente	6,99	2,14	1,80	3,25	Longo-fino	2,85	57	R	S	R	
Rio Grande	Irrigada	1999	CT8467 // P2940 / CT5730	90	Ótimo	100	140	Amarelo-palha	Amarelo	Aristas e microaristas presentes	6,85	2,12	1,79	3,24	Longo-fino	2,75	60	R	S	R	
BRS Ourominas	Irrigada	2001	17719/5738 / IR 21015-72-3-3-1	90	Ótimo	100	135	Amarelo-palha	Amarelo	Ausente, com alguma microarista	7,50	2,20	1,70	3,40	Longo-fino	2,72	60	R	S	R	
BRSMG Seleta	Irrigada	2004	(5)	95	Ótimo	100	140	Amarelo-palha	Marrom	Ausente	7,52	2,01	1,77	3,72	Longo-fino	2,58	55	R	S	R	

FONTES: Dados básicos: Soares, A.A. (1992), Soares, A.A. et al. (1993, 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001), Soares, P.C. et al. (1997, 1998, 2000, 2002), EPAMIG (2004).

NOTA: C - Comprimento; L - Largura; E - Espessura; S - Suscetível; MS - Moderadamente suscetível; MR - Moderadamente resistente; R - Resistente.

(1) 'IRAT13'/'Beira Campo'/'CNAx104-B-18Py-2B'/'Pérola'. (2) 'TOX6939-107-2-101-1B'/'Colômbia 1xM312A'/'TOX1780-2-1-1P-4'. (3) 'CT7244-9-1-5-3'/'CT6196-33-11-1-3'/'CT6946-2-5-3-3-2-M'. (4) 'CT9978-12-2-2P-4'/'CT10037-56-4-M-4-1-p-1'/'F5589-1-1-3P-1-1P'/'CT9356'. (5) 'CT 7415'/'P 4743'/'CT 8154'.

QUADRO 2 - Produtividade das cultivares de arroz recomendadas para Minas Gerais de 1992 a 2004, por ocasião do seu lançamento

Cultivar	Ano de lançamento	Tipo de cultura	Ensaio (n ^o)	Produção de grãos (kg/ha)				Incremento em relação às testemunhas (%)
				Cultivar lançada	Cultivares testemunhas			
					1	2	3	
Caiapó	1992	Sequeiro tradicional	12	2.725	2.543 (Rio Paranaíba)			7
Canastra	1996	Sequeiro tradicional	14	2.452	2.100 (Caiapó)			0 e 17
		Irigada por aspersão	10	3.063	2.844 (Caiapó)			3 a 8
Confiança	1996	Sequeiro tradicional	14	1.937	2.100 (Caiapó)			0
		Irigada por aspersão	10	2.601	2.844 (Caiapó)			0
Carisma	1999	Sequeiro tradicional	22	3.579	2.974 (Confiança)			5 a 18
		Irigada por aspersão	19	4.253	3.322 (Confiança)			6 a 23
Primavera	2000	Sequeiro tradicional	29	3.482	3.031 (Confiança)			0 a 13
		Irigada por aspersão	19	4.283	3.322 (Confiança)			7 a 24
BRSMG Conai	2004	Sequeiro tradicional	17	4.145	3.575 (Canastra)			4 a 16
BRSMG Curinga	2004	Sequeiro tradicional	19	3.687	3.268 (Canastra)			0 a 13
Urucuia	1994	Irigada por inundação	24	5.700	5.383 (MG1)			0 a 6
Sapucaí	1994	Irigada por inundação	24	5.636	5.383 (MG1)			0 a 5
Capivari	1994	Irigada por inundação	24	6.102	5.383 (MG1)			0 a 13
Samburá	1995	Várzea úmida	24	5.019	2.961 (Chorinho)			25 a 70
Mucuri	1995	Várzea úmida	24	4.794	2.961 (Chorinho)			19 a 62
Jequitibá	1997	Irigada por inundação	22	6.787	5.517 (Javaé)			10 e 23
Rio Grande	1999	Irigada por inundação	23	6.958	5.918 (BR-IRGA 409)			7 a 15
BRS Ourominas	2001	Irigada por inundação	18	6.488	5.531 (BR-IRGA 409)			9 a 16
BRSMG Seleta	2004	Irigada por inundação	14	6.821	5.560 (BR-IRGA 409)			6 a 23

FONTE: Dados básicos: Soares, A.A. (1992), Soares, A.A. et al. (1993, 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001), Soares, P. C. et al. (1997, 1998, 2000, 2002), EPAMIG (2004).

estabilidade de comportamento nos diversos ambientes das lavouras de terras altas (sequeiro e irrigado por aspersão), tolerância às principais doenças fúngicas que atacam o arroz e boa qualidade industrial e culinária dos grãos.

‘Confiança’

A ‘Confiança’ originou-se do cruzamento entre ‘IAC 164’ e a ‘Rio Verde’ (‘IRAT 216’), realizado pela Embrapa Arroz e Feijão, em 1986. A partir de 1987, foi selecionada em áreas de cerrado no estado de Roraima, pela Embrapa Roraima, e

registrada no BAG da Embrapa Arroz e Feijão como ‘CNA 7706’. Em 1990/1991 foi introduzida em Minas Gerais, e seu bom desempenho produtivo, aliado à boa qualidade de grãos, permitiu lançá-la, em 1996, para o cultivo em sequeiro tradicional e sob irrigação por aspersão em todo o Estado (Quadros 1 e 2).

A ‘Confiança’ é uma cultivar de ciclo médio (140 dias para maturação) e apresenta grãos característicos de casca dourada, classificados como longo-fino. Possui rendimento de grãos inteiros no beneficiamento superior a 60% (Quadro 1).

Esta cultivar exibe porte em torno de 90 cm. Sua menor altura de plantas confere maior resistência ao acamamento, característica de grande importância, sobretudo para o cultivo sob pivô central, o que expõe as plantas de arroz a maiores riscos de tombamento.

A cultivar Confiança possui teor de amilose intermediário (próximo a 25%) e temperatura de gelatinização também intermediária (índice 4,0), conferindo-lhe excelente qualidade de panela. Essa alta qualidade de grãos da ‘Confiança’ pode proporcionar a ela melhor remuneração na comercialização.

ção, compensando, assim, a menor produção de grãos.

‘Carisma’

A ‘Carisma’ foi obtida do cruzamento realizado em 1989, no Ciat, entre as linhagens ‘CT 7244-9-1-5-3’ // ‘CT 6196-33-11-1-3’. Desse cruzamento, selecionou-se a linhagem ‘CT 11251-7-2-M-M’, que foi introduzida pela Embrapa Arroz e Feijão, com o código ‘CNA 8305’, e distribuída aos diversos Estados brasileiros para avaliação.

Em Minas Gerais, a ‘Carisma’ foi introduzida em 1993, e o seu comportamento superior nos ensaios de sequeiro tradicional e irrigado por aspersão, em diversas regiões do Estado, possibilitou que fosse lançada em 1999, como nova cultivar para esses dois sistemas de plantio.

Apesar de a ‘Carisma’ ser uma cultivar de terras altas, apresenta plantas tipo moderno (com alguma semelhança com as cultivares de várzeas), ou seja, com folhas estreitas, curtas e eretas, porte intermediário (92 cm), perfilhadora e moderadamente resistente ao acamamento. Seu ciclo é de, aproximadamente, 125 dias, podendo ser classificado como semiprecoce. Apresenta também resistência moderada às principais doenças fúngicas do arroz que são: brusone, escaldadura foliar e a mancha-de-grãos.

No Quadro 2, são mostradas as médias de produção de grãos, obtidas com a ‘Carisma’ e com as cultivares testemunhas nos sistemas de plantio de terras altas tradicional e irrigado por aspersão suplementar. Verifica-se que a ‘Carisma’ possui alto potencial de produtividade de grãos (3.579-4.253 kg/ha), superando, por ocasião de seu lançamento, a ‘Caiapó’, a ‘Douradão’ e a ‘Confiança’ entre 5% e 23%. Apesar de a ‘Carisma’ possuir arquitetura de planta moderna, demonstrou ser tolerante a estresse hídrico, uma vez que no sistema de sequeiro tradicional superou, em produção de grãos, as cultivares reconhecidamente resistentes à seca, como ‘Caiapó’ e ‘Douradão’.

Importantes características dos grãos da cultivar Carisma, como dimensões, peso de 100 grãos e rendimento de grãos inteiros, constam no Quadro 1. Pelas dimensões dos grãos, observa-se que a ‘Carisma’ pertence à classe de grãos longo-fino ou agulhinha, os mais procurados e os mais valorizados pelo mercado brasileiro. A ‘Carisma’ é, portanto, a terceira cultivar lançada e recomendada para Minas Gerais com grãos agulhinha, tendo como antecessoras a ‘Canastra’ e a ‘Confiança’. Essas três cultivares são atualmente as mais plantadas em terras altas, graças ao bom desempenho, tanto em nível de lavouras, quanto em nível de indústria e de mesa do consumidor (Fig. 2). Outro fator que contribui para a preferência dos orizicultores por essas cultivares, é a maior disponibilidade de sementes no mercado mineiro.

‘Primavera’

A ‘Primavera’ foi desenvolvida pela Embrapa Arroz e Feijão, por meio do cruzamento realizado entre as linhagens ‘IRA10’ e a ‘LS 85-158’, em 1987, tendo como pedigree a denominação ‘CNAx 3608-6-1-2-1’. Posteriormente, recebeu o código ‘CNA 8070’, com o qual foi distribuída para compor experimentos das instituições estaduais, para

avaliações regionais. Em Minas Gerais, a introdução ocorreu em 1993 e, desde então, foi testada em diversas condições edafoclimáticas do Estado. Seu bom desempenho quanto à produtividade de grãos, classe longo-fino, e à boa qualidade culinária, com grãos soltos, macios e saborosos, após o cozimento, habilitou-a para ser recomendada como nova cultivar apropriada ao cultivo em terras altas do Estado, a partir de 2000.

A planta da ‘Primavera’ é do tipo tradicional, com porte intermediário (média de 100 cm), perfilhamento médio e baixa resistência ao acamamento (uma de suas deficiências), sobretudo em solos de boa fertilidade, ou quando o agricultor usa alta tecnologia, como doses elevadas de fertilizantes, associadas à irrigação suplementar. Assim, o risco de acamamento aumenta nos plantios sob pivô central ou em áreas de alta fertilidade. Seu ciclo é de, aproximadamente, 115 dias (semiprecoce). É suscetível à brusone e mostra resistência moderada à escaldadura foliar e à mancha-de-grãos (Quadro 1).

As médias de produção de grãos da ‘Primavera’ e de cultivares testemunhas, obtidas nas condições de sequeiro tradicional, no período de 1995/1996 a 1999/2000,



Figura 2 - Cultivar Carisma

NOTA: Mostra ótimo desempenho tanto em nível de campo, quanto em nível de indústria de beneficiamento e de mesa para o consumidor.

em diversas regiões de Minas Gerais, são apresentadas no Quadro 2. Como se verifica, o comportamento produtivo da 'Primavera' foi bom (3.482 kg/ha), porém semelhante às cultivares Caiapó e Canastra, que exibiram produtividades de grãos de 3.458 e 3.541 kg/ha, respectivamente, na média dos 29 ensaios.

Ainda no Quadro 2, são mostradas as produtividades médias de grãos alcançadas pela cultivar Primavera e três testemunhas em terras altas com irrigação suplementar, durante quatro anos agrícolas (1995/1996 a 1998/1999), totalizando 19 ensaios. Nesta modalidade de cultivo, a 'Primavera' foi uma das mais produtivas, com média de 4.283 kg/ha, superando as cultivares Guaraní, Douradão e Confiança.

Embora a 'Primavera' apresente vários atributos desejáveis, ela ainda não ocupa áreas de plantio expressivas em Minas Gerais, ao contrário do que acontece nos Estados do Centro-Oeste, notadamente em Mato Grosso e em Goiás, onde esta cultivar é bastante difundida entre os orizicultores e com excelente aceitação pelos maquinistas e cerealistas (intermediários), o que resulta em bom preço na comercialização.

Deve-se ressaltar que a 'Primavera' é bastante exigente quanto ao ponto de colheita, devendo ser colhida com umidade dos grãos entre 20% e 24%. O atraso da colheita pode aumentar o percentual de grãos quebrados no beneficiamento, o que constitui um de seus principais defeitos.

'BRSMG Conai'

A 'Conai' é oriunda do cruzamento entre as cultivares Confiança e Aimoré, realizado na Embrapa Arroz e Feijão em 1998. Procurou-se, com esse cruzamento, reunir em uma só cultivar as características de precocidade da 'Aimoré' com a qualidade de grão longo-fino da 'Confiança', o que foi obtido com a 'Conai'. As sementes F_2 's obtidas foram enviadas a Minas Gerais, em novembro de 1999, quando se realizou o primeiro plantio para avanço de geração e seleção. Utilizou-se o método de melhoramento de *bulk* dentro de família, na obtenção

da 'Conai', resultando na seguinte genealogia: CNAX7394-MG-6-B-B-4. A partir do ano agrícola 2001/2002, a 'Conai' integrou a rede de ensaios de competição regional de cultivares, também denominados de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), onde foi submetida a diversas condições edafoclimáticas de Minas Gerais, bem como à pressão das principais enfermidades do arroz. Seu bom desempenho permitirá o seu lançamento para as regiões produtoras de arroz do Estado, a partir de 2004.

A produção de grãos da 'Conai' e das testemunhas 'Carisma', 'Caiapó' e 'Canastra' é apresentada no Quadro 2. Na média dos 18 ensaios, a 'Conai' superou a 'Carisma' em 4,2%, a 'Caiapó' em 15,3% e a 'Canastra' em 15,9%. Mas apesar de ser uma cultivar superprecoce, ela possui alto potencial genético para produtividade de grãos, tornando-se uma excelente opção para os produtores de arroz de sequeiro do estado de Minas Gerais.

O teor de amilose intermediário (27,5%) e a temperatura de gelatinização intermediária (nota 4,1) conferem à 'Conai' uma boa qualidade de grãos após o cozimento, os quais se apresentam soltos e macios. É a primeira cultivar de arroz de sequeiro superprecoce que possui grãos do tipo agulhinha, os preferidos e os mais valorizados do mercado.

'BRSMG Curinga'

A 'Curinga' foi originada inicialmente de uma família selecionada na geração F_3 , pelo Ciat, na Colômbia, descendente do seguinte cruzamento: CT9978-12-2-2P-4/CT10037-56-4-M-4-1-p-1//P5589-1-1-3P-1-1P/CT9356. Foi introduzida, em 1994, pela Embrapa Arroz e Feijão, a qual continuou o processo de melhoramento em Goiânia. Em 1995/1996, a referida família, já na geração F_5 , foi submetida à seleção individual de plantas e, dentre as selecionadas, uma deu origem à linhagem CT112517-2-M-M-BR1, na geração F_6 , a qual foi registrada no BAG da Embrapa Arroz e Feijão com o número CNAs 8812. Em Minas Gerais, essa linhagem foi introduzida em 1997/1998 através do ensaio de observação e após ter

sido selecionada, participou no ano seguinte do ensaio comparativo preliminar. Tendo-se destacado mais uma vez, a partir de 1999/2000 passou a integrar os ensaios comparativos avançados em diversas regiões do Estado, nas condições de terras altas e de várzea úmida ou drenada. O excelente desempenho dessa linhagem nas diversas condições edafoclimáticas de Minas Gerais possibilitou o seu lançamento como nova cultivar, em 2004.

O desempenho produtivo da 'Curinga', em relação às testemunhas 'Carisma', 'Caiapó' e 'Canastra' em condições de sequeiro, é mostrado no Quadro 2. Ele foi ligeiramente inferior à 'Carisma' (-1,14%), que é mais precoce e superior à 'Caiapó' (8,63%) e 'Canastra' (12,82%), que são de ciclos semelhantes. Assim, a 'Curinga', apesar de possuir arquitetura com folhas eretas, semelhantes à de arroz irrigado por submersão, tem boa resistência à seca e alto potencial de produção, mesmo no cultivo de terras altas.

No sistema de cultivo de várzea úmida ou drenada, a 'Curinga' apresentou produtividade média de 4.465 kg/ha, com variação de 4.428 kg/ha a 4.497 kg/ha (Quadro 2). Portanto, ela mostrou alta estabilidade de produção de grãos. Superou as cultivares testemunhas 'Carisma', 'Canastra' e 'Caiapó' em 9,65%, 11,76% e 19,71%, respectivamente. Assim, a 'Curinga' vem preencher essa lacuna de cultivares melhoradas para as condições de várzea úmida ou drenada em Minas Gerais.

A 'Curinga' apresenta boa qualidade culinária, os grãos ficam soltos e macios após o cozimento. Essa característica é conferida, principalmente, pelo teor de amilose (26,6%) e temperatura de gelatinização (nota 3,7) intermediários.

Cultivares para várzeas (irrigada por inundação ou em baixada úmida)

'Urucuia', 'Sapucai' e 'Capivari'

Após avaliações e seleções efetuadas em populações segregantes, em ensaios de observação e preliminares de rendimento

de 1983 a 1987, as linhagens que deram origem às cultivares Urucuia, Sapucaí e Capivari passaram a integrar a rede de ensaios avançados da EPAMIG a partir do ano agrícola 1988/1989. Suas destacadas características credenciaram-nas a tornarem-se novas cultivares comerciais, em 1994.

A descrição e alguns caracteres botânicos, morfológicos e agrônômicos das cultivares Urucuia, Sapucaí e Capivari são mostrados nos Quadros 1 e 2. Dentre as características, podem-se destacar a maior resistência à brusone da folha e do pescoço da cultivar Urucuia e a maior tolerância à toxidez de ferro da ‘Sapucaí’ e da ‘Capivari’. Assim, em ambientes de alta incidência de brusone, o produtor deveria optar pelo plantio da ‘Urucuia’. Por outro lado, se o teor de ferro no solo for elevado, a opção seria pela ‘Sapucaí’ e pela ‘Capivari’.

Os resultados de produção de grãos obtidos das três cultivares e das testemunhas ‘Inca’, ‘MG 1’ e ‘MG 2’ em 24 experimentos, conduzidos em diversas localidades do Estado, durante cinco anos agrícolas (1988/1989 a 1992/1993), estão expostos no Quadro 2. Observa-se que todas as cultivares superaram a ‘MG 1’ e a ‘MG 2’ na média dos cinco anos agrícolas e apenas a ‘Capivari’ foi superior à ‘Inca’. O excepcional desempenho produtivo da ‘Inca’, em 1988/1989, foi a causa da sua superioridade em relação à ‘Urucuia’ e à ‘Sapucaí’. A rigor, pode-se considerar que as cultivares Capivari, Urucuia, Sapucaí e Inca possuíam potencial de produção de grãos semelhante, quando do lançamento das três primeiras, em 1994. Até então a cultivar Inca era uma das mais plantadas nas várzeas mineiras, tanto em lavouras irrigadas por inundação contínua, quanto em lavouras conduzidas em várzeas úmidas, graças a sua rusticidade e resistência a doenças.

A qualidade química dos grãos era a principal característica que distinguia as novas cultivares das testemunhas ‘Inca’, ‘MG 1’ e ‘MG 2’, que empapam após o cozimento. A análise química dos grãos, realizada pela Embrapa Arroz e Feijão, revelou que as novas cultivares possuíam

temperatura de gelatinização intermediária e teor médio de amilose que oscilava entre 28% e 30%, contribuindo para a boa qualidade culinária e para que os grãos fiquem soltos depois de cozidos.

Outra característica das cultivares Urucuia, Sapucaí e Capivari que deve ser destacada é a boa conformação física dos grãos, que são da classe longo-fino (agulhinha), sendo mais valorizados no mercado; também merece destaque o alto rendimento de grãos inteiros no beneficiamento, superando a ‘Inca’, ‘MG 1’ e ‘MG 2’, as cultivares mais plantadas nas várzeas mineiras na década de 80 e início de 1990.

‘Samburá’ e ‘Mucuri’

A ‘Samburá’ e ‘Mucuri’, lançadas em 1995, constituem as primeiras cultivares melhoradas de arroz, recomendadas para as várzeas úmidas de Minas Gerais, sendo indicadas também, na época do lançamento, para plantios sob irrigação por inundação.

Na genealogia destas duas cultivares desenvolvidas pela Embrapa Arroz e Feijão, dois genitores são comuns: ‘Nanicão’ e a ‘MG 1’; uma vez que a ‘Samburá’ originou-se do cruzamento ‘Nanicão’ / ‘BG 90-2’ // ‘MG 1’ e ‘Mucuri’, do cruzamento que envolveu a ‘Nanicão’ / ‘CICA 8’ // ‘MG 1’. Nos ensaios de rendimento conduzidos em Minas Gerais, pela EPAMIG, elas receberam as denominações ‘MG 431’ e ‘MG 447’.

As cultivares Samburá e Mucuri produziram 19% a 70% mais do que as testemunhas tradicionais ‘Matão’, ‘Chorinho’ e ‘De Abril’, e não diferiram significativamente da cultivar moderna MG1 (Quadro 2).

Com relação à altura de planta, estas duas cultivares são adequadas ao plantio em várzeas úmidas, uma vez que possuem porte intermediário (95-100 cm), que concilia resistência ao acamamento com possibilidade da colheita manual, muito usual nesta modalidade de cultivo no Estado. Seus grãos são longo-fino e têm endosperma translúcido, além de exibir um alto rendimento de grãos inteiros (62% em média).

Quanto à qualidade de cocção, a ‘Samburá’ e a ‘Mucuri’ assemelham-se à ‘Inca’ e à ‘MG1’; ou seja, deixam a desejar em relação a este quesito. Outro defeito grave destas cultivares lançadas em meados da década de 90 é o ciclo longo (160-170 dias para atingir a maturação).

‘Jequitibá’

Essa cultivar, lançada em 1997, é oriunda de cruzamento simples entre as cultivares CICA 9 e BR-IRGA 409, realizado pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). A linhagem, primeiramente, foi denominada ‘IRGA 117-7-1P-3’ e, posteriormente, ‘CNA 6808’, no BAG da Embrapa Arroz e Feijão. A ‘Jequitibá’ começou a ser avaliada em Minas Gerais, em 1988. Sua denominação é em homenagem a um rio do Centro-Oeste mineiro. É a décima primeira cultivar lançada e indicada para as lavouras de arroz em várzeas mineiras. A ‘Jequitibá’ é uma cultivar de ciclo curto, semelhante à ‘BR-IRGA 409’ e à ‘Javaé’; floresce aos 90-95 dias, em média, atingindo a maturação em torno de 130 a 135 dias. É a mais precoce de todas as cultivares indicadas oficialmente para plantio nas várzeas de Minas Gerais. O caráter precocidade tem bastante relevância. Primeiro, quando o produtor tem interesse em utilizar suas várzeas com outro plantio de arroz ou de outra cultura, logo após a colheita do arroz da safra de verão. Segundo, quando a água de irrigação tem custo elevado nos projetos irrigados por bombeamento.

A cultivar Jequitibá apresenta alta capacidade de perfilhamento e porte médio (90-95 cm), adequado para lavouras irrigadas em que a colheita é feita manualmente ou por meio de colhedoras. É resistente ao acamamento e apresenta degrane normal na maturação.

As médias de rendimento de grãos (kg/ha), obtidas com a ‘Jequitibá’ e com as testemunhas ‘BR-IRGA 409’ e ‘Javaé’, em 22 ensaios comparativos avançados de arroz irrigado, conduzidos no Estado, de 1992/1993 a 1995/1996, estão registradas no Quadro 2. A ‘Jequitibá’ produziu, em média,

6.787 kg/ha, contra 6.184 e 5.517 kg/ha das cultivares testemunhas, rendendo 9,75% e 22% a mais que estas, respectivamente. Essa produtividade era o dobro da média estadual da época, nesse sistema de cultivo. Esse resultado, aliado a outras características de interesse, justificou a sua recomendação para plantios comerciais em todas as regiões do Estado.

Nas avaliações de incidência de doenças, realizadas em campo, nos ensaios comparativos avançados, essa cultivar mostrou-se mais resistente às principais doenças fúngicas do arroz (brusone, mancha-parda e mancha-de-grãos), que as cultivares testemunhas 'BR-IRGA 409' e 'Javaé'.

Os grãos da 'Jequitibá', a exemplo das testemunhas 'Javaé' e 'BR-IRGA 409', são classificados como longo-fino e têm endosperma translúcido, o que atende às exigências dos consumidores mineiros e brasileiros. Exibe bom rendimento de grãos inteiros no beneficiamento (acima de 55%). Apresenta, ainda, excelentes características culinárias, com grãos soltos, macios e saborosos. A comprovação disso está no "teste de panela", realizado antes de seu lançamento, com números significativos de donas de casa.

'Rio Grande'

A 'Rio Grande' resultou do cruzamento entre as linhagens '18.467' // '2.940' / '5.730', efetuado pelo Ciat, Colômbia. Em 1988, a Embrapa Arroz e Feijão introduziu a linhagem no Brasil e a registrou em seu BAG com o nº 'CNA 7857'. Após avaliações preliminares para a produtividade, reação a doenças e qualidade de grãos, realizadas pelo referido Centro de Pesquisa, a linhagem 'CNA 7857' foi disponibilizada às instituições de pesquisa do Brasil, em 1991.

Em Minas Gerais, a 'Rio Grande' mostrou um ótimo comportamento produtivo, com alta adaptabilidade e estabilidade de produção no sistema de cultivo de arroz irrigado por inundação (Fig. 3), aliado à ótima qualidade industrial (rendimento de grãos inteiros em torno de 60%) e culinária (grãos soltos e macios após cozimento), possibilitando seu lançamento em todo o Estado, a partir de 1999. A denominação 'Rio Grande' é em homenagem ao importante rio do Sudoeste mineiro.

A cultivar Rio Grande foi avaliada em Minas Gerais, no período de 1993 a 1998, nos ensaios comparativos avançados, totalizando 23 diferentes ambientes, onde se

produziu, em média, 6.958 kg/ha. Os índices de aumento de produtividade em relação à 'Urucuia', 'Jequitibá' e 'BR-IRGA 409' variaram de 7% a 15% (Quadro 2).

Nesses ensaios, a cultivar Rio Grande mostrou-se mais resistente às principais doenças do arroz (brusone e mancha-de-grãos), que as testemunhas 'Urucuia' e 'BR-IRGA 409'. Porém, ela apresentou desempenho semelhante à 'Jequitibá', quanto à reação a doenças, em nível de campo.

'BRS Ourominas'

A 'BRS Ourominas' originou-se do cruzamento que envolveu as linhagens '17.719', '5.738' e 'IR21015-72-3-3-1', realizado pelo Ciat e introduzida no Brasil em geração F₄, pela Embrapa Arroz e Feijão, que efetuou vários ciclos de seleção obtendo a linhagem 'CNA 7556'. Através das Comissões Técnicas Regionais de Arroz, foi colocada à disposição da Rede Nacional de Avaliação de Arroz Irrigado (Renai). Começou a ser avaliada em Minas Gerais, pela EPAMIG, a partir de 1993. Constituiu a décima terceira cultivar de arroz irrigado lançada no Estado, pelo Programa de Melhoramento Genético de Arroz de Várzeas, executado pelo consórcio EPAMIG e Embrapa Arroz e Feijão.

A 'BRS Ourominas' é de ciclo médio, floresce aos 100-105 dias, em média, atingindo a maturação próximo de 135-140 dias, dependendo da região, época e método de plantio. Esta cultivar apresenta folha "bandeira" ereta, ótima capacidade de perfilhamento e porte médio em torno de 90 cm, adequado para lavouras irrigadas. A colheita é processada manualmente ou por meio de colhedoras. A cultivar BRS Ourominas é resistente ao acamamento e apresenta degre normal na maturação. Foi avaliada em Minas Gerais, no período de 1995 a 2000, nos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado, totalizando 18 diferentes ambientes. Nestas pesquisas a 'BRS Ourominas' produziu em média 6.488 kg/ha, contra 6.056, 5.881 e 5.531 kg/ha das cultivares testemunhas 'Urucuia', 'Jequitibá' e 'BR-IRGA 409', respectivamente. Os indi-



Figura 3 - Cultivar de arroz irrigado Rio Grande

NOTA: Lançada em 1999, ainda é uma das mais expressivas no cultivo em várzeas de Minas Gerais.

ces de aumento de produtividade em relação às testemunhas variaram de 9% a 16%. Tal desempenho produtivo, aliado a outros caracteres agrônômicos de interesse, permitiu sua recomendação para plantios comerciais em todas as regiões do Estado, a partir de 2001 (Quadro 2).

Esta nova cultivar mostrou-se mais resistente às principais doenças fúngicas do arroz (brusone e mancha-de-grãos), que as cultivares testemunhas 'Urucuia' e 'BR-IRGA 409'. Porém, ela apresentou comportamento semelhante à Jequitibá, quanto à reação a doenças no campo (Quadro 1).

A 'BRS Ourominas' está enquadrada na classe longo-fino (tipo agulhinha), seus grãos têm endosperma vítreo, alto rendimento de grãos inteiros no beneficiamento (em torno de 60%), boa massa e excelente "qualidade de panela", pois ficam soltos, macios e saborosos após o cozimento, além da boa expansão de volume. Assim, a ótima qualidade industrial e culinária dos grãos, aliada ao alto potencial genético para produção e outros caracteres agrônômicos de interesse (Quadro 1 e Fig. 4), torna a 'BRS Ourominas' uma das melhores cultivares de arroz de várzeas lançadas, até então, no estado de Minas Gerais.



Figura 4 - Cultivar Ourominas

NOTA: Possui elevado potencial genético para produção de grãos e excelente comportamento industrial e culinário.

'BRSMG Seleta'

A 'BRSMG Seleta' é originária do cruzamento triplo CT 7415 / P4743 //CT 8154, realizado pelo Ciat, Colômbia, em 1988, e introduzida no Brasil em 1990 pela Embrapa Arroz e Feijão. No período de 1990/1991 a 1994/1995, as populações segregantes foram conduzidas utilizando-se os métodos genealógicos e massal, selecionando-se uma linhagem que foi registrada no BAG da unidade, com o código de CNA 8479. A partir de 1995/1996 a linhagem passou a integrar a rede nacional de avaliação de linhagens de arroz irrigado por meio do ensaio de observação.

Avaliações subseqüentes realizadas em Minas Gerais, no Ensaio Comparativo Preliminar no ano agrícola 1996/1997 e nos Ensaio Comparativos Avançados ou VCUs, durante cinco anos agrícolas (1997/1998 a 2001/2002), totalizando 14 ensaios, evidenciaram o seu comportamento superior às cultivares testemunhas, levando a sua recomendação para cultivo sob irrigação por inundação contínua em todas as regiões de Minas Gerais, a partir de 2004.

A 'BRSMG Seleta' atinge o ponto de colheita aos 140-145 dias, enquadrando-se na categoria de ciclo médio. É de porte inter-

mediário, com altura média de planta oscilando entre 95 e 100 cm. Comporta-se como resistente ao acamamento e também tem-se mostrado resistente à brusone e à mancha-de-grãos.

Em um total de 14 ensaios de VCUs, conduzidos sob irrigação por inundação contínua em várzeas mineiras, no período de 1997/1998 a 2001/2002, a 'BRSMG Seleta' apresentou médias de produtividade mais elevadas que as da melhor testemunha, 'Urucuia' ou 'Jequitibá', demonstrando seu alto potencial genético para produção de grãos.

Em média, superou em 5,8%, 16,8% e 22,7% as cultivares testemunhas BR-IRGA 409, Jequitibá e Urucuia, respectivamente (Quadro 2). Seu rendimento de grãos inteiros no beneficiamento, quando colhidos no ponto ideal de colheita (20-22% umidade), situa-se entre 55% e 60%, com baixa intensidade de centro branco. Seus grãos são da classe longo-fino, com dimensões similares aos da cultivar Ourominas (comprimento 7,52 mm; largura 2,01 mm; espessura 1,77 mm; e relação comprimento/largura de 3,72mm, após beneficiados). Com relação à temperatura de gelatinização e teor de amilose, os grãos da 'BRSMG Seleta' são similares aos da 'Ourominas', apresentando-se soltos, macios e enxutos, com boa expansão de volume após cozidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cabe salientar que na década de 90 priorizou-se o quesito qualidade de grãos. É notória a ênfase dada a este caráter por todos os programas de melhoramento de arroz e de outros grãos, tanto em nível estadual, como em nível nacional ou mundial. Como resultado deste esforço, as cultivares lançadas mais recentemente possuem grãos de melhor qualidade, em seus diferentes fins, beneficiando a todos: produtores, industriais e consumidores.

Os Programas de Melhoramento Genético de Arroz de Terras Altas e de Várzeas, desenvolvidos em Minas Gerais pela EPAMIG, em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão e Ufla, mostraram-se eficientes no

período analisado (1992/2004). Foram lançadas 16 cultivares de arroz, sendo nove para as lavouras irrigadas em várzeas e sete para as de terras altas (sequeiro tradicional ou irrigadas por aspersão).

Destas, atualmente, as mais cultivadas em terras altas em Minas Gerais são: 'Caia-pó', 'Canastra' e 'Carisma' e em várzeas (irrigadas por inundação ou em várzeas úmidas) são: 'Jequitibá', 'Rio Grande' e 'BRS Ourominas'.

REFERÊNCIAS

- EPAMIG. **Projeto E PAMIG 30 anos e o ano internacional do arroz em 2004**. Belo Horizonte, 2004. 21p. Digitado. Programa Estadual de Pesquisa de Arroz e Programa de Melhoramento Genético de Arroz em Minas Gerais.
- LSPA MINAS GERAIS. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento da safra agrícola de Minas Gerais, no ano civil: safra 2002 - resultado final. Belo Horizonte: IBGE, 2002.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cenário futuro para a cadeia produtiva de arroz em Minas Gerais. In: _____. **Cenário futuro do negócio agrícola de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1995. v.3, 57p.
- SOARES, A. A. **Desempenho do melhoramento genético do arroz de sequeiro e irrigado na década de oitenta em Minas Gerais**. 1992. 188f. Dissertação (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- _____; CORNÉLIO, V.M. de O.; SOARES, P.C.; REIS, M. de S. Canastra e Confiança: cultivares melhorados de arroz para plantio em condições de sequeiro tradicional e irrigado por aspersão. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.44, n.252, p.230-240, mar./abr. 1997.
- _____; _____. SANTOS, P.G.; REIS, M. de S. Carisma: cultivar de arroz agulhinha para plantio no sequeiro tradicional e sob pivô central. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.47, n.272, p.441-448, jul./ago. 2000.
- _____; _____. Primavera: cultivar de arroz com grãos agulhinha para cultivo em terras altas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.48, n.277, p.381-388, maio/jun. 2001.
- _____; REIS, M. de S.; CORNÉLIO, V.M. de O.; SOARES, P.C. Samburá e Mucuri, cultivares melhorados de arroz para as várzeas úmidas de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.43, n.247, p.301-308, maio/jun. 1996.
- _____; _____. Uruçuia, Sapucaí e Capivari: novos cultivares de arroz irrigado para o estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.42, n.240, p.225-232, mar./abr. 1995.
- _____; _____. SOARES, P.C. Caia-pó, nova opção de arroz de sequeiro para Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.40, n.231, p.513-517, set./out. 1993.
- _____; SANTOS, P.G.; MORAIS, O.P. de; SOARES, P.C.; REIS, M. de S.; SOUZA, MA. de. Progresso genético obtido pelo melhoramento do arroz de sequeiro em 21 anos de pesquisa em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, p.415-424, mar. 1999.
- SOARES, P.C.; CORNÉLIO, V.M. de O.; SOARES, A.A.; RANGEL, P.H.N.; REIS, M. de S. BRSMG Ouro Minas: cultivar de arroz para cultivo irrigado por inundação contínua. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.49, n.281, p.89-95, jan./fev. 2002.
- _____; SOARES, A.A.; CORNÉLIO, V.M. de O.; REIS, M. de S. Contribuição do programa de melhoramento genético de arroz da EPAMIG para Minas Gerais, no período de 1974 a 1997. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.45, n.262, p.505-515, nov./dez. 1998.
- _____; _____. Jequitibá: cultivar de arroz irrigado para as várzeas mineiras. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.44, n.256, p.639-645, nov./dez. 1997.
- _____; _____. Rio Grande: novo cultivar mineiro de arroz para cultivo sob irrigação por inundação contínua. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.47, n.272, p.449-455, jul./ago. 2000.

MUDAS DE OLIVEIRA

GARANTIA DE PROCEDÊNCIA,
MUDAS PADRONIZADAS, QUALIDADE
COMPROVADA E VARIEDADE IDENTIFICADA.



PEDIDOS E INFORMAÇÕES:
EPAMIG-FAZENDA EXPERIMENTAL DE MARIA DA FÉ - CEP: 37 517 - 000
e-mail: epamig@altinformatica.com.br - TELEFAX: (35) 3662 1227

Prosa Rural



O Programa de Rádio da Embrapa

Embrapa



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Serviço de Informação Científica e Tecnológica
Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Inat)
CEP 70770-901, Brasília, DF
Fone: (61) 340-9999 Fax: (61) 340-2763
www.soi.embrapa.br
sac@6ct.embrapa.br

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Produção e qualidade de sementes de arroz no estado de Minas Gerais

Vanda Maria de Oliveira Cornélio¹

Antônio Rodrigues Vieira²

Plínio César Soares³

Antônio Alves Soares⁴

Moisés de Sousa Reis⁵

Resumo - Dentre os insumos básicos necessários à exploração agrícola, a semente é um dos mais importantes. Constitui-se em um fator limitante da produtividade, uma vez que contém todas as potencialidades produtivas da planta. É por intermédio das sementes que as características desejáveis introduzidas pelos melhoristas, no trabalho de melhoramento genético da espécie, são levadas ao agricultor. O nível de demanda de sementes de alta qualidade é, historicamente, um fato que indica o estágio de desenvolvimento da agricultura em qualquer país. Utilizando-se sementes saudáveis e com alto poder germinativo de uma cultivar melhorada adaptada às condições de plantio, podem-se obter melhores produções, resguardando-se áreas de potencial agrícola contra a introdução ou acúmulo de agentes fitopatogênicos, pragas e plantas invasoras de importância econômica. Para o agricultor, é decisivo encontrar no mercado, em quantidades suficientes, sementes de alta qualidade, pois somente elas propiciam a ação dos demais insumos e fatores empregados na lavoura.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Patógenos. Sementes fiscalizadas. Sementes básicas.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da tecnologia de sementes, pesquisadores e produtores conscientizam-se cada vez mais da necessidade de obter materiais reprodutivos de alta qualidade, não só quanto à reprodução das características da espécie e cultivar mas também quanto ao desempenho em campo e à agregação de valores, gerando assim maior produtividade.

A obtenção de semente de alta qualidade inicia-se com o programa de melhoramento e, posteriormente, com o processo de multiplicação das classes, durante as

diferentes fases de produção (no campo e na pós-colheita). Isto reflete na qualidade final da semente a ser comercializada, a qual tem uma profunda influência na produção econômica de todas as espécies agrícolas. Assim, o termo qualidade, quando aplicado à semente, resume o estado dos atributos ou propriedades que contribuem ou determinam o desempenho, possibilitando desde a expressão de um estande perfeito até a plena manifestação das características desejáveis introduzidas pelos melhoristas no trabalho de melhoramento genético da espécie.

PRODUÇÃO DE SEMENTES EM MINAS GERAIS

A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em 1975, devido ao compromisso assumido junto à Secretaria de Agricultura de Minas Gerais, iniciou a produção de sementes básicas, visando atender à demanda criada pelos produtores de sementes fiscalizadas e, posteriormente, pelos de sementes certificadas. A partir de então, a EPAMIG começou um programa de produção de sementes básicas de algodão, arroz, feijão, milho-pipoca, soja, trigo e forrageiras.

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: vanda@epamig.ufla.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: arvieira@epamig.ufla.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: plinio@mail.ufv.br

⁴Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. UFLA – Dep^o Agricultura, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: aasoares@ufla.br

⁵Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: moises@epamig.ufla.br

Dentre estes programas, o de produção de sementes básicas de arroz, cuja classe só é produzida em Minas Gerais, pela EPAMIG, é mantido tanto em suas bases físicas (Fazendas Experimentais), como em regime de cooperação com terceiros. Através deste trabalho, a EPAMIG coloca à disposição dos produtores de sementes de arroz cultivares de alta qualidade e produtividade, desenvolvidas pela pesquisa, e contribui, assim, para um melhor desenvolvimento da cultura no Estado.

A produção de sementes certificada e fiscalizada é realizada por produtores registrados e/ou credenciados e inspecionados pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), com a finalidade de assegurar sementes de alta qualidade para atender à demanda dos produtores de grãos.

A evolução das áreas plantadas e colhidas com sementes básicas de arroz, em Minas Gerais, no período de 1994/1995 a 2001/2002, é mostrada no Gráfico 1. Como se observa, há grande oscilação em ambas e a causa provavelmente esteja relacionada com a demanda de sementes de arroz no ano anterior. Os anos agrícolas de 1994/1995 e 1999/2000 foram os que tiveram maior área destinada ao cultivo de sementes básicas pela EPAMIG, no Estado. Embora a produção de sementes básicas esteja relacionada com a demanda de sementes certificada e/ou fiscalizada, nem sempre toda produção dessas sementes é direcionada para essas classes, uma vez que a classe de semente certificada também atende à classe fiscalizada.

A produção bruta colhida e a produção aprovada em análise de sementes básicas de arroz em Minas Gerais, no período de 1994/1995 a 2001/2002, são apresentadas no Gráfico 2. Verifica-se que houve um pico de produção em 1994/1995 e queda nos dois anos seguintes. Certamente, o excesso de produção no ano de pico ocasionou baixa nos preços que refletiram nos dois anos seguintes. A pequena oferta de sementes básicas, no ano de 1996/1997, impulsionou os preços, o que promoveu uma elevação no ano seguinte, cujo ciclo decrescente reiniciou-se, mas com menor intensidade.

Comparando-se as áreas plantadas e colhidas com sementes básicas e fiscalizadas (Gráfico 1 e 3), nota-se que a área colhida é sempre menor que a área plantada. Este fato ocorre, devido à condenação de glebas de cultivo, durante as inspeções de campo, considerando a presença de contaminantes tais como plantas daninhas, plan-

tas atípicas, misturas varietais etc. e o ataque de doenças. No caso de doenças, um campo de produção de sementes de arroz não deverá ser aceito, quando a intensidade de ataque de brusone, cercosporiose, mancha-parda e outras doenças for evidente e comprometer a qualidade das sementes (MINAS GERAIS, 1985).

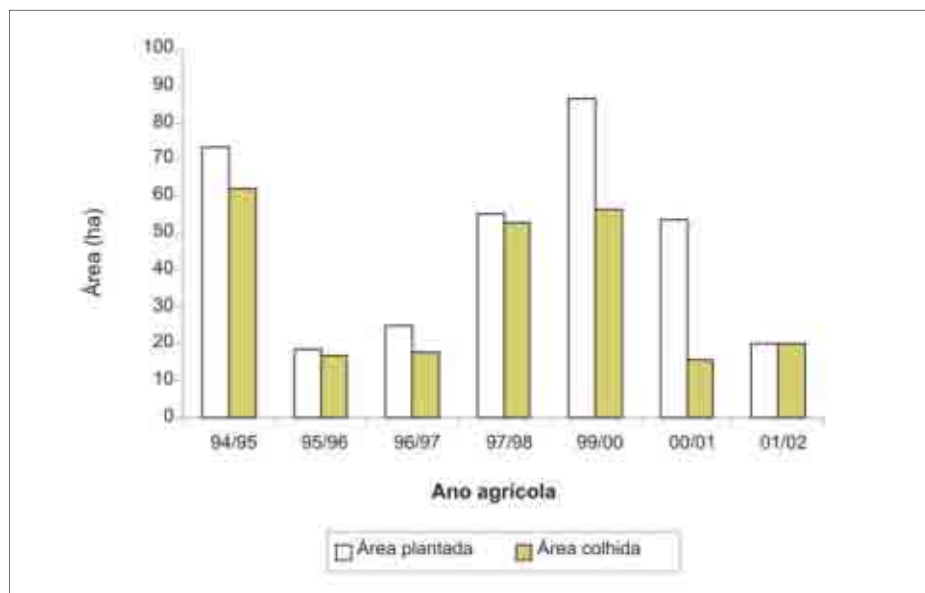


Gráfico 1 - Áreas plantadas e colhidas com sementes básicas de arroz irrigado e de terras altas no estado de Minas Gerais, no período 1994 - 2002

FONTE: IMA.

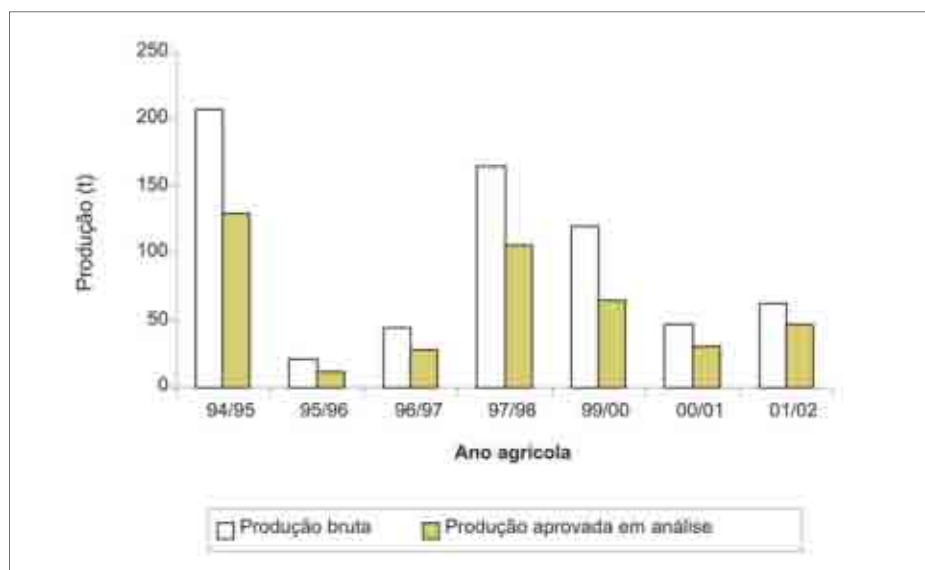


Gráfico 2 - Produção bruta colhida e produção aprovada em análise de sementes básicas de arroz irrigado e de terras altas produzidas em Minas Gerais, no período 1994 - 2002

FONTE: IMA.

Com relação às sementes fiscalizadas, o Gráfico 3 retrata a magnitude da área plantada em Minas Gerais, no ano agrícola de 1994/1995 a 2001/2002. A semente fiscalizada é a que é vendida diretamente aos produtores de grãos e, portanto, reflete diretamente a situação do mercado de sementes, bem como da área plantada e da produção de grãos. Examinando o Gráfico 3, constata-se que, a partir de 1994/1995, tanto a área plantada, quanto a área colhida vêm sofrendo constantes decréscimos, porém a maior queda é observada na safra 1994/1995 para 1995/1996, sendo que, a partir de 1996/1997, a queda é menor, permanecendo em torno de 2.000 ha. Esses dados refletem que a demanda por sementes fiscalizadas vem caindo nos últimos anos, o que indica queda no plantio do arroz no Estado.

O Gráfico 4 representa a produção bruta colhida e a produção aprovada em análise de sementes fiscalizadas de arroz em Minas Gerais, no período de 1994/1995 a 2001/2002. À semelhança do que ocorreu com a área (Gráfico 3), a produção de sementes fiscalizadas sofreu redução acentuada na safra de 1994/1995 para 1995/1996, estabilizando-se nos cinco anos agrícolas posteriores. A produção de sementes fiscalizadas apresenta uma correlação e estreita com a produção de grãos no Estado, no mesmo período (Gráfico 5). Cabe salientar que a maior parte da área de arroz plantada em Minas Gerais é feita por agricultores que utilizam os próprios grãos colhidos ou fazem a troca com vizinhos. Eles utilizam esse grão como semente, mascarando assim, a relação entre a produção de sementes fiscalizadas e a produção de grãos. Outra questão que merece ser destacada é que parte da semente fiscalizada produzida no Estado é comercializada em outras Unidades da Federação, principalmente no Norte e Nordeste.

A produção de sementes fiscalizadas de arroz de terras altas por cultivar de 1994/1995 a 2001/2002, é plotada no Gráfico 6. As principais cultivares, cujas sementes foram produzidas, são: ‘Guarani’, ‘Douradão’, ‘Caiapó’, ‘Canastra’, ‘Confiança’,

‘Carisma’ e ‘Primavera’. Nos dois primeiros anos, houve grande predominância da ‘Guarani’, seguida pela ‘Caiapó’ e, em 1994/1995 foi o último ano de produção da ‘Douradão’. Essa cultivar manteve-se por pouco tempo no mercado em face da sua baixa qualidade culinária. A ‘Guarani’, embora tenha grãos longos e largos, dominou o mer-

cado de sementes desde o seu lançamento em 1987 até 1996/1997; a partir daí continuou a ser produzida, porém em menor escala. Isso se deve ao fato de que a ‘Guarani’ e a ‘Douradão’ eram as únicas cultivares precoces disponíveis no mercado e com alto potencial genético de produção de grãos. A ‘Caiapó’ foi a última cultivar do

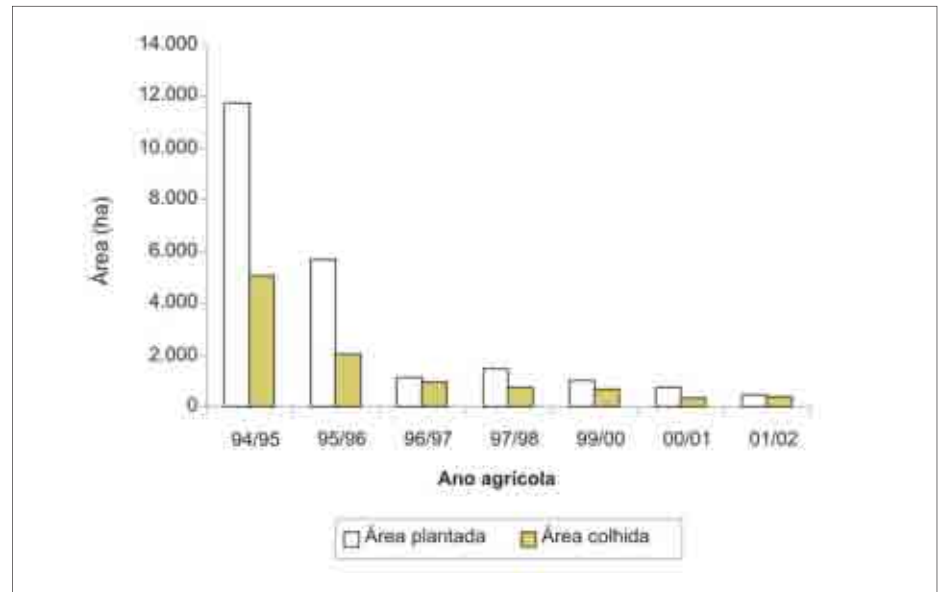


Gráfico 3 - Áreas plantada e colhida com sementes fiscalizadas de arroz irrigado e de terras altas no estado de Minas Gerais, no período 1994 - 2002

FONTE: IMA.

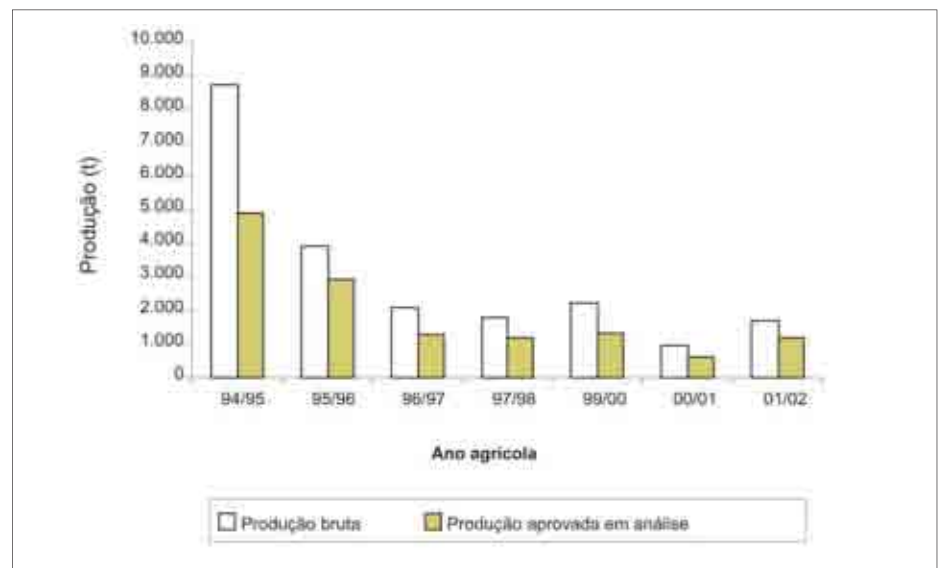


Gráfico 4 - Produção bruta colhida e produção aprovada em análise de sementes fiscalizadas de arroz irrigado e arroz de terras altas, produzidas em Minas Gerais, no período 1994 - 2002

FONTE: IMA.

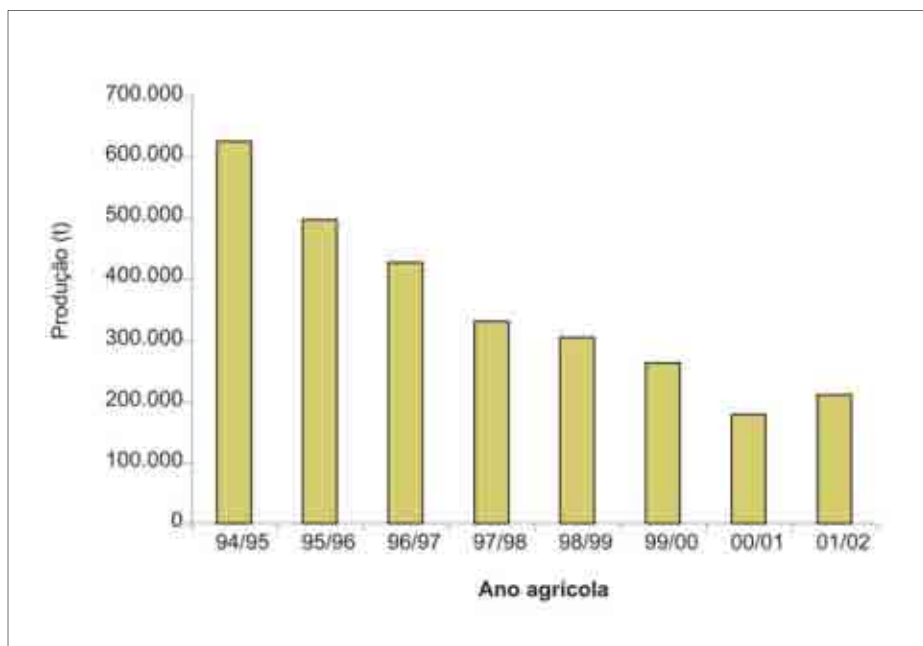


Gráfico 5 - Produção de grãos de arroz irrigado e de terras altas em Minas Gerais, no período 1994 - 2002

FONTE: IBGE (2003).

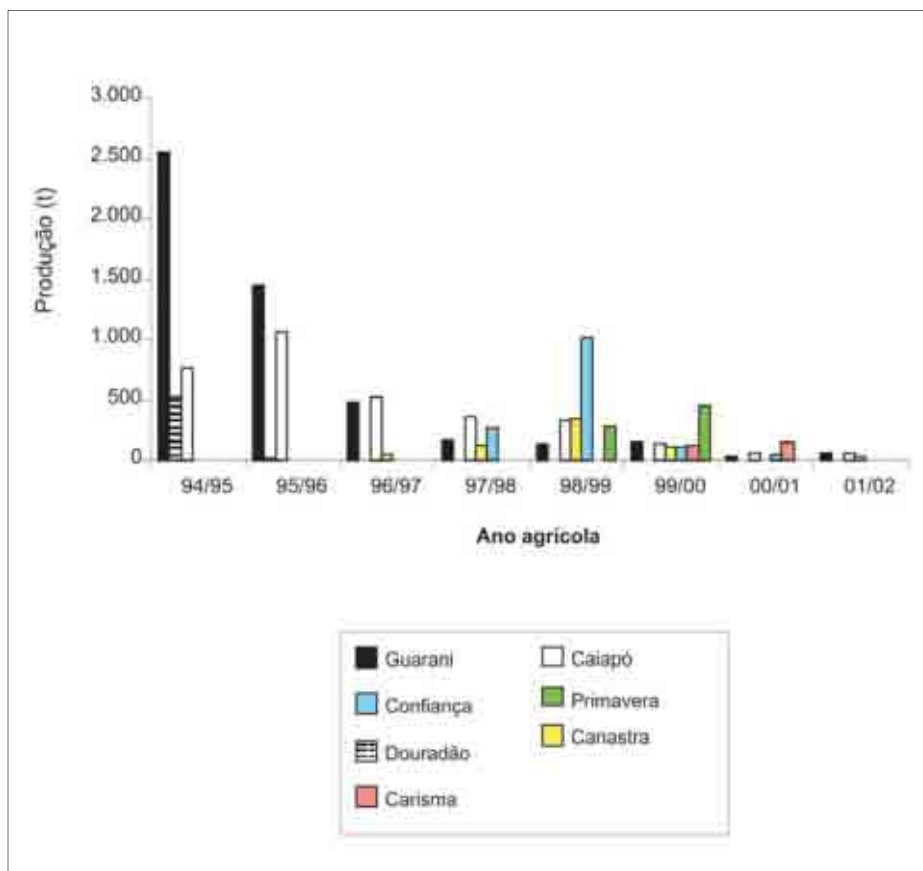


Gráfico 6 - Produção de sementes fiscalizadas de arroz das cultivares Guarani, Douradão, Caiapó, Canastra, Confiança, Carisma, Primavera, no período 1994-2002

FONTE: IMA.

tipo tradicional e de grãos agulhinha a lançada no mercado mineiro. É uma cultivar de porte alto, de elevado vigor inicial e competitiva com plantas daninhas; por isso é ainda bastante plantada. O lançamento de cultivares modernas de porte intermediário, arquitetura mais ereta, tolerantes às doenças e de grãos da classe longo-fino (agulhinha), de alta qualidade culinária, como são a 'Canastra', 'Confiança', 'Carisma' e 'Primavera', a partir de 1996, coincidiu com a expansão da soja e do milho, no País, em detrimento do arroz. Apesar de serem cultivares muito superiores às lançadas anteriormente, não conseguiram evitar a queda do cultivo do arroz em Minas Gerais, em função de preços mais atrativos da soja e do milho.

A situação do arroz irrigado por inundação não foi diferente, como mostra o Gráfico 7. Entre as cultivares, predominam a 'Inca', até 1998/1999, quando, então, foi lançada a 'Rio Grande', que, praticamente, é a única cultivar de arroz irrigado recomendada para Minas Gerais, que tem sido produzida por produtores de sementes fiscalizadas. A 'Capivani' e a 'Sapucai' tiveram pequenas produções no início do período e a 'Jequitibá' e 'Urucuia', embora sejam cultivares excepcionais, tiveram sementes fiscalizadas produzidas somente em 1998/1999. Os baixos preços do arroz nos anos recentes foram a principal causa da intensa redução de área e de produção dessa cultura no Estado.

QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DAS SEMENTES

O conhecimento da qualidade das sementes, logo após a colheita, é um fator importante a ser considerado em qualquer programa de produção de sementes. Essa informação rápida e segura torna-se indispensável para qualquer decisão a ser tomada em relação ao destino das sementes.

A qualidade fisiológica de sementes é definida como sendo a reunião de todos os atributos que revelam sua capacidade de desempenhar funções vitais (POPINIGIS,

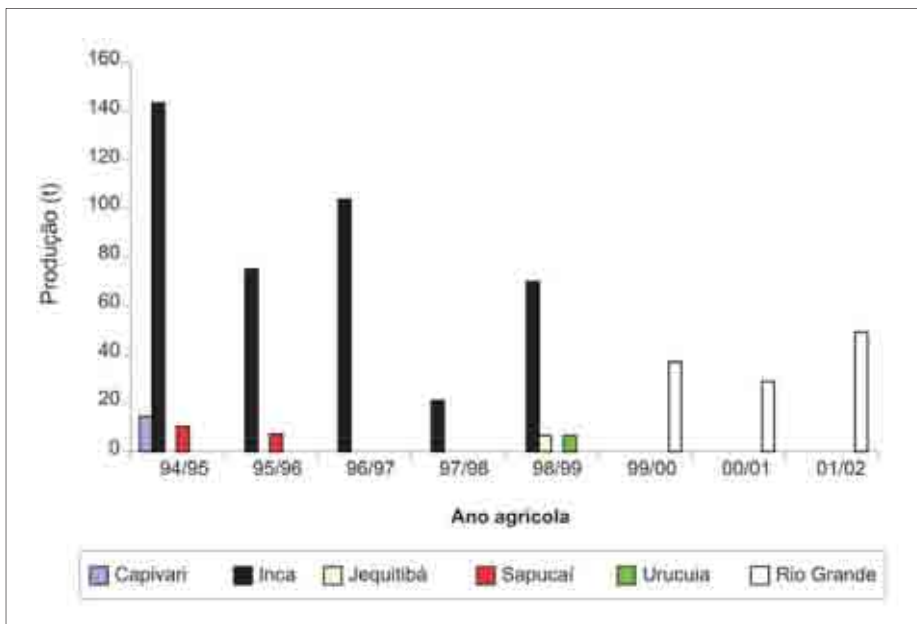


Gráfico 7 - Produção de sementes fiscalizadas de arroz irrigado das cultivares Capivari, Inca, Jequitibá, Sapucaí, Urucuia e Rio Grande, no período 1994 - 2002

FONTE: IMA.

1975). Muitos testes são utilizados para determinar a qualidade fisiológica das sementes de arroz, como o de germinação, o de comprimento de raiz, o de envelhecimento acelerado, o de emergência de plântulas, entre outros, tendo cada um suas particularidades.

A qualidade fisiológica potencial de uma semente é determinada por sua herança genética, porém, sua qualidade real é função das condições ambientais em que foi produzida e armazenada, bem como das tecnologias de produção, de colheita, secagem, beneficiamento e comercialização (KRZYZANOWSKI, 1974). Segundo Moreno Martinez et al. (1982), vários são os fatores internos e externos que afetam a qualidade da semente. Os internos, condicionados pelo genótipo, definem suas características bioquímicas e fisiológicas, as quais interagem com os externos, representados pelos fatores ambientais, físicos e bióticos que, aceleram o seu processo de deterioração.

Assim, a manutenção da qualidade da semente constitui-se em um grande problema para a agricultura em todo o mundo, principalmente em regiões tropicais, onde as temperaturas e umidade relativa são

elevadas durante os períodos de maturação e armazenamento das sementes.

Para Carvalho e Nakagawa (1988), as condições climáticas das regiões de cultivo podem afetar não só a quantidade, mas também a qualidade das sementes produzidas. Deve-se considerar que a região seja apta para a produção de sementes e também conhecer o histórico da área de produção. O produtor, conhecendo a área em que irá produzir suas sementes, poderá evitar contaminação genética, varietal, patogênica ou por plantas daninhas etc. A escolha da área, onde o patógeno é incapaz de se estabelecer ou ter um desenvolvimento tolerável, é uma medida eficaz para a produção de sementes sadias (MACHADO, 1988).

No período de 1994 a 2002, foram analisados pelo teste padrão de germinação (TPG), alguns lotes de sementes de arroz produzidos em Minas Gerais. Pelos resultados obtidos, verificou-se que a germinação dessas sementes variou de 80% a 97%, estando dentro dos padrões mínimos exigidos pela Comissão Estadual de Sementes e Mudanças do Estado de Minas Gerais (Cesm-MG), os quais variam de acordo com as classes (básica 80%, certificada e fiscali-

zada 85%). Ressalta-se que a variação na porcentagem de germinação existente entre os lotes de sementes pode ter sido pelas condições às quais essas sementes foram produzidas, pelo manuseio após a colheita e também pela qualidade sanitária delas.

A perda de viabilidade das sementes, durante o período de armazenamento, é causada por vários fatores, dentre os quais destaca-se a ação de vários microorganismos. Pinto (1996) cita que os fungos são os principais responsáveis pela deterioração de grãos e sementes, causando descoloração, degradação de proteínas, açúcares e carboidratos, podendo ainda produzir odores desagradáveis. Com o desenvolvimento dos fungos, ocorre também a produção de calor, o que acelera o processo de deterioração.

Machado (1988) alerta para o fato de a maioria das doenças conhecidas poder ter seus agentes etiológicos transmitidos pelas sementes de seus hospedeiros e destaca os fungos como o maior grupo desses agentes. Segundo este autor, a importância econômica da associação de patógenos às sementes deve ser analisada não só pelos danos potenciais à cultura hospedeira em uma dada safra, mas também pela fonte de inóculo na área de cultivo. Tanaka (1982) alerta para o fato de as chances de aparecimento de doenças serem maiores, se a semente estiver infectada, uma vez que os patógenos têm sua introdução assegurada na lavoura.

No Brasil, a preocupação com a qualidade sanitária das sementes de arroz é antiga. Terra (1958) realizou uma pesquisa, em que procurou detectar esporos de fungos em sementes de arroz. Segundo este autor, as doenças que atacam a cultura não são exclusivamente transportadas pelas sementes. Ocorrem contaminações, devido a restos de cultura, solo, ar atmosférico, hospedeiros naturais etc.

As sementes de arroz são responsáveis pela disseminação de inúmeros patógenos que causam doenças de grande importância econômica nessa cultura, além de ser um eficiente meio de sobrevivência desses pa-

tógenos na natureza (AMARAL, 1987). Segundo Richardson (1990), os fungos são o principal grupo de organismos patogênicos que se podem associar às sementes de arroz, abrangendo, aproximadamente, 50 espécies já relatadas. As maiores perdas da cultura são atribuídas às doenças causadas por *Pyricularia grisea* Sacc, agente causal da brusone e *Drechslera oryzae* (Breda de Haan) Su bram & Jain, agente causal da mancha-parda (AMARAL, 1987, PINTO, 1989). Em Minas Gerais, tem sido observado um aumento na incidência dos fungos *Phoma spp.* um dos causadores da mancha-de-grãos e *Gerlachia oryzae*, agente causal da escaldadura das folhas. Cornélio et al. (1998) detectaram alta porcentagem desses patógenos em sementes de arroz de experimentos realizados no Estado.

Durante as safras de 1994/1995, 1995/1996, 1996/1997, 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002 foram analisados lotes de sementes de arroz das cultivares Caiapó, Guarani, Canastra e Carisma, através do teste de sanidade, utilizando-se o *Blotter test*. Os fungos avaliados foram *Pyricularia grisea*, *Gerlachia oryzae*, *Drechslera oryzae* e *Phoma spp.* (Quadro 1). Observa-se que a contaminação das sementes pelo patógeno *Phoma spp.* apresentou níveis elevados em todas as cultivares e em todas as safras estudadas, demonstrando ser um problema que deve ser atacado no plantio de sementes de arroz no Estado. Para os demais fungos, a variação no índice de contaminação teve influência do ano de cultivo, indicando que, em algumas safras, as condições ambientais foram mais favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos. Deve-se ressaltar que o fungo *P.grisea* causador da brusone, principal doença que ataca a cultura, apresentou índices mais elevados em cinco dos 49 lotes analisados.

Outros fungos, incluindo os saprófitas, podem também diminuir a qualidade das sementes, por causarem descoloração e diminuir o valor comercial, tanto das sementes, quanto dos grãos para consumo (NEERGAARD, 1979).

QUADRO 1 - Resultado de análise sanitária realizada em lotes de sementes de arroz produzidos em Minas Gerais, no período 1994/1995 - 2001/2002 (continua)

Ano agrícola	Cultivar	<i>Pyricularia grisea</i>	<i>Drechslera oryzae</i>	<i>Gerlachia oryzae</i>	<i>Phoma spp.</i>
94/95	Caiapó	0,00	0,50	0,50	5,75
94/95	Caiapó	0,00	4,50	3,50	16,00
94/95	Caiapó	0,50	2,50	4,50	55,20
94/95	Caiapó	2,00	10,20	5,00	43,50
94/95	Caiapó	1,25	0,50	0,25	26,50
95/96	Caiapó	0,50	0,00	0,00	12,00
95/96	Guarani	0,00	0,00	0,00	36,50
96/97	Caiapó	0,00	0,50	0,50	1,00
96/97	Caiapó	0,50	0,00	0,00	21,00
96/97	Canastra	0,00	0,00	0,00	14,00
96/97	Canastra	0,00	0,00	0,00	12,50
96/97	Canastra	0,00	0,00	0,00	14,00
98/99	Caiapó	9,00	3,00	0,00	15,00
98/99	Guarani	1,00	2,50	0,50	18,00
98/99	Canastra	0,00	0,00	0,00	2,00
98/99	Canastra	1,50	4,50	0,00	12,00
98/99	Canastra	0,00	4,00	13,25	11,00
98/99	Canastra	0,00	5,25	10,25	5,50
98/99	Canastra	0,00	4,00	10,50	7,50
98/99	Canastra	0,00	6,00	0,25	32,75
98/99	Carisma	0,50	7,00	0,50	14,00
98/99	Carisma	0,00	5,75	3,25	2,75
98/99	Carisma	2,75	1,75	8,75	19,25
99/00	Caiapó	8,50	11,50	0,00	9,00
99/00	Caiapó	15,00	3,50	1,50	24,50
99/00	Guarani	0,00	5,50	0,00	19,00
99/00	Canastra	22,00	2,50	0,00	27,50
99/00	Canastra	9,00	1,50	1,50	10,00
99/00	Canastra	0,00	0,20	0,20	5,70
99/00	Carisma	1,50	3,50	0,00	31,50
99/00	Carisma	0,00	0,00	1,00	3,20
99/00	Carisma	5,00	1,00	9,00	5,50
99/00	Carisma	4,00	0,00	7,50	6,00
99/00	Carisma	0,00	4,00	0,00	32,00
99/00	Carisma	0,00	3,00	1,00	24,50
00/01	Canastra	0,00	6,50	0,00	14,00
00/01	Canastra	0,00	11,50	0,00	11,00
00/01	Canastra	0,00	3,00	0,00	9,00
00/01	Canastra	0,00	2,50	0,00	7,50
00/01	Canastra	11,50	17,00	0,00	17,00
00/01	Canastra	0,00	4,00	0,00	15,00

Ano agrícola	Cultivar	(conclusão)			
		<i>Pyricularia grisea</i>	<i>Drechslera oryzae</i>	<i>Gerlachia oryzae</i>	<i>Phoma</i> spp.
01/02	Caiapó	3,00	3,75	5,50	4,75
01/02	Canastra	16,25	6,25	0,50	18,75
01/02	Canastra	14,25	11,25	0,00	25,75
01/02	Canastra	3,50	4,25	0,00	10,00
01/02	Canastra	7,75	4,00	0,00	12,50
01/02	Canastra	9,00	12,50	0,50	25,00
01/02	Canastra	1,00	6,25	0,00	5,25
01/02	Canastra	6,50	12,75	0,25	12,50

Os patógenos que atacam a cultura do arroz de terras altas e o irrigado são praticamente os mesmos, existindo porém variações na incidência e patogenicidade deles para os diferentes locais e manejo da cultura.

Uma das maneiras de controlar fungos em sementes de arroz é pelo tratamento químico, que deve protegê-las, no período da germinação, e as plantas, durante os estádios iniciais de desenvolvimento. Deve-se ressaltar, no entanto, que sementes com germinação baixa, devido principalmente a outros fatores além da condição sanitária, não respondem ao tratamento. Segundo Machado (1994), métodos eficazes de tratamento de sementes podem tornar mais flexíveis os padrões de tolerância para determinados patógenos e vice-versa.

Para Pereira (2001), o manejo integrado de doenças deve ser levado em consideração no momento de tomar decisões no controle das enfermidades associadas a sementes. Dentre vários aspectos, no controle de doenças associado a sementes de arroz, como de qualquer outra, deve-se considerar a análise dos impactos causados no ambiente, avaliados pelo técnico que o recomenda, devendo sempre prevalecer o bom senso e o conhecimento do profissional na tomada de decisões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo do arroz em Minas Gerais vem decrescendo ao longo dos últimos anos em função, principalmente, da substituição da cultura por outras mais rentáveis, como a soja e o milho. No intuito de minimizar

essa situação, a pesquisa tem desenvolvido novas cultivares com alto potencial produtivo e de excelente qualidade culinária. A utilização de sementes com alta qualidade fisiológica e sanitária dessas cultivares desenvolvidas pela pesquisa poderá contribuir para aumentar a rentabilidade da cultura, propiciando, assim, a retomada do crescimento da cultura do arroz no Estado.

REFERÊNCIAS

AMARAL, H.M. Testes de sanidade de sementes de arroz. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V. das S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.358-370.

CARVALHO, N.M. de; NAKAGA WA, J. (Coord.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CORNÉLIO, V. M. de O.; SANTOS, P. G.; SOARES, A.A. **Avaliação do nível de ocorrência de diferentes fungos em cultivares de arroz de sequeiro tradicional e irrigado por aspersão**. In: REUNIÃO TÉCNICA DO PROGRAMA ESTADUAL DE PESQUISA EM ARROZ, 12., 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. p.105-107.

IBGE. **Produção de arroz 1994-2002**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 maio 2003.

KRZYZANOWSKI, F.C. **Técnica de envelhecimento precoce na avaliação do vigor de lotes de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1974. 102p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MACHADO, J.C. Padrões de tolerância de pató-

genos associados as sementes. **Revista Anual de Patologia de Plantas**, v.2, p.229-263, 1994.

_____. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: MEC/ESAL/FAEPE, 1988. 106p.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura. **Normas, padrões e procedimentos para a produção de sementes básicas, certificadas e fiscalizadas**. 2.ed. Belo Horizonte, 1985. 110p.

MORENO MARTINEZ, E.; RAMIREZ GONÇALVEZ, J.; MENDONZA, M.; VALENCIA, G. Efecto de fungicidas sobre la conservacion de semilla de maiz previamente invadida por hongos de bodegaje. **Turrialba**, San Jose, v.32, n.2, p.97-101, abr./jun. 1982.

NEEGAARD, P. **Seed pathology**. London: MacMillan, 1979. 839p.

PEREIRA, J.L. de A. **Patologia de sementes de arroz**. Disponível em: <<http://orbita.star-media.com/~fitopatologia/patoarroz.htm>>. Acesso em: 5 abr. 2001.

PINTO, H.M. do A. **Drechslera oryzae (Breda de Haan) Subram & Jain em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.): quantificação e localização do inóculo, efeitos no estabelecimento da cultura e controle com fungicidas**. 1989. 85p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PINTO, N.F.J. de A. Controle de patógenos em grãos de milho armazenados. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.77-78, jan./mar. 1996.

POPINIGIS, F. Aspectos da qualidade de sementes. In: CENTREISUL. **Curso para técnicos responsáveis por lavouras de produção de sementes**. Pelotas, 1975. v.2, p.234-270.

RICHARDSON, M.J. **An annotated list of seed-borne diseases**. 4.ed. Zürich: The International Seed Testing Association, 1990. 387p.

TANAKA, M.A.S. Importância da utilização de sementes sadias. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.91, p.31-34, jul. 1982.

TERRA, J.G. Normas para a pesquisa em esporos de fungos fitopatogênicos em sementes de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.12, n.138, p.197, jun. 1958.

Quando for comprar um Pivot Central, escolha um Valley. Há mais de um motivo para isto...



Os Painéis de Controle Valley:
são ferramentas eficientes de gerenciamento. Do painel Standard até a Estação base (automação, controle a distância)



Estruturas Valley, única empresa com equipamentos instalados desde 1978 no País. Garantimos estabilidade sem "stress".



Sistema de transmissão Valley, único fabricado exclusivamente para irrigação com certificado ISO 9001. Confira com quem já resiste. Valley.

Distribuição de água...
Não temus a tecnologia e a eficiência que você precisa.

Rede de Revendedores Valley,
com técnicos especializados em todo País
(assistência técnica ágil e com estoque próprio)

Para maiores informações: fone: (34) 3318 9014



A marca de
maior confiança
em irrigação -

www.pivotvalley.com.br

Arroz irrigado em sistema de cultivo pré-germinado

Ronaldir Knoblauch¹
Moizés de Sousa Reis²

Resumo - O arroz é cultivado em terras altas (arroz de sequeiro) e em terras de várzeas (arroz irrigado). No cultivo irrigado, existem vários sistemas: – convencional, em que o solo é preparado no seco, as sementes semeadas em linha e a irrigação realizada por inundação, aos 20 a 30 dias após a semeadura; – sistema de plantio direto, em que as sementes são semeadas em sulcos sem preparo, ou seja, sem revolvimento do solo; sistema de cultivo irrigado favorecido, utilizado nas áreas baixas das regiões Nordeste e Centro-Oeste, onde são aproveitadas as chuvas para inundação da área; - sistema pré-germinado, no qual as sementes são previamente germinadas e semeadas em lâmina d'água com a área alagada. Este último sistema, embora utilizado em vários Estados brasileiros, é característico de Santa Catarina, onde foi introduzido por imigrantes italianos, no início do século 20. Nesse Estado, 100% da área de arroz irrigado é cultivada em sistema pré-germinado e apresenta como principais vantagens: controle das plantas daninhas, especialmente do arroz daninho (vermelho e preto), através da água; preparo do solo e a semeadura, mesmo em épocas de chuva; uso intensivo da área, sem rotação de cultura; menor custo e maior produtividade, elevando, dessa forma, a rentabilidade para o produtor. Principais dificuldades para a sua adoção: – custo inicial de sistematização do solo; – necessidade de cultivares adaptadas ao sistema, as quais devem apresentar maior resistência ao acamamento e à toxidez por ferro.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Arroz de várzeas. Cultivo.

INTRODUÇÃO

O sistema de cultivo pré-germinado é aquele que utiliza sementes de arroz previamente germinadas, semeadas a lanço sobre uma lâmina d'água. Para esse tipo de cultivo, as quadras devem ser sistematizadas em nível, de forma que a água cubra todo o solo, com a mesma profundidade.

No Brasil, o sistema pré-germinado teve seu início no estado de Santa Catarina, no início do século 20, na região do Vale do Rio Itajaí, introduzido por imigrantes italianos. Em muitos casos, as próprias áreas, por serem encharcadas e de difícil drenagem, fizeram com que os produtores se

vissem obrigados a cultivar o solo com água, bem como a realizar a semeadura e o cultivo sem secar a terra.

Com a criação do Provárzeas nacional, no início da década de 80, muitos Estados brasileiros começaram a sistematizar suas várzeas e, alguns deles, passaram a adotar o sistema de cultivo pré-germinado. Naquela época, em toda a área do Sul do estado de Santa Catarina, aproximadamente 40 mil hectares, utilizava-se o sistema de semeadura em solo seco e irrigação, aos 30 dias após a semeadura. A produtividade era em torno de três toneladas por hectare. Após a troca do sistema de cultivo para o pré-germinado, o rendimento começou a

umentar, chegando, atualmente, a patamares superiores a 7 toneladas por hectare.

O incremento obtido foi devido, principalmente, ao melhor controle de plantas daninhas, em especial do arroz vermelho, à liberação de nutrientes, devido ao a lagamento antecipado do solo, bem como aos trabalhos de pesquisa, principalmente na criação de cultivares adaptadas ao sistema e aos trabalhos de assistência técnica e extensão rural.

Além de Santa Catarina, outros Estados brasileiros como Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, dentre outros, também cultivam arroz no sistema pré-germinado.

¹Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesq. EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí, Caixa Postal 277, CEP88301-970 Itajaí-SC. Correio eletrônico: roni@epagri.rct-sc.br

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: moizes@epamig.ufla.br

Diferentemente dos demais sistemas, o pré-germinado exige sistematização da área e a realização de estruturas fixas, as quais deverão ser planejadas e realizadas antes do cultivo. Além disso, possui algumas peculiaridades, tais como, preparo do solo com água, uso de máquinas e equipamentos adaptados e controle de plantas daninhas, através da lâmina d'água e de herbicidas aplicados diretamente sobre essa lâmina.

Como em todos os sistemas de produção, o pré-germinado possui vantagens e dificuldades, as quais serão abordadas a seguir.

VANTAGENS DO SISTEMA PRÉ-GERMINADO

O sistema de cultivo pré-germinado possui inúmeras vantagens, sendo as principais:

- controle de plantas daninhas, especialmente do seu maior inimigo, o arroz daninho (vermelho e preto). Este, por ser da mesma espécie do arroz cultivado, é de difícil controle. Atualmente, o uso da água é ainda o método mais prático e barato a ser empregado;
- cronograma das atividades: tendo em vista que tanto o preparo do solo como a semeadura independem das condições meteorológicas para serem realizados, os agricultores podem definir as datas em que pretendem implantar suas lavouras;
- uso intensivo do solo: como praticamente não há erosão do solo e o controle de plantas daninhas é mais facilitado, as áreas de cultivo pré-germinado vêm sendo exploradas ano após ano. Existem lavouras no Vale do Rio Itajaí, em Santa Catarina, que são cultivadas com arroz pré-germinado há mais de 80 anos e as produtividades vêm aumentando gradativamente;
- formação de lâmina uniforme nos quadros, o que facilita o manejo da

água e o controle das plantas daninhas;

- maior disponibilidade de nutrientes; além de outros benefícios ao cultivo, proporcionados pela água, o alagamento antecipado do terreno, promove a liberação antecipada de alguns nutrientes, especialmente fósforo, potássio, cálcio e magnésio;
- menor consumo de água: trabalhos realizados por Eberhardt (1993) e Marcolin et al. (1999), comparando vários sistemas de cultivo de arroz irrigado, concluíram que o sistema pré-germinado consome menos água que os demais.

DIFICULDADES DO SISTEMA PRÉ-GERMINADO

A princípio, é necessário que se leve em consideração que nem todas as áreas possíveis de ser cultivadas com arroz irrigado, são adequadas à implantação do sistema pré-germinado. Além disso, existem algumas dificuldades, como:

- custo inicial da lavoura: as áreas para o sistema pré-germinado devem ser sistematizadas e o custo inicial é, normalmente, alto;
- ataque de pássaros: diferentemente dos demais sistemas, no pré-

germinado as sementes ficam expostas tanto para os pássaros de hábito aquático (marrecos selvagens), como para o pássaro-preto;

- ataque de insetos de vida aquática e moluscos;
- pode haver perda de argila e nutrientes em suspensão, quando os quadros são drenados logo após a formação de lama. Todavia, esta prática não é recomendada;
- cultivares adaptadas: em função da inundação por um período maior do que nos demais sistemas, as cultivares tendem a acamar com maior facilidade. Além disso, as plantas podem ser prejudicadas pela toxidez por ferro.

A seguir serão abordadas as práticas culturais recomendadas para o sistema pré-germinado.

SISTEMATIZAÇÃO DA ÁREA

A sistematização preconiza o completo nivelamento da superfície do terreno, através da movimentação do solo e da construção do sistema de irrigação e drenagem permanente (Fig. 1 e 2). O nivelamento tem como objetivo construir planos uniformes cercados por taipas denominados quadros ou tabuleiros. É recomendado que o nive-



Figura 1 - Sistematização do solo



Figura 2 - Área sistematizada

lamento do terreno seja realizado de tal maneira que a camada mais fértil, ou seja, o horizonte A, seja deixado na superfície, evitando, dessa forma, maiores problemas de fertilidade da área. Além disso, é necessário que se construa uma rede de estradas internas que facilitem a movimentação do maquinário e o transporte do arroz para fora da lavoura.

Considerações a respeito da sistematização:

- a) tendo em vista a movimentação do solo, recomenda-se que a área a ser sistematizada seja a mais plana possível. Em áreas mais declivosas, deve-se primeiro retirar a camada arável (0 a 20 cm), realizar o nivelamento e, em seguida, distribuir uniformemente o solo sobre a área plana;
- b) o solo deve ser apropriado à inundação - os argilosos perdem menos água que os arenosos. Solos com horizonte B impermeável são mais recomendados;
- c) o sistema de irrigação e drenagem deve ser muito bem planejado. A inundação e/ou drenagem da área devem ser realizadas com a maior agilidade possível, tendo em vista que estas operações são fundamentais para o sucesso do cultivo;

d) o sistema pré-germinado normalmente apresenta problemas de sustentação do solo ao tráfego das máquinas e equipamentos. Por isso, é recomendável que os canais de drenagem sejam eficientes na retirada da água dos quadros.

SOLOS

Os solos mais adequados para a cultura do arroz irrigado são os planos, argilosos, com camada subsuperficial pouco permeável. Entretanto, outros tipos de solo podem

ser utilizados, inclusive orgânicos, quando devidamente sistematizados.

PREPARO DO SOLO

São inúmeras as formas do preparo do solo no sistema pré-germinado. Contudo, todas elas têm por finalidades a formação de lama (Fig. 3) e o perfeito nivelamento e alisamento da superfície do solo. A maioria dos produtores, após o alisamento final (Fig. 4), faz pequenos sulcos na superfície do solo para um melhor escoamento da água no momento da drenagem, normalmente três a cinco dias após a semeadura.

Tendo em vista que a maioria das operações mecânicas é realizada dentro da água ou com o solo encharcado, as máquinas e equipamentos a serem utilizados são diferentes daqueles usados em cultivos de sequeiro. Nesse caso, utilizam-se máquinas e equipamentos com rodas de maior área de contato, chamadas rodas gaiola (Fig. 5), rodas de ferro auxiliares ou rodas em “V” (Fig. 6), as quais são adaptadas para entrar dentro da lavoura com a cultura já implantada.

A prancha alisadora e a roda gaiola são implementos muito importantes para o sistema pré-germinado e não são utilizadas nos demais sistemas de cultivo do arroz.



Figura 3 - Formação de lama com rolão



Figura 4 - Alisamento final e sulcamento para drenagem superficial



Figura 5 - Detalhe da roda gaiola



Figura 6 - Pulverização com roda em 'V'

ADUBAÇÃO

No sistema pré-germinado, além da fertilidade natural do solo, a adubação está relacionada com as diversas condições de cultivo, como histórico da área, manejo da água de irrigação, cultivar a ser utilizada, condições meteorológicas, dentre outras.

A cultivar utilizada deve ser compatível com a fertilidade da área, o tipo de solo (orgânico ou mineral), a adaptação regional e a reação ao acamamento e às doenças.

O histórico da área com cultivos anteriores fornece informações importantes, tais como distúrbios nutricionais (toxidez por ferro e salinidade) e, principalmente, a ocorrência de doenças, especialmente a brusone (*Piricularia grisea*).

A recomendação de adubação deve levar em conta estes fatores, que poderão determinar o sucesso ou o fracasso da adubação.

Adubação de base: fósforo (P) e potássio (K)

Estes dois elementos essenciais às plantas, para serem melhor utilizados pela cultura, devem ser incorporados ao solo durante a formação da lama ou do alisamento dos quadros.

O costume de alguns produtores de praticar a adubação com P e K, durante o perfilhamento das plantas, reduz o aproveitamento destes nutrientes.

As fontes de P e K mais utilizadas são o superfosfato triplo (42% P_2O_5) ou superfosfato simples (18% P_2O_5) e o cloreto de potássio (60% K_2O). Quando forem utilizadas fórmulas prontas, estas devem ser adequadas às análises de solo. As quantidades destes nutrientes, recomendadas para Minas Gerais e Santa Catarina, estão nos Quadros 1 e 2, respectivamente.

Adubação de cobertura: nitrogênio (N)

A adubação de cobertura com N baseia-se no teor de matéria orgânica do solo. Entretanto, o técnico deverá, cuidadosamente, observar o histórico da área, a

Quadro 1 - Adubação NPK (kg/ha) recomendada para o arroz irrigado, em Minas Gerais

N (cobertura)	P ₂ O ₅			K ₂ O			N (cobertura)
	Teor de P no solo			Teor de K no solo			
	B	M	A	B	M	A	
20	90	60	30	70	45	20	70

FONTE: Ribeiro et al. (1999).

NOTA: B - Baixo; M - Médio; A - Alto.

Nos solos turfosos ou com altos teores de MO, não se deve aplicar N no plantio.

Para aplicações de fertilizantes a lanço, recomenda-se que as quantidades sejam elevadas em 50%.

QUADRO 2 - Adubação de base com P e K recomendada para o arroz irrigado, em sistema pré-germinado, para Santa Catarina

Teor no solo (mg/L)	Interpretação	Recomendação
Fósforo (P)		kg de P ₂ O ₅ /ha
< 3,0	Muito baixo	40
3,1 a 6,0	Médio	40
> 6,0	Bom	20
Potássio (K)		kg de K ₂ O/ha
< 30	Muito baixo	80
31 a 60	Médio	40
> 60	Bom	40

FONTE: Comissão de Fertilidade do Solo - RS/SC (1994).

cultivar a ser utilizada e o acompanhamento anterior da cultura.

Áreas novas, comumente, requerem maiores cuidados, pois o excesso de N liberado pelo solo provoca desequilíbrio entre N, P e K.

Cultivos anteriores que tenham mostrado ocorrência de brusone, falhas no enchimento dos grãos ou acamamento podem indicar desequilíbrio nutricional, em geral, devido ao excesso de N.

Indica-se como fonte de N a uréia (45% N) ou o sulfato de amônio (21% N), por serem os fertilizantes amoniacais mais aconselhados para a cultura do arroz irrigado.

As quantidades de N a serem aplicadas obedecem, em princípio, a recomendação do Quadro 3, podendo, a critério do técnico,

sofrer modificações em função de ocorrências anteriores, cultivar e estado nutricional da cultura no momento da adubação de cobertura.

Quando recomendadas quantidades inferiores a 50 kg/ha, pode-se dispensar o fracionamento. Neste caso, aplica-se o fertilizante em cobertura, pouco antes da diferenciação do primórdio floral.

Quando a recomendação for de 50 kg de N ou mais por hectare, deve-se fracionar a dose, ou seja, 50% da dose no início do perfilhamento (quarta folha), o que ocorre de 20 a 25 dias após a emergência, e, 50%, pouco antes do ponto de algodão, que varia de 55 a 65 dias após a emergência, para cultivares de ciclo precoce ou médio.

Para cultivares de ciclo longo (acima de 135 dias), recomenda-se o fracionamento em três vezes, no início do perfilhamento aos 20 a 25 dias, no perfilhamento pleno aos 50 a 55 dias e no início da diferenciação do primórdio floral aos 70 a 80 dias.

QUADRO 3 - Adubação de cobertura com nitrogênio, em arroz irrigado, no sistema pré-germinado para Santa Catarina

Teor de matéria orgânica (%)	Interpretação	Recomendação (kg de N/ha)
< 2,5	Muito baixo	80 - 90
2,5 a 5,0	Médio	60 - 80
> 5,0	Bom	30 - 60

FONTE: Comissão de Fertilidade do Solo - RS/SC (1994).

A adubação de cobertura não exige retirada de água, apenas abaixa-se o nível da água ao mínimo, para evitar infestações da área por plantas daninhas e perdas de nutrientes. Após a adubação de cobertura (três a cinco dias), recoloca-se água no nível necessário.

O aspecto visual da cultura é importante e, em casos de vegetação exuberante, pode-se diminuir ou até mesmo dispensar a adubação de cobertura.

Em casos de ocorrência sistemática de toxidez por ferro, recomenda-se aumentar a dose e o número de operações da adubação nitrogenada.

Quando o cultivo for realizado nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste brasileiros, deve-se ficar atento ao ciclo dos cultivos, bem como ao maior consumo de nitrogênio, causado pelas altas temperaturas e, por consequência, maior metabolismo das plantas.

CALAGEM

Não é necessária a aplicação de calcário para a correção do solo (solo mineral) na cultura do arroz irrigado.

Entretanto, pode-se recomendar calcário:

- quando a análise de solo indicar teores de cálcio (Ca) mais magnésio (Mg), inferiores a 5 cmol/L, recomenda-se aplicar 1t/ha de calcário dolomítico como nutriente;
- para minimizar e feitos tóxicos de ferro, devem-se fazer análises especiais;
- em solos orgânicos, a calagem poderá ser necessária em doses mais elevadas - neste caso recomenda-se procurar orientação técnica especializada.

TOXIDEZ POR FERRO

Entende-se por toxidez por ferro os efeitos causados pelo excesso de ferro em solução no solo.

Existem dois tipos de toxidez por ferro, a direta e a indireta.

A toxidez direta ocorre, quando, através da redução do solo, há transformação de compostos oxidados de ferro da forma férrica (Fe^{+3}) para a forma de ferrosa (Fe^{+2}), sendo esta última mais solúvel e absorvida em excesso pelas plantas. A toxidez direta é, portanto, um excesso de absorção de Fe^{+2} e manifesta-se através da formação de numerosas pontuações minúsculas nas folhas mais velhas, conferindo-lhes coloração marrom ou arroxeada. Esta forma de toxidez parece afetar muito pouco a produtividade.

A toxidez indireta é causada pela precipitação de Fe^{+3} sobre as raízes e colo das plantas. Durante a respiração, a planta elimina oxigênio através das raízes e há, com esse processo, a reoxidação do Fe^{+2} (mais solúvel) em Fe^{+3} (pouco solúvel). O ferro férrico (Fe^{+3}) precipita sobre as raízes e forma uma capa cor de tijolo, bloqueando a absorção pela planta de outros elementos, como cálcio, magnésio, fósforo, potássio, nitrogênio, zinco.

Os sintomas são identificados pela descoloração das folhas, que se mostram amareladas ou alaranjadas. A toxidez indireta é comumente conhecida como alaranjamento. Esta forma de toxidez pode causar prejuízos de 10% a 80% na produção de grãos, de acordo com sua intensidade.

As Figuras 7 e 8 mostram sintomas característicos de plantas com toxidez direta e indireta, respectivamente.

Métodos de controle da toxidez por ferro

Os principais métodos de controle de toxidez por ferro são os seguintes:

- a) drenagem durante o ciclo da cultura: esta prática tem o efeito de reoxidar os compostos reduzidos pela irrigação. Para que a drenagem atinja o objetivo é necessário que o solo seque por completo, o que demanda um longo período de suspensão da irrigação;
- b) calagem: pode ser utilizada, mas, dependendo da área a ser corrigida e da quantidade a ser empregada, pode



Figura 7 - Toxidez direta de ferro



Figura 8 - Toxidez indireta de ferro

não ser econômica. Recomendam-se, para este fim, análises e estudos mais aprofundados para cada caso;

- c) nitrogênio: o fracionamento da adubação de cobertura em maior número de vezes, bem como doses maiores que as normais, podem amenizar o problema, sem contudo resolvê-lo;
- d) pré-inundação da área: antecipa o pico máximo de disponibilidade de Fe^{+2} , evitando-se a fase crítica que é a diferenciação do primórdio floral;
- e) cultivares tolerantes: a solução mais econômica e viável é o uso de cultivares tolerantes. Nas áreas em que

o problema ocorre, em quadros novos ou recém-sistematizados, deve-se evitar a semeadura de cultivares suscetíveis à toxidez por ferro.

ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Quantidade

A cultura do arroz, devido às suas necessidades hídricas, tem como método mais apropriado de cultivo o uso da irrigação por inundação. Em geral, cada hectare cultivado com arroz consome entre 7 mil e 10 mil m^3/ha de água, durante o seu ciclo. No sistema pré-germinado, a água pode ser classificada em três categorias: água para

saturação do solo e formação da lama, água para evapotranspiração e água para compensar as perdas na condução, infiltração profunda e infiltração lateral através das taipas. No sistema pré-germinado, a maior demanda por água ocorre por ocasião do alagamento da área para o preparo do solo. Outra fase de grande demanda ocorre após a aplicação de herbicidas em pulverização, pois a água deve ser repostada em, no máximo, 48 horas.

Para a manutenção da lâmina d' água, geralmente a vazão de 1,0 L/s/ha é suficiente.

Qualidade

Na análise da qualidade da água, devem-se considerar todos os problemas decorrentes de produtos lançados ou existentes nela e que possam vir a prejudicar a produtividade e a qualidade do arroz, o solo ou a própria saúde humana e animal. Como exemplo podem-se citar os rejeitos da extração mineral, rejeitos industriais, agrotóxicos, salinidade etc. O principal problema da qualidade da água no Brasil refere-se a salinidade.

Os sintomas visuais de toxicidade, devido ao excesso de sais na água de irrigação, variam em função do estágio das plantas, da cultivar e da concentração de sais na água. Os períodos mais críticos em que ocorrem os maiores danos são na fase de plântula e no florescimento. Em solos salinos sódicos, o gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) pode ser utilizado como corretivo para lixiviar os sais da superfície.

Em locais onde a salinidade é eventual, motivada pela estiagem ou marés, recomenda-se deixar de irrigar a lavoura de arroz, quando a condutividade elétrica atingir 2,2 mS/cm. Uma medida prática para os produtores rurais, é a de não utilizar a água para irrigação, quando esta apresentar um teor de sal superior a 0,5 g/L.

Manejo da água

No sistema de cultivo pré-germinado, a irrigação é feita pelo método da inundação ou alagamento. Esse método, além de su-

prir a necessidade de água para as plantas, auxilia na formação da lama, na liberação de alguns nutrientes como fósforo, potássio, cálcio e magnésio, dentre outros, no aumento do pH do solo e no controle das plantas daninhas.

Na entressafra, recomenda-se deixar o solo drenado, a fim de permitir sua aeração, o que facilitará a germinação das sementes de plantas daninhas e a decomposição da matéria orgânica. A manutenção de uma lâmina d' água durante esse período reduz a germinação das plantas daninhas na época da implantação da lavoura. Essa condição também favorece o desenvolvimento de plantas daninhas aquáticas, que poderão produzir sementes e aumentar o problema.

Em áreas infestadas com arroz vermelho, recomenda-se o alagamento do solo por 20 a 30 dias antes da semeadura. Essa prática impede a germinação das sementes abaixo da camada oxidada do solo. As plântulas provenientes das sementes que germinaram antes do alagamento serão destruídas, por ocasião da formação da lama. Após esta formação, recomenda-se deixar a água parada no quadro, para que ocorra a decantação da argila e, em seguida, realizar a semeadura.

SEMEADURA

A semeadura é feita a pela distribuição uniforme a lanço das sementes pré-germinadas, nos quadros nivelados e inundados. A pré-germinação das sementes consiste no aceleração do processo natural de germinação, por meio da hidratação, ou seja, imersão das sementes em água, durante 24 a 48 horas, acondicionadas em sacos ou tanques. Após este período, as sementes são retiradas da água e colocadas à sombra por igual período (24 a 48 horas), fase esta conhecida como incubação. Durante este período, ocorre a emissão do coleóptilo e da radícula, que caracterizam o processo de pré-germinação. Por ocasião da semeadura, estas estruturas não devem ter ultrapassado 2 mm de comprimento, para evitar seu rompimento e amontoamento

das sementes a serem lançadas sobre a lâmina d' água.

Para que a semeadura seja facilitada, recomenda-se executá-la no período do dia em que o vento seja mínimo e a água dos quadros esteja limpa. Dessa forma, o desenvolvimento das plântulas sob a lâmina d' água será mais fácil.

A densidade de semeadura deve possibilitar o estabelecimento de, aproximadamente, 300 plântulas por metro quadrado. Como parâmetro geral, para todas as cultivares e épocas de semeadura, devem-se utilizar entre 400 e 500 sementes aptas por metro quadrado. A quantidade de sementes a ser utilizada pode ser calculada em função do peso de mil sementes e do poder germinativo delas.

CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS

No sistema pré-germinado aparecem praticamente as mesmas espécies de plantas daninhas que ocorrem nos demais. Todavia, em função do alagamento do solo por um período maior, é comum o aparecimento de plantas daninhas de hábitos aquáticos, especialmente a *Sagittaria montevidensis* (sagitária), a *Heteranthera reniformis* (aguapé) e a *Luziola peruviana* (grama-boiadeira).

Os métodos de aplicação de herbicidas também são praticamente aqueles realizados nos demais sistemas, tendo como única diferença o sistema de aplicação em benzedura.

A aplicação em benzedura é realizada na lâmina d' água com as plantas daninhas encobertas por ela. Para os herbicidas Sirius e Gamit, o capim-arroz deve estar no estágio de até duas folhas, e para os herbicidas Facet, Ordran e Satanil, no máximo três folhas.

É importante que os quadros estejam bem nivelados. Os produtos devem ser aplicados diluídos em água (20-40 L/ha), com auxílio de pulverizador costal sem bico. Deve-se evitar a circulação de água entre os quadros por um período mínimo de quinze dias.

CONTROLE DE PRAGAS

Da mesma forma que para as plantas daninhas, as pragas que ocorrem no sistema pré-germinado são praticamente as mesmas dos demais sistemas. O diferencial está no ataque dos adultos da bicheira da raiz (*Oryzophagus oryzae*), nos

coleóptilos das sementes, logo após a semeadura.

COEFICIENTES TÉCNICOS

No Quadro 4 são apresentados os coeficientes técnicos para cálculo de 1 hectare de arroz irrigado, no sistema pré-germinado

QUADRO 4 - Coeficientes técnicos para cálculo de custo de produção de 1 ha de arroz irrigado, no sistema pré-germinado, para áreas cultivadas de, aproximadamente, 10 a 30 ha

Especificação	Unidade	Coeficiente técnico
Insumos		
Semente	kg	150
Superfosfato triplo	kg	100
Cloreto de potássio	kg	130
Adubo de cobertura (uréia)	kg	200
Preparo do solo		
Aração	h/t	2,0
Rotavação	h/t	3,0
Renivelamento e alisamento	h/t	2,0
Adubação de base e cobertura	h/m	1,0
Semeadura	h/m	1,0
Manejo da lavoura		
Irrigação e drenagem	d/H	2,0
Manejo da água	d/H	3,0
Manutenção de canais e taipas	d/H	4,0
Tratos culturais		
Aplicação de herbicidas	h/t	1,0
Aplicação de inseticidas	d/H	0,5
Aplicação de adubo em cobertura (3 vezes)	h/t	3,0
Colheita		
Colheita	% da produção	10
Transporte interno	h/t	1,5
Mão-de-obra auxiliar	d/H	0,25
Secagem	% da produção	3
Produção		
Produção média de arroz	sc/50 kg	150

NOTA: d/H – dia/homem; h/t – hora/trator; h/m – hora/máquina.

REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo, 1995. 223p.

EBERHARDT, D.S. Consumo de água em lavoura de arroz irrigado sob diversos métodos de preparo do solo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p.173-176. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 1).

MARCOLIN, E.; CORREA, N.I.; LOPES, M.S.; MACEDO, V.R.M.; MARQUES, J.B.B. Determinação do consumo de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p.263-265.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BACHA, R.E.; HOSSNER, L.R. Characteristics of coating formed on rice roots as affected by iron and manganese additions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.41, p.931-935, 1977.

CIAT. **Química de los suelos inundados** : guia de estudio. Cali, Colombia, 1981. 35p.

EPAGRI. **A cultura do arroz irrigado pré-germinado**. Florianópolis, 2002. 273p.

_____. **Sistema de produção para arroz irrigado em Santa Catarina (pré-germinado)**. Florianópolis, 1998. 79p. (EPAGRI. Sistemas de Produção, 32).

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Porto Alegre, 2001. 128p.

REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Itajaí: Epagri/Pelotas: EMBRAPA-CPACT/ Cachoeirinha: IRGA, 1997. 80p.

Plantio direto em arroz

Moizés de Sousa Reis¹

Antônio Alves Soares²

Cleber Moraes Guimarães³

Resumo - O uso do plantio direto no cultivo do arroz de terras altas ainda é bastante incipiente. Trabalhos de pesquisa estão sendo empreendidos na busca de informações para tornar essa prática vantajosa para o orizicultor de terras altas. Alguns autores afirmam que faltam apenas melhores ajustes para tornar a cultura viável. Na cultura do arroz irrigado, a técnica teve boa aceitação no Rio Grande do Sul, pois além de propiciar um bom controle do arroz vermelho, considerado o maior problema da orizicultura gaúcha, pelas altas infestações, proporciona vantagens como redução de custos de produção, semeadura em época mais adequada e melhor integração lavoura-pecuária. A utilização do arroz de terras altas, em plantio direto, como componente de sistemas agrícolas sustentáveis, e o uso desta técnica de cultivo em arroz irrigado poderão incrementar a produção de arroz, tendo em vista os benefícios proporcionados à orizicultura.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Arroz de terras altas. Arroz irrigado. Cultivo.

INTRODUÇÃO

O plantio direto (PD) consiste na semeadura direta sem as operações primárias e secundárias no solo (arações e gradagens), feitas sobre uma cobertura vegetal previamente dessecada por herbicidas (DERPSCH 1984).

Além de novas tecnologias que são frequentemente adotadas pelos produtores, visando, principalmente, redução de custos e aumento da produtividade, sem comprometer a qualidade dos produtos, há uma preocupação crescente de preservar o meio ambiente, com o uso de tecnologias auto-sustentáveis.

O aspecto conservacionista do PD, sem dúvida, tem merecido destaque e incentivado o seu uso, impulsionado pela nova mentalidade de agricultura sustentável na preservação dos recursos naturais, onde as perdas de solo e água são mínimas. No

plantio convencional (PC) empregado hoje, revolve-se excessivamente a camada arável pelo uso intensivo de implementos, resultando em compactação da camada superficial, desagregação do solo, selamento superficial etc. Assim, iniciam-se os processos erosivos, comprometendo o potencial produtivo do solo, a economia do sistema e o meio ambiente.

Dentre os efeitos positivos do PD, pode-se destacar o controle quase total da erosão, com perdas mínimas de solo e água e atenuação da temperatura e da amplitude térmica do solo, o que favorece a ação dos microorganismos e da mesofauna do solo, além de melhorar a absorção de nutrientes pelas plantas. Promove também uma melhor manutenção da umidade do solo pelo efeito da cobertura morta, tem ação como reserva de nutrientes, cuja liberação é paulatina, e, finalmente, exerce controle parcial

de plantas daninhas, dificultando sua germinação ou impedindo sua emergência (LANDERS, 1995). Entretanto, esses efeitos positivos podem não existir se não houver a devida atenção para a cobertura morta. Nos cerrados, no entanto, tem sido difícil a formação e, principalmente, a manutenção de volume de palhada em quantidade para proteger plenamente a superfície do solo. Altas temperaturas associadas à umidade provocam a rápida decomposição dos resíduos vegetais. A experiência tem mostrado que nos cerrados, o cultivo do milho para formação da cobertura morta, tem sido uma boa alternativa para o grande impulso no PD. Seu cultivo é geralmente feito no final ou na entrada do período chuvoso.

O uso do PD no cultivo do arroz de terras altas ainda é bastante incipiente. Trabalhos de pesquisa estão sendo empreendidos na busca de informações para tornar essa

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: moizes@epamig.ufla.br

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. UFLA - Dep^o Agricultura, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: aasoares@ufla.br

³Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antonio de Goiás-GO. Correio eletrônico: cleber@cnpaf.embrapa.br

prática vantajosa para o orizicultor de terras altas. Na cultura do arroz irrigado, no entanto, a adoção do sistema é tida como a solução potencialmente capaz de minimizar as crescentes infestações do arroz vermelho.

Este trabalho tem como objetivo levar, aos produtores de arroz de terras altas e de arroz irrigado, informações técnicas sobre os sistemas de cultivo sob PD.

PLANTIO DIRETO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS

O uso do PD no cultivo do arroz de terras altas encontra-se em fase de pesquisas e não se têm, ainda, resultados conclusivos acerca do benefício que ele possa proporcionar.

O arroz é uma planta com sistema radicular frágil, que ao ser cultivada em condições diversas tem comprometida sua capacidade de absorver água e/ou nutrientes. Conforme Guimarães e Moreira (2001), o sistema radicular do arroz é diminuído com o aumento da densidade do solo a partir de 1,2 g/cm³. Resultados similares foram observados por Rosolem et al. (1994) e Fernandez et al. (1995). Conforme Atwell (1990), o crescimento das raízes seminais é, também, muito sensível à compactação do solo. Esse autor verificou um crescimento de 0,6 e 1,78 cm dia⁻¹, em solo compactado e descompactado, respectivamente. Por outro lado, Grohmann e Queiroz Neto (1966) observaram uma total inibição do crescimento radicular de plântulas de arroz nas densidades do solo superiores a 1,38 g cm⁻³.

O preparo do solo é o melhor método identificado até o momento para o arroz de terras altas, pois consiste em passar a grade aradora, para trituração e pré-incorporação dos resíduos orgânicos, seguida da aração profunda (30-40cm), preferencialmente com arado de aivecas, concluída, se necessário, com gradagem de nivelamento/destorroamento (SEGUY et al., 1984 apud KLUTHCOUSKI, 1998).

Alguns trabalhos de pesquisa demonstram rendimentos inferiores para o arroz de terras altas em PD, quando comparado com outros sistemas. Kluthcouski (1998), por exemplo, obteve rendimentos superiores de

até 46%, com uso de implementos, comparados ao PD. O autor atribuiu o fraco desempenho a problemas com o perfil do solo, afirmando que, onde domina a microporosidade e horizontes superficiais compactados, sempre acarreta baixas produtividades de arroz.

As experiências com PD na cultura do arroz de terras altas são poucas. Entretanto, resultados de experimentos conduzidos na Embrapa Arroz e Feijão indicam que o desempenho da cultura neste sistema de

cultivo melhora com o passar dos anos (STONE et al., 1984). O aumento do conteúdo de matéria orgânica com o tempo no sistema e o efeito das raízes das culturas de cobertura na reestruturação do solo podem reduzir a densidade deste (STONE et al., 2002).

Stone et al. (2002) verificaram que as produtividades do arroz de terras altas sob PD e no preparo com arado foram na média de quatro anos, respectivamente, 32% e 21% superiores à obtida no preparo com grade (Quadro 1). Verifica-se no Quadro 2

QUADRO 1 - Produtividades de arroz relativas aos sistemas de preparo do solo e ao período 1998/1999-2001/2002

Sistema de preparo	Produtividade (kg/ha)				
	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	Média ⁽¹⁾
Grade aradora (10-15 cm)	1.662	1.971	1.205	1.643	1.620 b (100)
Arado de aiveca (30 cm)	1.805	2.017	1.796	2.203	1.955 a (121)
Plantio direto	2.710	1.152	2.179	2.548	2.147 a (132)
CV (%)					30,4
DMS (kg/ha)					251,2

FONTE: Stone et al. (2002).

NOTA: CV – Coeficiente de variação; DMS – Distância mínima significativa.

(1) Médias da análise conjunta, seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; valores entre parênteses são relativos à comparação com a grade.

QUADRO 2 - Médias de quatro anos da densidade e porosidade do solo nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade, em três sistemas de preparo do solo

Sistema de preparo	Densidade do solo (Mg/m ³)	Porosidade (m ³ /m ³)
	0 - 10 cm	0 - 10 cm
Grade aradora (10-15 cm)	1,41 a	0,467 a
Arado de aiveca (30 cm)	1,31 a	0,505 a
Plantio direto	1,32 a	0,501 a
	10 - 20 cm	10 - 20 cm
Grade aradora	1,48 a	0,446 a
Arado de aiveca	1,38 b	0,479 a
Plantio direto	1,36 b	0,488 a
	20 - 30 cm	20 - 30 cm
Grade aradora	1,38 a	0,484 a
Arado de aiveca	1,34 a	0,497 a
Plantio direto	1,35 a	0,491 a

FONTE: Stone et al. (2002).

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, dentro de cada camada de solo, não apresentam diferenças significativas a 5% pelo teste de Tukey.

que a densidade do solo na camada de 10-20 cm foi maior no preparo com grade. No caso do PD, a cobertura do solo com material vegetal todo o tempo resulta em alta concentração de material orgânico na camada superficial e promove intensa atividade biológica, o que resulta em produtos que desempenham função na formação e estabilização (agentes cimentantes) dos agregados e melhora, com o tempo, as condições físicas do solo.

Apesar de muitos depoimentos desfavoráveis ao PD de arroz de terras altas, Seguy et al. (1998), em seus trabalhos na região Centro-Norte de Mato Grosso, afirmam que, sob determinadas condições, a produtividade de grãos foi igual ou até superior à obtida no PC.

Desenvolvimento radicular

No PD, o adensamento das camadas superficiais e subsuperficiais limita o desenvolvimento radicular. Guimarães (1997) concluiu que, comparativamente ao PD, a aração promoveu maior desenvolvimento radicular em profundidade. No PD também foi observada uma redução no desenvolvimento da parte aérea do arroz. Gassen e Gassen (1996) e Balbino (1997), entretanto, afirmam que pode haver compensação disso pela continuidade dos poros resultantes da atividade microbiológica e da decomposição das raízes da cobertura morta.

Conforme Kluthcouski et al. (2002), o arroz de terras altas sob PD produziu menos, quando comparado com as condições em que houve revolvimento do solo. Observou-se também maior esterilidade das espiguetas, podendo ser reflexo da deficiência hídrica ou mineral, em função, provavelmente, do reduzido enraizamento, devido à compactação/adensamento do solo. A altura de plantas, a área foliar e ainda a produção de matéria seca foram inferiores no PD. Stone et al. (1980) e Guimarães (1997) observaram redução na produtividade do arroz no PD e a causa seria a limitação do desenvolvimento radicular, devido à compactação do solo.

A maior limitação do arroz de terras altas ao PD talvez seja devido à redução na ma-

croporosidade que o sistema provoca e, aliado à concentração superficial dos nutrientes, impede o desenvolvimento radicular em profundidade, limitando a produtividade do arroz sobretudo em sistemas e regiões dependentes de chuvas. As raízes não conseguem reduzir seu diâmetro para penetrar nos microporos menores que suas extremidades. Assim, elas têm que deslocar as partículas do solo, o que esgota rapidamente sua força e restringe o seu alonga-

mento (MARCHNER, 1986 apud KLUTHCOUSKI, 1998). Conforme Guimarães et al. (2001), o arroz apresenta um sistema radicular muito sensível à compactação do solo, como a observada em áreas de PD na região dos cerrados. Nestas condições, o sistema radicular é menos desenvolvido (Fig. 1). Entretanto, quando as condições físicas do solo são favoráveis, o sistema radicular atinge maiores profundidades (Fig. 2). Sistema radicular pouco desenvolvido não acarreta

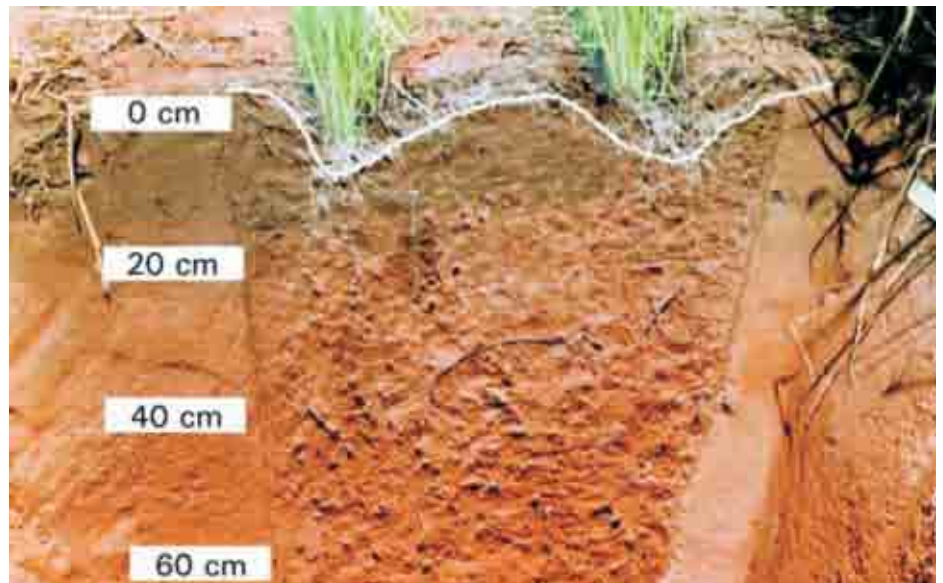


Figura 1 - Sistema radicular do arroz de terras altas, em plantio direto, após o cultivo da soja - Fazenda Piratini, Dom Aquino (MT)



Figura 2 - Sistema radicular do arroz de terras altas em solo preparado com arado de aiveca - Bela Vista (GO)

grandes problemas à planta, quando há boa disponibilidade hídrica no solo, porém, pode se agravar com o efeito dos veranicos, pela menor capacidade de a planta absorver água. Por outro lado, sistema radicular superficial não absorve os nutrientes que se movimentam para as camadas inferiores do solo. Isto é particularmente importante nas regiões com alta precipitação e em solos arenosos como na pré-Amazônia. Semeadoras de PD, equipadas com dispositivos para romper o solo a maiores profundidades (Fig. 3), têm apresentado resultados positivos na indução do aprofundamento do sistema radicular do arroz de terras altas. Um destes dispositivos é a haste escarificadora acoplada à semeadora, atrás do disco de corte que, ao romper o solo a uma maior profundidade e aplicar 50% do fertilizante a, aproximadamente, 20-22 cm e o restante a 5-8 cm, aumenta o sistema radicular (Fig. 4) e propicia melhor capacidade de absorção de água e nutrientes, principalmente daqueles mais lixiviáveis. Este artifício tem resultado em aumento de até 100% na produtividade, quando períodos de veranicos expõem a planta ao estresse hídrico. Entretanto, quando a disponibilidade hídrica é adequada e a fertilidade do solo é satisfatória, esse efeito não tem sido observado (GUIMARÃES et al., 2001).

Cultivares

Um dos aspectos mais importantes em relação à adoção do PD para o arroz de terras altas é o comportamento das cultivares neste tipo de cultivo. Poucos estudos têm sido feitos para selecionar linhagens ou cultivares para esse sistema. Num desses trabalhos, realizado por Moura Neto (2001), observou-se que as linhagens e cultivares de arroz testadas comportaram-se de modo semelhante no PD e no PC, para a produtividade de grãos. Entretanto, sob PD, houve uma tendência de redução da altura de plantas, alongamento do ciclo e menor incidência de doenças. Guimarães et al. (no prelo) também avaliaram genótipos em condições de PD. Eles observaram que



Figura 3 - Semeadora de plantio direto equipada com haste escarificadora



Figura 4 - Sistema radicular do arroz ('Canastra') em plantio direto, com semeadora equipada com disco de corte e haste escarificadora

os genótipos diferiram significativamente entre si, em termos de produtividade. A linhagem CNA 8557 produziu, em média, 4.390 kg ha⁻¹, superior aos demais genótipos. Sua superioridade produtiva foi de 9,0%; 12,6%; 19,3% e 26,3% em relação à 'Carisma', 'Primavera', 'Bonança' e 'Canastra', respectivamente (Quadro 3). Observaram também que foram influenciados diferentemente pelas condições

edafoclimáticas locais, ao apresentar efeito significativo na interação locais x genótipos. A linhagem 'CNA 8557' foi mais estável, ao apresentar uma diferença de 53 kg ha⁻¹ entre a maior e a menor produtividade. Esta linhagem produziu 4.422 kg ha⁻¹, 4.370 kg ha⁻¹ e 4.396 kg ha⁻¹, em Buriti Alegre e Rio Verde (GO), e em Campo Verde (MT), respectivamente, enquanto a cultivar Bonança foi a mais instável, ao apre-

QUADRO 3 - Produtividade dos genótipos de arroz de terras altas, 'CNA 8557', 'Carisma', 'Primavera', 'Canastra' e 'Bonança' no plantio direto conduzido em Buriti Alegre e Rio Verde (GO) e Campo Verde (MT)

Cultivares	Buriti Alegre	Rio Verde ⁽¹⁾	Campo Verde
Bonança	4.118 a	3.919 a	2.769 c
CNA 8557	4.422 a	4.370 a	4.396 a
Canastra	3.828 a	3.416 b	3.243 c
Carisma	4.184 a	4.005 a	3.913 ab
Primavera	4.292 a	3.980 a	3.343 bc
CV (%)		10,15	

FONTE: Guimarães et al. (no prelo).

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação.

(1) Média de dois anos.

sentar uma diferença de 1.349 kg ha¹ entre a maior e a menor produtividade.

A instabilidade da produtividade dos genótipos nos três locais foi explicada, em parte, pela esterilidade das espiguetas. Esta na maioria das vezes, é uma consequência direta da incidência de brusone, que, quando ocorre no arroz, durante a fase de emissão e formação das panículas, aumenta o número de espiguetas vazias ou estéreis. A brusone, durante esta fase, ao necrosar a base da panícula ou da própria espiguetas, estrangula o fluxo de carboidratos e compromete o enchimento de grãos.

As novas cultivares de grãos agulhinhas de arroz de terras altas, de boa cotação comercial, têm influenciado grandemente a procura por este cereal, para o PD, por razões econômicas e/ou pela necessidade de rotação, tão importante para o sistema. É evidente a grande demanda atual para o uso do arroz de terras altas em PD, sobretudo em áreas recuperadas de regiões favorecidas com boa precipitação e/ou sob pivô central com perspectivas de altas produtividades, haja vista a grande área cultivada atualmente com PD de milho/soja, onde o arroz apresenta-se como uma alternativa.

Assim, para que se possa expandir as áreas de PD cultivadas com arroz de terras altas, é preciso selecionar cultivares e linhagens adaptadas, visando uma exploração mais eficiente e lucrativa desse sistema agrícola.

Adubação

O suprimento de nitrogênio é inadequado às plantas no PD pela maior lixiviação, volatilização de amônia, retenção na palha e imobilização microbiana (GUIMARÃES; YOKOYAMA, 1998; KITUR et al., 1984; HEINRICHS et al., 2001). A imobilização é ainda maior após o uso de gramíneas com alta relação C/N, o que causa uma demanda de nitrogênio no solo maior para sua decomposição, competindo com a cultura. Nestas condições, estes autores consideram necessário aplicar maiores doses de nitrogênio no PD comparado com o PC.

Esse efeito ocorre para todas as gramíneas, com maiores problemas para o arroz de terras altas, pelo enraizamento superficial e pela menor eficiência na absorção de nutrientes. A mesma afirmação é feita por Seguy et al. (1998), que recomendam, ainda, que o nitrogênio pode ser antecipado em pré-plantio, aplicado na rebrota da biomassa, logo nas primeiras chuvas. Kitur et al. (1984) verificaram que mais de 50% do N imobilizado encontrava-se na camada superficial de 5 cm, em que o teor de matéria orgânica e a atividade microbiana eram maiores, consumindo parte do N mineral que seria destinado à cultura principal. Entretanto, a população microbiana não se mantém crescendo indefinidamente e, a partir do momento em que o carbono (C) facilmente oxidável desaparece e o sistema em decomposição tiver a relação C:N menor que 25:1, começa a ocorrer liberação de N para as plantas (SÁ, 1999).

A recomendação atual de adubação nitrogenada para o arroz de terras altas, no PC de preparo do solo, varia de 15 a 60 kg de N ha¹ (FAGERIA, 1998; STONE; SILVA, 1998) e, no PD, de 40 a 90 kg de N ha¹ (FAGERIA, 1998), dependendo da suscetibilidade da cultivar ao acamamento e à brusone. Entretanto, como a magnitude em que a imobilização afeta a disponibilidade do N depende da relação C:N, da composição e da quantidade de resíduos produzidos pela cultura anterior, a resposta do arroz de terras altas à adubação nitrogenada no PD deverá ser diferente após uma leguminosa ou uma gramínea.

Guimarães et al. (no prelo) observaram que o arroz apresentou maior resposta à adubação nitrogenada após a pastagem que após a soja. Quando o N foi aplicado totalmente na semeadura, a produtividade aumentou até a dose de 118 kg ha⁻¹, apresentando o valor de 2.754 kg ha¹, superior em 153% à produtividade estimada no tratamento sem aplicação de N. A dose de adubação nitrogenada que propiciou a máxima eficiência econômica foi 100 kg de N ha⁻¹, para uma produtividade de 2.713 kg ha⁻¹, situando-se pouco acima do limite superior

da faixa de recomendação de Fageria (1998), para o PD, e acima da faixa de valores recomendados para o PC de preparo do solo (FAGERIA, 1998; STONE; SILVA, 1998).

Ehlers e Claupein (1992) observaram que nos anos iniciais do PD foi necessário aplicar mais N para atingir os níveis de produtividade do PC de preparo do solo. Entretanto, após alguns anos do PD, com adubações extras de N ou com a introdução de leguminosas no sistema, a demanda e a eficiência da adubação nitrogenada nos dois sistemas aproximavam-se. Isto deveu-se à maior demanda de N na fase de implantação da cultura no PD, em função da imobilização microbiana do nitrogênio (KITUR et al., 1984; HEINRICHS et al., 2001).

O aumento da produtividade com o incremento da dose de N pode ser explicado pelo aumento no número de panículas por m², que apresentou resposta quadrática, segundo a equação $Y = 92,9 + 1,187X - 0,0039X^2$, $R^2 = 0,99^{**}$, com ponto de máximo igual a 152 kg de N ha⁻¹, e pelo aumento no número de grãos por panícula, que apresentou resposta linear, segundo a equação $Y = 101,7 + 0,201X$, $r = 0,92^*$.

A massa de 100 grãos diminuiu com o aumento da dose de N, segundo a equação quadrática $Y = 2,38 + 0,0001X - 0,00001X^2$, $R^2 = 0,98^*$, e a esterilidade de espiguetas apresentou resposta linear positiva às doses de N, segundo a equação $Y = 16,8 + 0,048X$, $r^2 = 0,74^*$. Isto foi devido à maior ocorrência de brusone nas panículas. As infecções ocasionadas pela doença geralmente ocorrem no primeiro nó abaixo da panícula, necrosando os tecidos e estrangulando o fluxo de carboidratos, o que compromete o enchimento dos grãos (PRABHU et al., 1986). O N em doses elevadas intensifica a severidade da brusone (SANTOS et al., 1986). Estes autores afirmam também que a aplicação da totalidade do N no sulco, por ocasião da semeadura, aumenta a severidade da brusone, quando comparada com a aplicação parcelada. Entretanto, neste experimento foi observado que a aplicação de todo o N na semeadura resultou em

menor severidade da doença, comparativamente com as aplicações parceladas na semeadura e em cobertura. A aplicação de todo o N na semeadura propiciou menor esterilidade de espiguetas, 18,2%, em relação aos outros modos de aplicação, 22,5% e 21,4%, respectivamente.

A maior imobilização microbiana de N em solos com resíduos de alta relação C:N na superfície, como na área de PD após pastagem de *Brachiaria*, C:N \geq 70 (REZENDE et al., 1999), pode ter contribuído para a redução na esterilidade de espiguetas, uma vez que a reciclagem de nutrientes é mais vagarosa (FERNANDES et al., 1999). Isto pode explicar a menor ocorrência de brusone, quando a adubação nitrogenada foi aplicada totalmente na semeadura.

O arroz cultivado após a soja apresentou índices de produtividade mais altos que após a pastagem, entretanto respondeu com menor intensidade à adubação nitrogenada. Para esta condição, a produtividade e seus componentes, com exceção da massa de 100 grãos, só apresentaram resposta significativa às doses de N. A produtividade média máxima foi de, aproximadamente, 3.441 kg ha⁻¹, para uma dose de 107 kg de N ha⁻¹, um aumento de produtividade de apenas 23% em relação à estimada para a dose zero de N. O máximo econômico foi de 68 kg de N ha⁻¹, para uma produtividade de 3.353 kg ha⁻¹, situando-se, aproximadamente, no meio da faixa de recomendação proposta por Fageria (1998), para o PD. Neste experimento, a demanda por N foi menor em virtude do cultivo ter sido conduzido em área de soja, onde ocorre maior mineralização do nitrogênio. Segundo Wienhold e Halvorson (1999), o aumento na taxa de mineralização de N representa um aumento do estoque deste nutriente no solo na fórmula orgânica lábil. Solos com grande estoque de N lábil são capazes de suprir a maior parte da demanda da planta por N. Além do mais, este N não se perde por lixiviação, o que explica o bom efeito da adubação aplicada totalmente na semeadura.

O aumento da produtividade com o incremento da dose de N pode ser explicado pelo maior número de panículas por m², que apresentou resposta quadrática, segundo a equação $Y = 218,1 + 0,829X - 0,0031X^2$, $R^2 = 0,87^*$, com ponto máximo igual a 134 kg de N ha⁻¹.

O número de grãos por panícula, ao contrário do observado após pastagem, apresentou tendência em diminuir com o aumento da dose de N, embora não tenha sido possível ajustar uma equação que explicasse esta relação de maneira significativa. Como a cultivar Canastra, usada neste experimento, perfilhou bem mais que a cultivar Primavera usada no experimento após pastagem, o que se refletiu no maior número de panículas por m², observa-se que esta redução está relacionada com a maior competição entre plantas com o aumento da dose de N. Santos et al. (1986) e Stone e Pereira (1994) também observaram redução no número de grãos por panícula com o aumento do número de panículas por m².

O PD de arroz após soja, apesar de mais propenso ao ataque de brusone, por seus resíduos apresentarem baixa relação C:N, 16 a 23 (GILMOUR et al., 1998), comparativamente ao ambiente após pastagem, apresentou menor índice de esterilidade de espiguetas provavelmente em virtude de pulverizações preventivas contra esta doença. Isto, contudo, não impediu o aumento da esterilidade de espiguetas com o aumento das doses de N, segundo a equação quadrática $Y = 13,9 - 0,006X + 0,0002X^2$, $R^2 = 0,99^{**}$.

A massa de 100 grãos não foi afetada significativamente pelos tratamentos, ao contrário do observado após pastagem. Este comportamento diferenciado deve estar relacionado com as diferentes cultivares utilizadas e suas reações à brusone.

Ocorrência de doenças

Um assunto que merece atenção e precisa ser estudado na cultura do arroz sob PD é a incidência de doenças. Segundo

Costamilan (1999), o PD concentra resíduos nos primeiros 10 a 15 cm de solo, aumentando, nesse perfil, a quantidade e a diversidade da população de patógenos de solo associados a restos culturais. A manutenção de restos culturais na superfície do solo prolonga a viabilidade dos patógenos e sua permanência na área, pois retarda a decomposição de resíduos, mantendo, por mais tempo, a fonte nutricional. Por outro lado, o aumento do teor de matéria orgânica dos solos é importante, pois confere melhores condições de resistência a danos de doenças e favorece a atividade microbiana, induzindo o desenvolvimento de populações de microorganismos benéficos e de controle biológico.

Para a cultura do arroz, os fungos necrotróficos, ou seja, os que podem causar maiores danos em PD, são os causadores da brusone (*Pyricularia grisea*) e da mancha-de-grãos (*Drechslera oryzae*, *Phoma sorghina*, *Alternaria padwickii*) (AZEVEDO, 2000). Azevedo (2000) afirma ainda que, além da grande capacidade de sobrevivência em restos culturais, esses patógenos utilizam as sementes como meio de disseminação.

Dessa forma, a utilização de cultivares resistentes às principais doenças é de fundamental importância, para que a cultura do arroz seja viabilizada nesse sistema.

PLANTIO DIRETO DE ARROZ IRRIGADO

Na cultura do arroz irrigado em várzeas, o uso do PD passou a ser expressivo a partir do início da década de 80, principalmente após a criação do Clube do Plantio Direto com Cultivo Mínimo de Arroz Irrigado. A técnica teve boa aceitação no Rio Grande do Sul, pois além de propiciar um bom controle do arroz vermelho, considerado o maior problema da orizicultura gaúcha pelas altas infestações, proporciona vantagens como redução de custos de produção, semeadura em época mais adequada e melhor integração lavoura-pecuária (MENEZES et al., 1997). Resultados de trabalhos de pesquisa e observações a campo concluíram

que a redução dos níveis de infestação chegou a 85% com o uso do PD. Os bons resultados iniciais obtidos fizeram com que atualmente a área plantada sob PD, com o cultivo mínimo, sofresse um bom incremento, estimando-se em, aproximadamente, 40% da área total com a cultura no Rio Grande do Sul (AZAMBUJA et al., 1999).

Em experimento comparativo de arroz irrigado, média de três anos, nos PC, cultivo mínimo e PD, Gomes et al. (1995) concluíram que houve menor incidência de plantas daninhas no PD e no cultivo mínimo, do que no PC. Estes autores atribuíram essa menor incidência ao não revolvimento do solo por ocasião da semeadura e, possivelmente, ao efeito alelopático da cobertura vegetal. Neste mesmo trabalho, os rendimentos de grãos observados nestes sistemas foram iguais ou superiores ao observado no PC.

Segundo Sousa et al. (1995), o PD apresenta variações, tais como: PD propriamente dito, PD com preparo de verão e PD com cultivo mínimo. O PD propriamente dito é aquele em que a semeadura do arroz é feita sobre a resteva de uma cultura anterior: pastagem ou flora de sucessão, dessecada por herbicida de ação total, sem nenhum revolvimento do solo. É especialmente indicado para áreas sistematizadas e que não apresentam problemas de irrigação e drenagem. No PD com preparo de verão, são feitas operações de aração, gradagens e aplainamento nos meses de janeiro a março. Após o preparo do solo, normalmente é semeada uma pastagem de inverno, que se constitui em alimento de melhor qualidade para a pecuária. Nesse período, os animais podem permanecer sobre a pastagem até próximo à semeadura do arroz que é realizada entre os meses de setembro e novembro, sobre a cobertura dessecada com herbicida de ação total. O PD com cultivo mínimo compreende o preparo reduzido do solo, resumindo-se normalmente a duas gradagens leves e aplainamento do solo. As operações são feitas no final do inverno e/ou primavera com o objetivo principal de forçar a emergência das plantas daninhas,

especialmente do arroz vermelho, que são controladas pelo uso de herbicidas de ação total, antes da semeadura direta do arroz que normalmente é realizada 30 a 45 dias após o preparo do solo.

Frizzo (1991) cita algumas operações importantes que devem ser realizadas para o PD e cultivo mínimo em arroz irrigado:

- a) preparo do solo: as operações de preparo do solo são reduzidas a uma aração, uma ou duas gradagens e as passadas de aplainadeiras que forem necessárias para uma boa regularização do terreno. As irregularidades comprometem o sistema. Realizado o preparo do solo, nos meses de dezembro a fevereiro, semeia-se o azevém e deixa-se a área em pousio até a época da semeadura. Ressalta-se que quanto maior a cobertura vegetal melhores serão os resultados obtidos;
- b) drenagem: os drenos devem ser construídos nos locais adequados e com a capacidade de vazão suficiente para eliminar o excesso de água das chuvas no menor espaço de tempo possível. Uma boa drenagem possibilita a antecipação do plantio após as chuvas e o estabelecimento de um bom estande de plantas;
- c) adubação: diferentemente do PC, a adubação potássica não deve ser muito pesada no plantio, pois poderá afetar a germinação das sementes, por ser higroscópica, disputará umidade do solo em caso de déficit hídrico;
- d) herbicidas: deve-se aplicar um herbicida total, de preferência sistêmico, no mínimo seis horas antes do plantio. Havendo plantas daninhas de difícil controle, esperar um prazo maior para sua efetivação. A dosagem varia de 1,5 a 2 L/ha, até cerca de 6 L/ha, em função da vegetação existente, do clima e da umidade do solo. Normalmente, uma aplicação é suficiente, se a área for bem aplainada

e não se atrasar com a entrada da água na lavoura, em torno de dez dias após o início da emergência das plantas de arroz, mantendo-as quase "afogadas" por dois a três dias, baixando depois o nível da água, sem retirá-la completamente, para evitar a reinfestação. Daí em diante, a irrigação passa a ser semelhante ao PC. Quando, por qualquer motivo, houver reinfestação das plantas daninhas, recomenda-se a aplicação de um herbicida convencional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da área cultivada de arroz de terras altas sob PD e sobretudo a sua perenização em sistemas agrícolas sustentáveis dependem da integração efetiva em sistemas de rotação e do envolvimento de outras culturas, como soja, milho, pastagem, etc.

O PD sempre foi destacado por suas vantagens na conservação e recuperação dos solos. Na cultura do arroz irrigado, no entanto, a adoção do sistema é tida como a solução potencialmente capaz de minimizar as crescentes infestações do arroz vermelho.

A utilização do arroz de terras altas em PD, como componente de sistemas agrícolas sustentáveis, e o uso de PD em arroz irrigado poderão incrementar a área de cultivo e a produção desta cultura, tendo em vista os benefícios que este sistema de cultivo poderá proporcionar à orizicultura.

REFERÊNCIAS

- ATWELL, B.J. The effect of soil compaction on wheat during early tillering - I: growth, development and root structure. **New Phytologist**, Oxford, v.115, n.1, p.29-35, 1990.
- AZAMBUJA, I.H.V.; FAGUNDES, P.R.R.; TERRES, A. **Diagnóstico sintetizado sobre a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado/Porto Alegre: IRGA, 1999. 16p. Mimeografado.
- AZEVEDO, L.A.S. Fungos x arroz. **Cultivar**, Pelotas, v.2, n.13, p.40-41, fev. 2000.

- BALBINO, L.C. Sistema plantio direto. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996. Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1977. v.2, p.219-228. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 70).
- COSTAMILAN, L.M. Doenças atacam no plantio direto. **Cultivar**, Pelotas, v.1, n.10, p.8-10, nov. 1999.
- DERPSCH, R. Histórico, requisitos, importância e outras considerações sobre plantio direto no Brasil. In: TORRADO, P.V.; ALOISI, R.R. **Plantio direto no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.1-12.
- EHLERS, W.; CLAUPEIN, W. Approaches toward conservation tillage in Germany. In: CARTE, M.R. (Ed.). **Conservation tillage in temperate agroecosystems**. Boca Rotan: Lewis, 1992. p.141-165.
- FAGERIA, N.K. Manejo da calagem e da adubação do arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.67-78.
- FERNANDES, L.A.; NASCENTE, C.M.; SILVA, M.L.N.; FURTINI NETO, A.E.; VASCONCELOS, C.A. Sistemas de preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado. **Revista do Plantio Direto**, Passo Fundo, n.51, p.15-16, 1999.
- FERNANDEZ, E.M.; CRUSCIOL, C.A.C.; THIMOTEO, C.M. de S.; ROSOLEM, C.A. Matéria seca e nutrição da soja em razão da compactação do solo e adubação fosfatada. **Científica**, São Paulo, v.23, n.1, p.117-132, 1995.
- FRIZZO, C. Plantio direto e plantio direto com cultivo mínimo de arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.44, n.398, p.30-31, set./out. 1991.
- GASSEN, D.N.; GASSEN, FR. **Plantio direto: o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207p.
- GILMOUR, J.T.; MAUROMOUSTAKOS, A.; GALE, P.M.; NORMAN, R.J. Kinetics of crop residue decomposition: variability among crops and years. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.62, n.3, p.750-755, 1998.
- GOMES, A. da S.; SOUSA, R.O.; P. AULETTO, E.A.; PEÑA, Y.A. Desempenho do arroz irrigado sob sistema de plantio direto. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.48, n.418, p.3-8, jan./fev. 1995.
- GROHMANN, F.; QUEIROZ NETO, J.P. de. Efeito da compactação artificial de dois solos limo-argilosos sobre a penetração das raízes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v.25, n.38, p.421-431, dez. 1966.
- GUIMARÃES, C.M. Desenvolvimento radicular e da parte aérea do arroz de terras altas em sistemas de plantio direto e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém. **Resumos...** Belém: SBFV, 1997. p.400.
- _____; MOREIRA, J.A.A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.703-707, abr. 2001.
- _____; PRABHU, A.S.; CASTRO, E. da M. de; FERREIRA, E.; COBUCCI, T.; YOKOYAMA, L.P. **Cultivo do arroz em rotação com soja**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 7p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 41).
- _____; STONE, L.F.; CASTRO, E. da M. de. Arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia. No prelo.
- _____; YOKOYAMA, L.P. Adubação nitrogenada do arroz no plantio direto após pastagem. **Direto no Cerrado**, Brasília, v.3, n.10, p.10-11, 1998.
- HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T.J.C.; FANCELLI, A.L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.331-340, abr./jun. 2001.
- KITUR, B.K.; SMITH, M.S.; BLEVINS, R.L.; FRYE, W.W. Fate of ¹⁵N-depleted ammonium nitrate applied to no-tillage and conventional tillage corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, n.2, p.240-242, Mar./Apr. 1984.
- KLUTHCOWSKI, J. **Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto**. 1998. 179f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- _____; AIDAR, H.; OLIVEIRA, I.P. de. Efeito de manejo sobre o rendimento do arroz de terras altas e seus componentes. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.340-342. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- LANDERS, J.N. **Fascículo de experiências em plantio direto no cerrado**. Goiânia: APDC, 1995. 261p.
- MENEZES, V.G.; SILVA, P.R.F. da; MARIOT, C.H.P.; LOPES, M.C.B. Efeito de espécies de inverno sobre cultivares de arroz irrigado em semeadura direta. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p.177-179.
- MOURA NETO, F.P. **Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional**. 2001. 92p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PRABHU, A.S.; FARIA, J.C. de; CARVALHO, J.R.P. de. Efeito da brusone sobre a matéria seca, produção de grãos e seus componentes, em arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.5, p.495-500, maio 1986.
- REZENDE, C.D.; CANTARUTTI, R.B.; BRAGA, J.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, J.M.; FERREIRA, E.; TARRE, R.; MACEDO, R.; ALVES, B.J.R.; URGUAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K.E.; BODDEY, R.M. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v.54, n.2, p.99-112, 1999.
- ROSOLEM, C.A.; ALMEIDA, A.C. da S.; SACRAMENTO, L.V.S. do. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.259-266, 1994.

SÁ, J.C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO, J.G. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa, MG: SBCS/Lavras: UFLA, 1999. p.267-319.

SANTOS, A.B. dos; PRABHU, A.S.; AQUINO, A.R.L. de; CARVALHO, J.R.P. de. Épocas, modos de aplicação e níveis de nitrogênio sobre brusone e produção de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.7, p.697-707, jul. 1986.

SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZIA, C.; TAFFAREL, V.; TAFFAREL, J. O. **Plantio direto do arroz de sequeiro de alta tecnologia na zona tropical úmida do centro-norte do Mato Grosso - Brasil**. Sorriso: AGRONORTE, 1998. 39p.

SOUSA, R.O. de; P AULETTO, E.A.; GOMES, A. da S. Sistemas de cultivo de arroz irrigado no

Rio Grande do Sul. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. v.1, p.151-168. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; DOUZET, J.M.; REYES, V.G. Sistemas de preparo do solo e produtividade do arroz de terras altas. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.415-417. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

_____; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do arroz. **Pesquisa Agropecuária**

Brasileira, Brasília, v.29, n.11, p.1701-1713, nov. 1994.

_____; SANTOS, A.B. dos; STEINMETZ, S. Influência de práticas culturais na capacidade de retenção de água do solo e no rendimento do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.63-68, jan. 1980.

_____; SILVA, J.G. da. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.891-897, jun. 1998.

_____; STEINMETZ, S.; SANTOS, A.B. dos. Manejo do solo e da cultura para minimizar o efeito da deficiência hídrica na produtividade do arroz de sequeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.114, p.33-38, jun. 1984.

WIENHOLD, B.J.; HALVORSON, A.D. Nitrogen mineralization responses to cropping, tillage, and nitrogen rate in the Northern Great Plains. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.63, p.192-196, 1999.

Nominee

IHARA
Agricultura é a nossa vida

**A todo momento:
O melhor custo e o mais amplo
espectro de controle**

• Capim-arroz • Junquinho • Angicozinho • Aguapé-de-fleza •
• Aguapé-mirim • Capim-jau • Falso-cominho •

RESISTÊNCIA

Desvendando o segredo do insucesso do plantio direto do arroz de terras altas

Antônio Alves Soares¹

Resumo - O plantio direto no Brasil para as principais culturas já é uma prática consolidada, sendo utilizado em mais de 40% da área cultivada, com tendência de crescer ainda mais. Infelizmente, o arroz de terras altas ainda não embarcou nesse novo sistema de plantio e a principal causa é a falta de competitividade com o sistema convencional. Várias tentativas de adequar o arroz de terras altas ao plantio direto já foram experimentadas, mas nenhuma solucionou por completo as deficiências do sistema, provavelmente, por não terem desvendado a principal causa que limita a sua adaptação. Uma das hipóteses aventadas é a de que o principal fator limitante ao bom desempenho do arroz de terras altas ao sistema de plantio direto está relacionado com a incapacidade de a planta utilizar, na fase jovem, o nitrogênio na forma de nitrato, com a conseqüente redução do sistema radicular, do perfilhamento e do desenvolvimento inicial dela. Supõe-se que, se o arroz de terras altas não se adaptar ao sistema de plantio direto ficará marginalizado, visto que os agricultores não estão mais dispostos a efetuarem o revolvimento do solo.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Nitrogênio. Compactação de solo. Várzea.

INTRODUÇÃO

O plantio direto do arroz de terras altas tem sido considerado como não competitivo com o sistema convencional (aração e gradagem), ou seja, na maioria dos casos, a produtividade de grãos obtida tem ficado aquém da desejada. Tem-se observado que a planta apresenta pequeno desenvolvimento do sistema radicular, com redução da resistência à seca e menor número de perfilhos e de panículas por área, além de diminuir o desenvolvimento sobretudo durante a fase vegetativa.

Diversos trabalhos de pesquisa foram empreendidos na tentativa de solucionar esse problema. Entre eles, podem-se destacar o da adaptação do facho de corte da plantadeira para efetuar uma descompactação subsuperficial maior, o que facilita o desenvolvimento do sistema radicular da planta, e o de variações de doses e épocas

de aplicação de nitrogênio (N), entre outros. O fato é que todos os trabalhos sugerem que a planta de arroz possui um sistema radicular frágil e exige macroporosidade no solo em detrimento da microporosidade e que o arroz de terras altas não é adaptado ao sistema de plantio direto, ao contrário do arroz irrigado por inundação, onde o sistema já é amplamente utilizado e com bastante sucesso.

Quem planta arroz (lavoura ou área experimental) já teve a oportunidade de observar que as linhas de plantio situadas sob as rodas do trator, que sofrem forte compactação (sistema convencional), apresentam melhor germinação, maior vigor inicial e perfilhamento e, em geral, melhor desenvolvimento das plantas durante todo o ciclo. Ora, se estas importantes características são favorecidas pela compactação das rodas do trator, como o arroz de terras altas não se adapta ao cultivo sob plantio

direto? Muitos alegam que essa compactação aumenta o contato da semente com o solo, facilitando a absorção da umidade deste, o que acelera a germinação. Isso é verdade, mas não explica o desenvolvimento superior das plantas após o estágio de plântula, quando a absorção de nutrientes é intensificada. De modo tradicional, notadamente nas várzeas, os agricultores realizam uma compactação logo após a semeadura, seja com rolo compactador seja com tronco de madeira, ou mesmo com os pés. O fato é que a planta de arroz responde positivamente à compactação, contrariando seu desempenho inferior em cultivo sob plantio direto.

Trabalho de pesquisa de tese de doutorado realizado na Universidade Federal de Lavras (Ufla), utilizando cinco níveis de compactação combinados com três níveis de umidade, em dois solos, aluvial (várzea) e Podzólico Vermelho-Escuro, mostrou que

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. UFLA - Dep^o Agricultura, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: aasoares@ufla.br

a compactação *per se* não é barreira para o cultivo do arroz de terras altas em plantio direto.

Há um dito popular importante, que diz: “o arroz de terras altas só deve ser cultivado em terra nova ou descansada e o milho em terra velha”. Observa-se que, para o milho, isso é facilmente explicável, pois ele necessita das devidas correções do solo e elevação do pH para 6,0 a 6,5. Quanto ao arroz, em princípio, não há relação, pois ele é apenas mais tolerante a solos mais ácidos, onde a faixa ideal de pH varia de 5,5 a 5,8. Mesmo assim, após cultivos sucessivos, seu plantio tem de ser abandonado, diante do péssimo desenvolvimento das plantas e das baixas produtividades obtidas. Essa observação vem ao encontro de um outro dito popular: “o arroz só deve ser cultivado por dois anos em uma mesma área, quando então terá de deixar esta área descansar ou mudar de cultura”. Por que o arroz apresenta essa característica tão diferente das outras espécies?

Hoje, há um consenso entre os especialistas de arroz de que a causa da brusca queda de produtividade deste cereal, após dois cultivos sucessivos, é devida aos desconhecidos efeitos alelopáticos, definidos como qualquer efeito prejudicial, direto ou indireto, de uma planta sobre a outra, através da produção de compostos químicos, liberados no meio (RICE, 1974 apud GUIMARÃES; BEVITÓRI, 1999). Em arroz, em que o efeito se faz sentir sobre o próprio produto, o termo mais adequado é autotoxicidade. Os ácidos fenólicos considerados como responsáveis pelos efeitos autotóxicos já foram descartados por Turano e Ogana (1974 apud GUIMARÃES; BEVITÓRI, 1999), pois, segundo estes autores, esses ácidos são rapidamente decompostos no solo pela ação dos microorganismos e não inibem especificamente o crescimento radicular do arroz de terras altas. Além do mais, é inconcebível admitir que a natureza cometeria uma aberração dessas, ou seja, o arroz produzir aleloquímicos que inibissem seu próprio desenvolvimento. Os efeitos alelopáticos de uma

espécie sobre outras já estão bem estudados e não há questionamento sobre eles; apenas no caso do arroz é difícil admitir essa autotoxicidade. Felizmente, as contes-tações de seus efeitos são maiores do que as comprovações.

Ao contrário do arroz de terras altas, no sistema irrigado por inundação contínua ou várzea úmida com solo saturado, os efeitos alelopáticos são pouco percebidos, o que possibilita o cultivo sucessivo do arroz na mesma área por vários anos consecutivos, principalmente por pequenos produtores em áreas de brejo, onde o solo permanece saturado em quase todo o período de cultivo. Daí, surge a dúvida: Por que o efeito alelopático só tem significado no arroz de terras altas? Diante de todas as considerações anteriores, está, portanto, montado o quebra-cabeça para desvendar esses fatos que estão inter-relacionados.

ALELOPATIA OU NITROGÊNIO: O VILÃO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

Tudo começou em uma propriedade no município de Capitólio, MG, onde se plantou uma cultivar de arroz de terras altas em várzea (solo aluvial) bem drenada, há seis anos. Os efeitos da compactação dos pneus do trator sobre as linhas de arroz sempre foram gritantes em comparação com as linhas não compactadas (Fig. 1), mas isso foi aceito como melhor contato da semente com o solo. Notou-se também que a produtividade era alta no primeiro ano de plantio, razoável no segundo ano e com decréscimo acentuado no terceiro; a partir do quarto ano iniciava-se a rotação de culturas. Esse sistema estava, portanto, dentro do trivial e aceito como causa o efeito alelopático, a partir do segundo ano, e mais intensamente, a partir do terceiro ano.

Em uma área de 25 ha, por sinal muito fértil e anteriormente explorada com pastagens, iniciou-se o plantio de arroz em 2000/2001, repetindo-se o mesmo nos dois anos agrícolas subsequentes, utilizando o sistema de plantio convencional. Nos dois pri-

meiros anos, não se procedeu adubação nitrogenada de cobertura, mesmo assim, as produtividades foram excelentes (5 t/ha). No terceiro ano (2002/2003), realizou-se a adubação de cobertura, aplicando-se 90 kg/ha de nitrato de amônio, 30 dias após a emergência. O fato é que o arroz não se desenvolveu, ficou raquítico, não perfilhou, e o sistema radicular não cresceu, embora as condições de distribuição e precipitação tenham sido excelentes. A primeira justificativa foi o efeito da alelopatia (autotoxicidade) e, a segunda, a ocorrência de desnitrificação por causa de chuvas intensas alteradas com período de sol, sem chuvas. Daí o questionamento - Por que nos dois primeiros anos, em que as condições foram bem semelhantes, as plantas desenvolveram-se normalmente? Surgiu então, a idéia de aplicar uma segunda adubação nitrogenada numa pequena área da lavoura, onde o arroz encontrava-se mais raquítico. Foram aplicados 120 kg/ha de N numa área de 0,2 ha. Em resposta, as plantas recuperaram-se intensamente, exibindo alta produtividade (5 t/ha), ao contrário do restante da lavoura que produziu em média menos de 1 t/ha. Constatou-se que o nitrogênio é o principal fator limitante da produtividade e não o efeito alelopático. Dado o primeiro passo, resta explicar como todo esse processo ocorre.

ABSORÇÃO E UTILIZAÇÃO DO NITROGÊNIO PELO ARROZ

Realizou-se, a partir de então, um trabalho de pesquisa bibliográfica na tentativa de esclarecer as inter-relações de terra nova, terra velha, compactação (pneu do trator), nitrogênio e planta de arroz.

A primeira avaliação foi a de que o preparo do solo, através de aração e gradagem, promove a incorporação da matéria orgânica e aeração do solo, acelerando, assim, o processo de mineralização da matéria orgânica pelos microorganismos aeróbicos, com a conseqüente disponibilização de grandes quantidades de nitrogênio para o arroz. A disponibilidade de nitrogênio é máxima



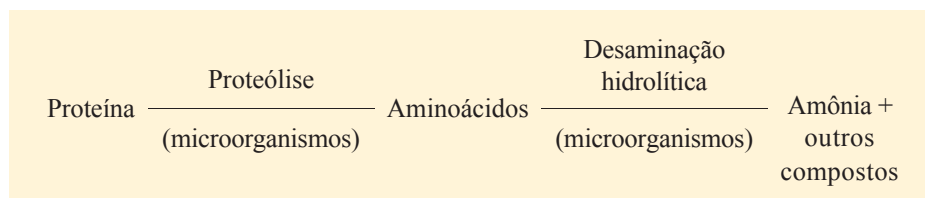
Figura 1 - Efeito da compactação dos pneus do trator nas linhas de plantio sobre a germinação, estande, vigor e desenvolvimento das plantas de arroz

no primeiro ano, razoável no segundo e baixa a partir do terceiro ano. Isso explica a redução de produtividade de grãos no segundo ano e uma queda brusca a partir do terceiro ano. Portanto, recomenda-se deixar a terra descansar (pousio), para acumular novamente matéria orgânica e, assim, voltar a plantar arroz. Esse procedimento já é rotineiramente praticado pelos agricultores.

A grande questão que surge é por que esse processo ocorre mais acentuadamente com a cultura do arroz, enquanto outras espécies cultivadas sofrem pequenas reduções de produtividade, ocasionadas mais pelo monocultivo do que pela queima da matéria orgânica. Vejam por exemplo, o caso do milho que mantém produtividades satisfatórias por anos seguidos de cultivo. Em que então o arroz difere das outras espécies? Todo esse imbróglcio sugere, em princípio, uma capacidade diferencial de absorção de formas diferentes de nitrogênio. Vá-

rios autores como, De Datta (1981), Fageria (1984, 1999), Barbosa Filho (1987), Fornasieri Filho e Fornasieri (1993), Ribeiro et al. (1999) afirmam que o arroz absorve nitrogênio tanto na forma amoniacal (NH_4^+), quanto na nítrica (NO_3^-), não havendo diferença entre elas. Entretanto, a forma nítrica é ligeiramente mais eficiente para o arroz de terras altas, podendo-se então aplicar fertilizantes contendo qualquer uma das fontes. Esse dogma da equidade de eficiência de absorção de nitrogênio, tanto na forma de amônio como na de nitrato, dificultou esclarecer o provável diferencial do arroz em relação às outras espécies.

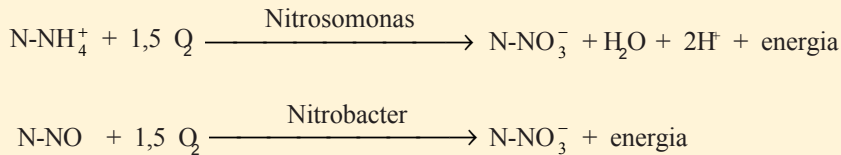
Malavolta (1980) relata que um hectare de solo possui, na profundidade de 30 cm, entre 1.000 kg e 1.500 kg de nitrogênio total e que quase todo esse nitrogênio está na forma orgânica; a fração mineral, geralmente nitrato e um pouco de amônia, corresponde a apenas 25 kg. Malavolta (1980) afirma ainda que a maior proporção de nitrogênio orgânico do solo está ligada à lignina como um complexo ligno-protéico. Portanto, as transformações sofridas pelo nitrogênio orgânico através de microorganismos tornam o nitrogênio disponível para as plantas. Esse mecanismo pode ser resumido em:



A amônia e, por conseguinte o N-NH_4^+ , é, assim, a primeira forma disponível para as plantas. Entretanto, um outro fenômeno que se processa com rapidez nas condições aeróbicas de solo, principalmente por bactérias autotróficas (*Nitrosomonas* e *Nitrobacter*), é o da nitrificação, que consiste em oxidar o nitrogênio amoniacal a nitrato (MALVOLTA, 1980, DE DATTA, 1981, YOSHIDA, 1981, FAGERIA, 1984, 1999, LEÓN; ARREGOCÉS, 1985, BARBOSA FILHO, 1987).

Assim, o nitrato torna-se a forma química de nitrogênio mais abundante no solo e também a mais absorvida pelas plantas.

O processo de nitrificação do nitrogênio amoniacal (N-NH_4^+) ocorre da seguinte forma (MALVOLTA, 1980):



Desse modo, o N-NH_4^+ , oriundo tanto da decomposição da matéria orgânica, quanto de fertilizantes, quando aplicado ao solo na presença de oxigênio, é rapidamente nitrificado a nitrato.

No caso do arroz de várzea (solo inundado ou saturado), o meio predominante é o anaeróbico, logo a nitrificação é minimizada e só ocorre nos primeiros centímetros superficiais do solo, onde há presença de oxigênio. Nessas condições, há grande predominância de N-NH_4^+ , mesmo porque o N-NO_3^- seria desnitrificado. Observa-se que, assim, não há queda brusca da produtividade a partir do terceiro ano consecutivo de plantio. Tudo leva a crer que o ponto fundamental da queda de produtividade do arroz de terras altas está relacionado com a diminuição do teor de N-NH_4^+ , sugerindo que essa forma é mais bem aproveitada em relação ao N-NO_3^- . Na literatura, como mencionado, relata-se que o arroz não tem preferência por uma das formas e que ambas são igualmente eficientes.

Segundo Yoshida (1981), estudos para determinar a eficácia relativa do N-NH_4^+ e do N-NO_3^- como fonte de nitrogênio para o arroz, freqüentemente enfrentam dificul-

dades com mudanças no pH da solução.

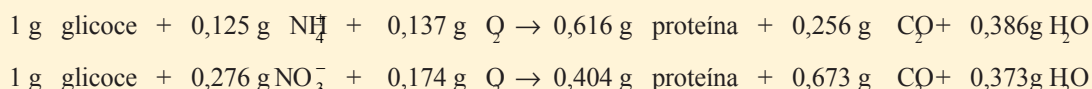
Quando NH_4^+ e NO_3^- estão disponíveis, a planta de arroz prefere NH_4^+ e o pH da solução diminui. Entretanto, posteriormente, o pH da solução aumenta, quando NO_3^- é absorvido. O mecanismo ocorre da seguinte forma: quando o arroz absorve cátion da solução, um íon de hidrogênio é lançado da raiz para manter a neutralidade elétrica na solução. Como consequência, o pH da solução abaixa. Por outro lado, quando ânion é absorvido da solução, um íon bicarbonato é lançado da raiz. Esse íon combina com o de hidrogênio para formar ácido carbônico indissociável, liberando o íon hidroxila. Em consequência, o pH aumenta. O efeito secundário das alterações do pH, tais como deficiência de ferro para valores altos de pH, algumas vezes dificulta conclusões seguras.

Numa revisão realizada por Yoshida (1981), foi constatado que nos estádios iniciais de desenvolvimento e com o teor de N acima de 200 ppm, a planta de arroz desenvolve-se melhor com N-NH_4^+ do que com N-NO_3^- , embora cucurbitáceas tenham comportamento oposto. Após o início da diferenciação da panícula e com teor de 100 ppm

de N, o nitrato é a melhor fonte de nitrogênio para o arroz do que a amônia. A 20 ppm de N, todavia, a amônia é tão eficiente quanto o nitrato. Assim, em níveis reais de concentração de N no solo, o N-NH_4^+ parece ser melhor ou tão bom quanto o nitrato, considerando todo o ciclo de desenvolvimento da planta. A melhor utilização do N-NH_4^+ pelo arroz em relação ao N-NO_3^- é relatada também por León e Arregocés (1985).

Yoshida (1981) relata ainda que o arroz tem preferência na absorção da amônia ao nitrato, na solução que contém ambos, embora o oposto ocorra para outras espécies (Gráfico 1). E raízes excisadas de plântulas de arroz absorvem amônia cinco a vinte vezes mais rápido do que nitrato, dependendo do pH da solução. Com planta intacta, o arroz também absorve a amônia mais rapidamente que o nitrato. Embora o arroz tenha preferência pela amônia, ele não a acumula nos tecidos da folha; ela é convertida em asparagina. Por outro lado, tecidos de plantas de arroz acumulam nitrato, quando a concentração dessa forma na solução é alta. Isso sugere que a planta de arroz tem baixa capacidade de reduzir o nitrato à amônia. Cabe ressaltar que o nitrogênio só é utilizado na planta na forma reduzida; na forma oxidada como é o caso de nitrato, não é aproveitado. Além do mais, a planta de arroz terá de produzir ácidos orgânicos para neutralizar cátions acompanhantes do nitrato (MALVOLTA, 1980), constituindo-se, portanto, em mais um ônus para o arroz.

Em bioenergética, a assimilação do nitrato requer mais energia que a da amônia, porque o nitrato deve ser reduzido à amônia na planta. A relação estequiométrica para síntese de proteína, a partir das duas formas, é fornecida pelas seguintes equações (PENNING DE URIES; LAAR, 1977 apud YOSHIDA, 1981):



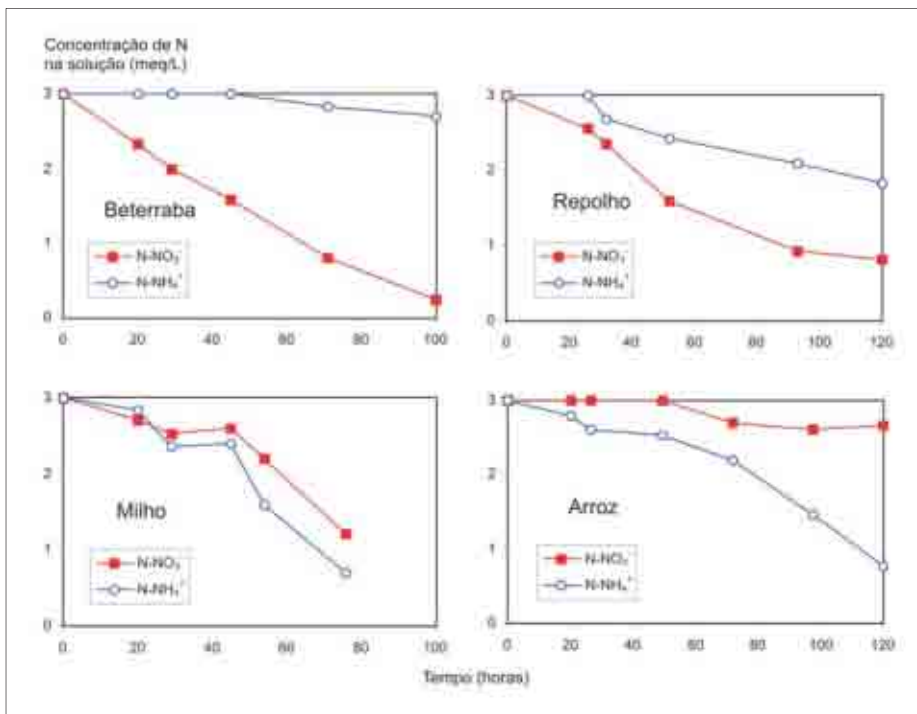


Gráfico 1 - Absorção seletiva de amônia e nitrato em solução nutritiva
 FONTE: Tadano e Tanaka (1976 apud YOSHIDA, 1981).

Portanto, a assimilação do N-N O_3^- é menos vantajosa do ponto de vista energético que a do N-NH $_4^+$.

Em plantas superiores, incluindo o arroz, a redução de nitrato ocorre predominantemente nas folhas sob luz. Sob alta luminosidade, em que a taxa de difusão do CO $_2$ é que limita a taxa de fotossíntese global, a energia requerida para redução do nitrato pode ser fornecida pela energia excedente produzida pela reação fotoquímica na fotossíntese. Neste caso, a redução do nitrato processa-se livre de custo, ou seja, sem consumo de assimilados para gerar a energia requerida. Entretanto, sob baixa luminosidade, a redução do CO $_2$ (reação escura) e do nitrato é provavelmente competitiva. Sob tais condições, a taxa de assimilação do nitrato em nitrogênio orgânico parece ser mais lenta em arroz (DIJKSHOOSN; ISMUNADJI, 1972 apud YOSHIDA, 1981). Fica evidente, portanto, que dias claros, límpidos, com alta luminosidade favorecem intensamente o aproveitamento do nitrogênio absorvido na forma de nitrato sem consumo de assimilados, o que contribui para o aumento de produtividade.

A chave de todo esse imbróglio, que parece esclarecer as diferenças de eficiência do N-NH $_4^+$ e do N-NO $_3^-$ para a cultura do arroz, foi encontrada em Malavolta (1980). Segundo esse autor “o arroz, tanto o de sequeiro quanto o irrigado, nas duas ou três primeiras semanas de vida, quando cultivado em solução contendo N-N O_3^- , desenvolve-se muito pouco, apresentando sintomas típicos da falta de N, o que não acontece, se o N-NH $_4^+$ for a fonte de nitrogênio; entretanto, aos poucos começa a se desenvolver e suas folhas, antes amareladas pela falta de N, tornam-se verdes, o que indica síntese e funcionamento da redutase do nitrato”. No processo de redução do nitrato à amônia, denominado redução assimilatória do nitrato, é essencial a presença da enzima redutase do nitrato. Assim, a ausência ou a baixa disponibilidade dessa enzima, no primeiro mês de vida da planta, faz com que o N-NO $_3^-$ não seja aproveitado pelo arroz.

A deficiência de nitrogênio nesta fase de desenvolvimento da planta compromete a lavoura, pois prejudica o desenvolvimento da parte aérea, reduz a competitiv-

idade com as plantas daninhas, o crescimento do sistema radicular e provoca intensa redução do número de perfilhos. Com o avanço e desenvolvimento da cultura, a planta passa a produzir a enzima redutase do nitrato e a deficiência de nitrogênio tende a desaparecer, mas o prejuízo inicial é praticamente irreversível, comprometendo o potencial produtivo do arroz. Certamente, o desconhecimento dessa informação causou muita confusão nos estudos de avaliação de eficiência de uso de nitrogênio na forma amoniacal e nitrato. Esse atraso na síntese da redutase do nitrato é bastante evidenciado em lavouras de pequenos agricultores em condições de várzea úmida, onde, muitas vezes, não se realiza fertilização, ou seja, as lavouras, quando jovens, permanecem amareladas, mas depois de algum tempo tornam-se verdes, sem nenhuma aplicação de nitrogênio, o que indica o aproveitamento do N-NO $_3^-$.

Uma questão que surge é por que a planta de arroz possui essa característica? Uma hipótese que pode ser aventada é a de que o arroz é uma planta de origem hidrófila, logo, evoluiu em um ambiente com grande abundância de água, em um meio redutor, onde havia predominância de nitrogênio amoniacal. Dessa forma, sob baixa concentração de nitrato no meio, a planta jovem do arroz não desenvolveu o mecanismo de redução do nitrato, uma vez que o ambiente era rico em amônia e a demanda inicial baixa. Com o crescimento da planta, a demanda por nitrogênio é maior e a planta teve de lançar mão do nitrato, desenvolvendo, portanto, o mecanismo de aproveitamento dessa forma de nitrogênio, ainda que tardiamente.

NITROGÊNIO E SUSTENTABILIDADE DO ARROZ DE VÁRZEA

Após essa fundamentação, tornou-se possível compreender os mecanismos que influenciam o desenvolvimento do arroz sob várias condições de cultivo, bem como a sustentabilidade delas em anos sucessivos de cultivo. Inicialmente, será discutido

o caso do arroz irrigado por inundação contínua. Em geral, não se dá muita importância ao efeito da lelopatia/autotoxicidade nos cultivos em campos de arroz irrigado, com a justificativa de que nesse sistema, o referido efeito é pequeno, possibilitando cultivos sucessivos por anos consecutivos. À luz dos conhecimentos, é provável que a predominância da fonte de $N-NH_4^+$ e a pequena perda de nitrogênio por desnitrificação sejam a causa da maior sustentabilidade do plantio em campos inundados. De Datta (1985) relata que a disponibilidade de nitrogênio em solos inundados é mais alta que em solos não inundados. Isto porque, embora a matéria orgânica seja mineralizada a uma taxa mais lenta em solos anaeróbicos do que aeróbicos, a quantidade líquida mineralizada é maior, porque menos nitrogênio é imobilizado. Dessa forma, associando-se maior quantidade de nitrogênio mineralizado (líquida) com menor perda por desnitrificação e predominância da forma amoniacal, é possível compreender o melhor desenvolvimento do arroz e a maior sustentabilidade em campos inundados.

Deve-se acrescentar também que o preparo do solo através de aração e gradagem, com certa antecedência ao plantio e à inundação do tabuleiro, provoca redução do teor de matéria orgânica do solo pela decomposição aeróbica que é bastante intensa. Essa prática a curto prazo aumenta a disponibilidade de nitrogênio, mas a médio e longo prazos, reduz a principal fonte de nitrogênio para o arroz, que é a matéria orgânica. Lavouras de arroz fertilizadas obtêm de 50% a 80% de seu nitrogênio requerido do solo; lavouras não adubadas obtêm uma proporção muito maior, principalmente através de mineralização de fontes orgânicas. Assim, o arroz depende primariamente de fontes orgânicas para obter seu nitrogênio (KOYAMA, 1975, BROADBENT, 1979 apud DE DATTA, 1981). Para produção de uma tonelada de grãos na cultura do arroz irrigado são necessários somente

para a parte aérea 22,5 kg de N (FAGERIA, 1999). Portanto, para uma produtividade de 8 t/ha são necessários 180 kg/ha de N. Considerando uma adubação nitrogenada com 120 kg/ha (600 kg/ha de sulfato de amônia, por exemplo) e um aproveitamento de 40% de N aplicado (eficiência de aproveitamento não ultrapassa 30% a 40%, segundo Barbosa Filho (1987) e Fageria (1984), ou seja, 48 kg), será necessário que o solo forneça 132 kg/ha de N (73% do total necessário). Isso explica o fracasso do Provárzeas em várias regiões do País, após oito a dez anos de sua implantação. Um exemplo, que pode ser citado, é o do Polder de Careagu, no Sul de Minas Gerais, onde as produtividades no início da implantação do Projeto eram de, aproximadamente 8 t/ha, mas, depois de oito anos consecutivos de plantio, não ultrapassaram 3 t/ha, levando ao abandono da exploração orizícola. Obviamente que faltou orientação técnica sobre manejo, rotação de culturas etc.

No caso do arroz de várzea úmida ou drenada, sem irrigação, a questão do nitrogênio é muito mais crítica. Primeiro, porque os constantes preparos de solo causam aeração e decomposição rápida da matéria orgânica, reduzindo assim o reservatório natural de nitrogênio; segundo, porque as frequentes alternâncias de encharcamento, ocasionadas por altas precipitações, seguidas de drenagens, causam intensa desnitrificação. Reddy e Patrick (1975 apud DE DATTA, 1981), relatam que a maior perda de nitrogênio por desnitrificação ocorre num ciclo aeróbico-anaeróbico de dois dias, quando comparado com ciclos mais longos.

Assim, o $N-NH_4^+$, oriundo primariamente da decomposição da matéria orgânica em condições aeróbicas, rapidamente, sofre nitrificação a $N-NO_3^-$, que, em seguida, é perdido por desnitrificação, caso ocorra encharcamento do solo, o que é muito comum em várzea, devido à lenta drenagem. O resultado é uma alta deficiência de nitro-

gênio nas lavouras de arroz que apresentam coloração amarelada, plantas raquíticas e um sistema radicular pouco desenvolvido. Essa deficiência só não é observada nos dois primeiros anos de cultivos, quando o alto teor de matéria orgânica do solo consegue suprir de nitrogênio as exigências das plantas. Esse período pode ser mais longo, dependendo do teor de matéria orgânica do solo, da acidez, da temperatura, da umidade, aeração, número de gradagens etc.

EFEITO BENÉFICO DA COMPACTAÇÃO PELOS PNEUS DO TRATOR

Voltando ao efeito benéfico da compactação das rodas do trator para germinação, vigor e desenvolvimento das plantas, a hipótese que surge é que a compactação do solo reduz a aeração pela menor difusão do oxigênio atmosférico. Isso implica em menor nitrificação e, possivelmente, menor imobilização. Em consequência, há maior conservação do $N-NH_4^+$, que é a forma de nitrogênio mais aproveitada pelas plantas de arroz na fase jovem, e menor perda por desnitrificação, uma vez que a velocidade de transformação do nitrogênio amoniacal a nitrato (nitrificação) é menor. Além do mais, a compactação superficial na linha do arroz reduz a perda de umidade do solo que sobe por capilaridade. É interessante ressaltar que plantas jovens de outras espécies, eficientes na utilização do nitrato, como milho, sorgo, soja etc., não exibem diferenças acentuadas entre as linhas compactadas pelo pneu do trator e as não compactadas, corroborando essa hipótese.

EFEITO DO NITROGÊNIO SOBRE O PLANTIO DIRETO

Quanto ao plantio direto do arroz de terras altas ou de sequeiro, são efetuadas as seguintes observações: entre as culturas produtoras de grãos mais importantes do

País, a do arroz de terras altas é a única que não está sendo usada em larga escala no sistema de plantio direto, cujas razões já foram mencionadas; como mais de 40% da área cultivada no Brasil, já é sob plantio direto, com tendência a crescimento, e os produtores não estão dispostos a efetuar revolvimento de solo, para não desestabilizar o sistema, o arroz de terras altas terá de se adaptar a essa modalidade de plantio ou ficará marginalizado. Diante desse quadro, é que se têm buscado novas tecnologias ou ajustamento das existentes, com o intuito de tornar o arroz de terras altas uma alternativa viável no sistema agrícola, participando na rotação de culturas através de plantio direto.

Ao que parece, todas as tecnologias já desenvolvidas não foram suficientes para convencer os agricultores de terras altas a adotarem o plantio direto como um sistema de semeadura rotineiro, mesmo porque a pesquisa ainda não recomenda esta semeadura. Certamente, o ponto fundamental que prejudica o bom desempenho do arroz de terras altas, no sistema de plantio direto, ainda não foi atacado. Tudo leva a crer que a principal barreira pode estar relacionada com a disponibilidade e uso do nitrogênio durante a fase jovem de desenvolvimento da planta. No sistema de cultivo inundado, o plantio direto é adotado sem restrições e é um dos mais utilizados, hoje, no Rio Grande do Sul. Pelo que já foi discutido anteriormente, a diferença básica entre o arroz de terras altas e o irrigado, além da farta disponibilidade de água deste último, está na forma predominante do nitrogênio no solo, que é de nitrato no sequeiro e de amônio no irrigado. Obviamente, que a inundação do solo provoca uma série de alterações físicas, biológicas e químicas, mas não parecem ser elas a vertente do sucesso ou insucesso do plantio direto.

O ponto que será discutido refere-se apenas ao nitrogênio. Na ausência de revolvimento do solo por aração ou gradagem, ocorre um acúmulo gradual de matéria

orgânica na superfície do solo com o passar dos anos, seja pelos restos culturais, seja pela vegetação nativa morta, pastagem, dejetos animais etc. Esse acúmulo de matéria orgânica ocorre simplesmente pelo fato de os microorganismos terem menor contato com a massa vegetal, ou pela decomposição lenta realizada pelos microorganismos anaeróbicos nos ambientes de baixo arejamento. Dessa forma, no perfil do solo, forma-se um gradiente diferencial de acúmulo de matéria orgânica, sendo rica na superfície, intermediária na camada subsuperficial e pobre nas camadas mais profundas. Com o revolvimento do solo, inverte-se esse gradiente, areja o solo, ocorre decomposição rápida da matéria orgânica, redundando em alta disponibilidade de nitrogênio amoniacal para o arroz. Só que esse processo não é sustentável, pois em dois anos a maior parte dessa matéria orgânica é mineralizada e passa, então, a predominar no solo (camada de 0-20cm) nitrogênio químico quase que exclusivamente na forma de nitrato. Essa é a principal razão de o arroz de terras altas só produzir bem nos dois primeiros anos, como já comentado.

No sistema de plantio direto, não há revolvimento de solo, a densidade é maior e a aeração menor, implicando numa lenta decomposição da matéria orgânica do solo, com a conseqüente liberação lenta de nitrogênio amoniacal. O mais grave é que o pouco $N-NH_4^+$ produzido na mineralização, se não for absorvido pela planta, é imobilizado pelos microorganismos ou rapidamente nitrificado a nitrato, uma vez que na superfície do solo o meio é rico em oxigênio. Assim, no plantio direto, sobretudo nos seis primeiros anos de implantação do sistema, quando a imobilização do carbono, por conseguinte a do nitrogênio, é maior do que a mineralização (SÁ, 1999), o arroz sofre intensa carência de nitrogênio amoniacal, visto que, no primeiro mês de vida, a planta não produz a enzima redutase do nitrato, ou, se a produz, é em quantidade

insuficiente para reduzir o nitrato. Essa deficiência afeta fortemente o desenvolvimento radicular, o perfilhamento e o desenvolvimento inicial do arroz. A menor incidência de brusone em arroz de terras altas no sistema de plantio direto em relação ao convencional detectada por Moura Neto (2001), também reflete a menor disponibilidade de nitrogênio para a planta, uma vez que esse elemento potencializa a ocorrência da referida enfermidade (BARBOSA FILHO, 1987).

Na avaliação do conteúdo de nitrogênio mineral ($N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$), em amostras de terra coletadas em várias profundidades de um Latossolo Vermelho-Escuro, cultivado durante dez anos sob plantio direto e preparo convencional, Sá (1999) observou um comportamento diferenciado para os sistemas de manejo, que foi assim resumido: na camada de 0-7 cm, o nitrogênio mineral nos dois sistemas de manejo foi representado pelo $N-NO_3^-$, e os valores obtidos no plantio direto foram quase três vezes superiores aos encontrados sob preparo convencional ao final de dez semanas de incubação. Nessa camada, o pH, o conteúdo de matéria orgânica e de bases trocáveis era mais elevado do que no preparo convencional, favorecendo maior atividade de microorganismos nitrificadores. Por outro lado, nas camadas abaixo de 30 cm predominou a forma amoniacal nos dois sistemas de manejo. Nesse caso, a acidez elevada seria o fator que limitaria a atividade dos nitrificadores, não impedindo contudo a ação dos amonificadores.

Dessa constatação, pode-se especular que a preferência do arroz de terras altas por solos ligeiramente ácidos (pH entre 5,5 e 5,8) pode estar mais relacionada com a maior disponibilidade do $N-NH_4^+$ no solo pela ação limitada dos microorganismos nitrificadores, sem prejuízo dos amonificadores, do que a própria acidez *per se*, que reduz a disponibilidade de vários nutrientes e aumenta toxidez por alumínio, corroborando, portanto, a melhor utilização do nitro-

gênio amoniacal pelo arroz na fase juvenil. Certamente, que a maior disponibilidade do N-NH_4^+ em solos ácidos induziu o arroz de terras altas a desenvolver um mecanismo de melhor adaptação ou tolerância a esses solos. No caso do arroz irrigado por inundação, o pH estabiliza-se depois de três semanas de inundação em 6,5-7,0. Contudo, o alto pH não prejudica o desenvolvimento do arroz, uma vez que nessa modalidade de cultivo predomina o N-NH_4^+ .

Sintetizando, a situação ideal para o arroz de terras altas no plantio direto seria aquela em que o sistema já estivesse estabilizado por oito a dez anos, quando a imobilização do nitrogênio é menor que a mineralização, e os solos fossem levemente ácidos, onde a nitrificação é inferior à amonificação. Com isso, aumentaria tanto a disponibilidade, quanto a predominância do N-NH_4^+ para o arroz.

Olofinoye (1983 apud MOURA NETO, 2001), que observou o comportamento da cultura de arroz de terras altas sob os sistemas de plantio direto e convencional por dois anos, constatou menor altura e plantas menos vigorosas nos estádios iniciais de desenvolvimento sob plantio direto em relação ao convencional. Observações semelhantes também foram relatadas por Ogunremi et al. (1986 apud MOURA NETO, 2001), em que afirmam ser o fraco desempenho nas fases iniciais, no plantio direto, devido à imobilização do nitrogênio aplicado pelos microorganismos, na decomposição da cobertura morta. Relatam ainda que as diferenças na altura de plantas vão diminuindo, à medida que se aproxima a fase de floração, motivadas pela segunda cobertura nitrogenada e pela disponibilidade de nutrientes oriundos dos resíduos decompostos. Embora estes autores utilizem outros fundamentos para justificar as diferenças de desempenhos nos dois sistemas de plantio (direto e convencional), os resultados vêm confirmar tudo que foi discutido sobre disponibilidade e uso de nitrogênio na fase jovem e mais tardia, quando

o arroz produz a enzima redutase do nitrato.

Os cultivos sob plantio direto apresentam maior compactação, maior adensamento, menor macroporosidade e maior microporosidade. Portanto, está sujeito à menor aeração, e mesmo chuvas com menos intensidade podem causar desnitrificação do nitrato, reduzindo sua disponibilidade para o arroz nos estádios mais avançados de desenvolvimento. Isso exige uma atenção maior, quanto ao manejo do nitrogênio, como época de aplicação, doses e fonte do elemento.

O plantio direto do arroz de terras altas, que, hoje, é pouco utilizado por não ser a curto prazo competitivo com o convencional, a médio e longo prazos é a melhor alternativa de produzir com sustentabilidade esse cereal em solos bem drenados e arejados. Isso porque o aumento da matéria orgânica, ao longo do tempo, no sistema estabilizado, é a forma mais correta de prover um fluxo contínuo de nitrogênio amoniacal às plantas de arroz no início do desenvolvimento da lavoura. Pesquisa realizada por Moura Neto (2001), com o objetivo de avaliar o desempenho de cultivares e linhagens de arroz de terras altas nos sistemas de plantio direto e convencional, em uma área onde se praticava plantio direto intensamente nas safras e entressafras, durante 14 anos consecutivos, mostrou que as produtividades médias dos 14 materiais, comuns aos dois anos agrícolas (1998/1999 e 1999/2000), foram de 5.606 e 5.608 kg/ha, respectivamente. Esse resultado corrobora o potencial do plantio direto para o arroz de terras altas a médio e longo prazos.

Fageria (1999) relata que para produzir uma tonelada de arroz de terras altas são necessários 47 kg de nitrogênio somente para a parte aérea. Assim, para uma produtividade de 4 t/ha serão necessários 188 kg/ha de nitrogênio. Supor uma adubação nitrogenada de 60 kg/ha, quantidade recomendada por Ribeiro et al. (1999) e uma

eficiência de aproveitamento de 40% do nitrogênio aplicado, ou seja, 24 kg. Para esse nível de produtividade, as plantas terão de extrair do solo 104 kg/ha de nitrogênio, representando, portanto, 87% do total absorvido. Isso evidencia por que, a médio e longo prazos, somente o sistema de plantio direto tem condições de acumular matéria orgânica e suprir o arroz de terras altas de suas necessidades de nitrogênio, sobretudo, o amoniacal na fase inicial de desenvolvimento. Assim, desfaz-se o paradoxo de que o arroz de terras altas não se aplica ao sistema de plantio direto. Hoje, o insucesso do plantio direto do arroz de terras altas é atribuído à incapacidade de o sistema radicular romper-se em solos mais compactados. Realmente, a maior compactação do solo no plantio direto é barreira mecânica para um melhor desenvolvimento do sistema radicular, mas isso é válido para todas as espécies. Seguramente, que plantas jovens de arroz, bem nutridas de N-NH_4^+ , terão a mesma habilidade que outras espécies, para se desenvolver em solos de maior densidade. Pode-se especular também que plantas fixadoras de nitrogênio, como a soja por exemplo, têm maior habilidade de adaptar ao plantio direto, visto que o nitrogênio é um elemento importante para o desenvolvimento radicular das plantas.

SUGESTÕES DE MANEJO DO NITROGÊNIO NO PLANTIO DIRETO

Muitas pesquisas, certamente, deverão ser realizadas para comprovar e aprimorar esse referencial e as hipóteses aventadas. Todavia, para aqueles que já praticam o plantio direto em terras bem drenadas ou pretendem adotar o sistema, uma sugestão empírica, com relação à fertilização nitrogenada, é aplicar no sulco e ao lado das fileiras do arroz fontes amoniacais em quatro parcelas, ou seja, no plantio, aos 15, 30 e 45 dias após a semeadura, empregando a

dosagem de 20 a 30 kg/ha de nitrogênio, dependendo do solo, cultivar, regime de chuvas etc. O parcelamento sugerido é uma maneira de prover um fluxo contínuo de nitrogênio amoniacal no período em que o arroz não produz a enzima redutase do nitrato. Recomenda-se também, sempre que possível, efetuar o plantio mais cedo, para fugir dos períodos de alta precipitação, que provocam intensas perdas de nitrogênio por desnitrificação, no momento em que o arroz mais demanda esse elemento, que é a partir da diferenciação do primórdio floral. Para os atuais e futuros usuários do plantio direto no cultivo do arroz de terras altas, recomenda-se não mais revolver o solo, pois só assim, os produtores vão imitar a natureza e ter para sempre uma terra nova, apta para o cultivo sustentável do arroz de terras altas ou de várzeas drenadas. O acúmulo de matéria orgânica no solo em cultivo sob plantio direto é lento, portanto, o produtor não deve esperar uma resposta rápida e imediata. Deve ter paciência, porque, aos poucos, a produtividade vai aumentando até estabilizar-se no nível desejado.

Uma alternativa importante, para dar maior sustentabilidade ao arroz de terras altas, seria a utilização de nitrogênio amoniacal revestido, que já vem sendo usado em vários países e tende a reduzir as perdas desse elemento pela liberação gradativa do nitrogênio no solo. O nitrogênio revestido já foi disponibilizado no Brasil comercialmente, mas sua baixa utilização inibiu sua importação e, hoje, não está mais disponível. Contudo, se houver demanda, as importações poderão ser retomadas, principalmente se a pesquisa recomendar o seu uso.

Malavolta (1953 apud MALAVOLTA; FORNASIERI FILHO, 1983), obteve maiores produções de matéria seca em uma cultivar de arroz de terras altas, quando forneceu $N-NO_3^-$, do que quando usou $N-NH_4^+$, desde que o primeiro fosse acom-

panhado de níveis mais altos de molibdênio. Portanto, a síntese da redutase do nitrato é induzida pela presença desse microelemento. Assim, pesquisas nessa área devem ser empreendidas para antecipar e/ou aumentar a quantidade da referida enzima na planta jovem do arroz.

Entretanto, a solução definitiva desse problema está no desenvolvimento de cultivares transgênicas portadoras do gene que codifica a enzima redutase do nitrato funcional na fase inicial de desenvolvimento da planta. Para tanto, deve-se identificar o referido gene e transferi-lo de outras espécies para o arroz. Culturas como milho, sorgo, soja, beterraba e cucurbitáceas são eficientes na absorção do nitrato na fase jovem, logo, são espécies promissoras para fornecimento desse gene. Como são espécies utilizadas na alimentação, a aprovação do arroz transgênico para essa característica não geraria polêmica e seria rápida. Talvez, a transferência apenas de gene regulador da síntese da redutase do nitrato, induzindo a produção dessa enzima mais cedo do que ocorre hoje solucionaria o problema. Certamente que transgênicos com essa característica elevariam o patamar do atual potencial de produção de grãos das cultivares de arroz, sobretudo, daquelas de terras altas.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA FILHO, M.P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 120p. (POTAFOS. Boletim Técnico, 9).
- DE DATTA, S.K. **Principles and practices of rice production**. New York: John Wiley, 1981. 618p.
- FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Campus, 1984. 341p.
- _____. Nutrição mineral. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio

de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. Cap. 7, p.172-196.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 221p.

GUIMARÃES, C.M.; BEVITÓRI, R. O arroz em sistemas de rotação de culturas. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. Cap. 6, p.148-171.

LEÓN, L.A.; ARREGOCÉS, O. Factores que afectan la respuesta a la fertilización nitrogenada del arroz. In: CIA T. **Arroz: investigación y producción**. Cali, 1985. p.307-340.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

_____; FORNASIERI FILHO, D. Nutrição mineral da cultura do arroz. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO ARROZ DE SEQUEIRO, 1983, Jaboticabal. **Anais...** Cultura de arroz de sequeiro: fatores afetando a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1983. p.95-140.

MOURA NETO, F.P. **Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional**. 2001. 92p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

SÁ, J.C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO, J.G. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: UFLA/ Viçosa, MG: SBCS, 1999. p.267-319.

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

Arroz irrigado por aspersão

Luís Fernando Stone¹
Pedro Marques da Silveira²

Resumo - Embora presente alta suscetibilidade ao estresse hídrico, cerca de 59% do arroz no Brasil é cultivado no ecossistema de terras altas, sem irrigação. Grande parte das lavouras está localizada na região dos Cerrados, onde, durante a estação chuvosa, quando o arroz é cultivado, é comum a ocorrência de estiagens por duas a três semanas. Aliada à baixa capacidade de armazenamento de água dos solos, essas estiagens causam sérios decréscimos na produtividade do arroz, provocando oscilações na produção nacional. A irrigação suplementar por aspersão é uma alternativa para estabilizar a produção, além de propiciar maiores produtividades e melhor qualidade do produto. A utilização do equipamento de irrigação para outras culturas na estação seca, aumenta a rentabilidade do agricultor. Para esta condição já foram desenvolvidas cultivares, denominadas de sequeiro favorecido, e feitos ajustes no sistema produtivo delas. A época de semeadura adequada é a usual do arroz de terras altas, com pequena flexibilidade. O espaçamento entre as linhas pode ser reduzido para 0,20 a 0,30 m e a adubação deve ser aumentada, especialmente a nitrogenada. A irrigação deve ser conduzida de maneira que o potencial da água do solo não atinja valores menores que -0,025 MPa.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Época de semeadura. Cultivar. Espaçamento entre linhas. Manejo do solo. Adubação. Irrigação.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz de terras altas ocupou, em 2001, uma área de 1.867.835 ha (LSPA, 2001), correspondendo a cerca de 59% da área total cultivada com arroz no Brasil, ou seja, 3.143.530 ha. Entretanto, respondeu por apenas 32% da produção total de 10.194.346 t, devido à produtividade média (1.740 kg/ha), alcançada nesse sistema, ser de aproximadamente 3,2 vezes menor que a obtida em condições de irrigação por inundação, 5.589 kg/ha.

Isto ocorre, porque grande parte das lavouras de arroz de terras altas está localizada na região dos Cerrados, onde predominam Latossolos (Oxisolos), com baixa capacidade de armazenamento de água. Durante a estação chuvosa (outubro-abril),

quando é feito o cultivo do arroz, a distribuição das chuvas é irregular sendo comum a ocorrência de estiagens de duas a três semanas. A alta demanda evapotranspirativa, aliada à característica dos solos, faz com que essas estiagens causem consideráveis decréscimos na produtividade do arroz, provocando oscilações na produção nacional. Entretanto, com o uso da irrigação suplementar por aspersão, os riscos de deficiência hídrica são minimizados e pode-se empregar mais tecnologia, o que resulta em expressivos aumentos na produtividade. Considerando que a produtividade nesse sistema pode atingir níveis semelhantes aos obtidos com irrigação por inundação, com qualidade equivalente, o cultivo do arroz sob aspersão é uma alternativa interessante.

VANTAGENS

A maior vantagem da irrigação por aspersão na cultura do arroz de terras altas está na sua contribuição para a estabilidade da produção, pela redução do estresse hídrico. Adicionalmente, a irrigação propicia maiores produtividades e melhor qualidade do produto. Manzan (1984), em Uberaba, MG, observou aumentos de até 70% na produtividade do arroz irrigado por aspersão, em comparação com a testemunha sem irrigação. Rodrigues e Arf (2002), em Selvíria, MS, no ano agrícola de 1999/2000, verificaram incremento de 30% na produtividade do arroz, pelo uso da irrigação suplementar por aspersão. Para o mesmo local, o incremento alcançou 91%, em 2000/2001 (SORATTO et al., 2002). Arf et al. (2001)

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: stone@cnpaf.embrapa.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: pmarques@cnpaf.embrapa.br

verificaram, nos anos com ocorrência de estiagens, que a irrigação suplementar promoveu incrementos na produtividade que variaram de 113% a 177%.

Os freqüentes períodos de estresse hídrico que a planta de arroz em condições de sequeiro sofre durante o ciclo provocam qualidade de grão inferior, em comparação com o arroz irrigado. A porcentagem de grãos chochos e gessados aumenta consideravelmente, quando a deficiência hídrica ocorre durante as fases de emissão da panícula e enchimento dos grãos (SANT'ANA, 1989). Com o uso de irrigação por aspersão, a planta de arroz não fica sujeita a estresses hídricos e, como resultado, o processo de enchimento dos grãos não sofre descontinuidade. Conseqüentemente, o número de grãos por panícula (STONE; SILVA, 1998, SORATTO et al., 2002) e a massa dos grãos (STONE; SILVA, 1998, ARF et al., 2001, SORATTO et al., 2002) são maiores e o número de grãos chochos é menor (RODRIGUES; ARF, 2002). A formação inadequada dos grãos e a presença de grãos gessados propiciam a ocorrência de maior porcentagem de grãos quebrados. Arf et al. (2002b) verificaram que a irrigação por aspersão aumentou tanto o rendimento de benefício, quanto o rendimento de inteiros, principalmente em ano com estiagens.

Além de propiciar aumento na produtividade e na qualidade do arroz, o equipamento de irrigação pode ser utilizado para outras culturas (feijão e trigo, por exemplo), na safra de outono-inverno, promovendo seu maior uso e maior rentabilidade ao agricultor.

ÉPOCA DE SEMEADURA

A semeadura do arroz de terras altas situa-se, dependendo da região, no período de outubro a dezembro. Este período foi determinado em função da probabilidade de ocorrer distribuição adequada de chuvas durante as fases mais críticas do ciclo da cultura. Com a utilização da irrigação por aspersão, é questionado se esse período não poderia ser modificado. Entre

tanto, além da precipitação, que pode ser suplementada ou substituída pela irrigação por aspersão, outros elementos climáticos não-controláveis, como temperatura e fotoperíodo, limitam o sucesso do cultivo do arroz em determinadas épocas do ano.

Na região dos Cerrados, o cultivo durante o período de menor índice pluviométrico (maio-setembro) teria como vantagem a colheita na entressafra, quando o preço do arroz é mais elevado. Contudo, vai demandar a utilização intensiva do equipamento de irrigação, em virtude de o arroz ser uma das espécies mais exigentes em água. Assim, o elevado custo da irrigação poderá limitar o cultivo do arroz nesse período. Ademais, em regiões com temperaturas mais baixas e em latitudes mais elevadas, o problema do frio e a sensibilidade ao fotoperíodo são fatores limitantes ao cultivo. Em Santo Antônio de Goiás, GO, Lobato e Silva (1995) verificaram que a semeadura no final de abril aumentou o ciclo de duas cultivares de arroz em 30 dias e reduziu a produtividade em cerca de 70%, devido à alta freqüência de temperaturas mínimas do ar inferiores a 15°C.

A antecipação da época usual de semeadura, isto é, de julho a setembro, teria como vantagens, além do melhor preço de mercado, a redução dos custos de irrigação em relação à semeadura no início da estação seca, embora ainda se mantenham elevados em relação à época usual de semeadura. A possibilidade de ocorrência de chuvas durante a colheita é um fator problemático do cultivo nesse período. Adicionalmente, o alongamento do ciclo, devido à sensibilidade a baixas temperaturas, associadas ao fotoperíodo, pode-se tornar sério problema. De fato, Lobato e Silva (1995) verificaram que a semeadura nos meses de agosto e setembro aumentou o ciclo da cultivar Rio Paranaíba, devido à alta freqüência de temperaturas mínimas do ar inferiores a 15°C e ao aumento do fotoperíodo, que induziu a planta a florescimento tardio, visto que o arroz é planta de dias curtos. Spohr et al. (2002), em Santa Maria, RS,

também verificaram alongamento no ciclo para a semeadura realizada em 18 de setembro em relação à realizada em 5 de novembro, devido à ocorrência de baixas temperaturas nos meses de setembro e outubro.

A semeadura em janeiro e fevereiro apresenta as dificuldades de preparo do solo e plantio em pleno período chuvoso. Outro problema sério é a ocorrência de baixas temperaturas durante a floração, o que causa altos índices de esterilidade de espiguetas. Além disso, como observaram Lobato e Silva (1995), na semeadura realizada em janeiro ocorreu encurtamento de 20 dias no ciclo pela influência do fotoperíodo, provocando redução de cerca de 50% na produtividade. Arf et al. (2000) também verificaram redução no ciclo do arroz na semeadura feita em janeiro em relação à de novembro.

Arf et al. (2000), em Selvíria, MS, verificaram que a semeadura realizada em novembro propiciou produtividades mais elevadas. Considerando os dois anos agrícolas estudados, as menores produtividades ocorreram nas semeaduras de setembro, janeiro e fevereiro. Concluindo, pode-se dizer que a melhor época de semeadura do arroz irrigado por aspersão é a época usual de semeadura do arroz de terras altas (SANT'ANA, 1989, ARF et al., 2000), podendo ser estendida, no Centro-Oeste, até a primeira quinzena de janeiro (LOBATO; SILVA, 1995). Nesse período, o risco de perda da lavoura por problemas climáticos seria extremamente reduzido, e os custos de irrigação seriam mínimos. Na metade Sul do estado do Rio Grande do Sul, embora a maior produtividade tenha sido obtida na semeadura de 19 de outubro, o arroz irrigado por aspersão pode ser semeado de 18 de setembro a 5 de novembro, sem que ocorram reduções significativas na produtividade (SPOHR et al., 2002).

CULTIVARES

Os estudos sobre irrigação do arroz por aspersão, no Brasil, iniciaram na década de

70, entretanto esta tecnologia esbarrava, principalmente, na inexistência de cultivares adaptadas a esse sistema de cultivo. As cultivares desenvolvidas para o sistema de irrigação por inundação não se adaptavam às condições físico-químicas dos solos bem drenados e apresentavam alta suscetibilidade às doenças. As cultivares tradicionais de terras altas apresentavam problemas em condições de alta tecnologia (alta adubação, espaçamento reduzido), que eram preconizadas para o sistema de irrigação suplementar por aspersão, como consequência da eliminação do risco de deficiência hídrica. Elas apresentavam grande desenvolvimento vegetativo, com folhagem luxuriante e porte alto, o que favorecia o acamamento. Além disso, quando semeadas em alta densidade, tornavam-se mais sensíveis às doenças, especialmente à brusone. Para solucionar este impasse, a Embrapa Arroz e Feijão iniciou, na década de 80, um programa de melhoramento com base em trabalho desenvolvido por Pinheiro et al. (1985), em que eram comparadas cultivares com tipo de planta contrastante, na presença e na ausência de deficiência hídrica. Este programa de melhoramento tem por objetivo básico criar cultivares para as condições de terras altas favorecidas quanto à distribuição de chuvas ou sob irrigação suplementar por aspersão. As características desejáveis da planta para essas condições, segundo Sant'Ana (1989), são alta capacidade produtiva, resistência ao acamamento, ciclo de precoce a médio, resistência à brusone e à mancha-parda, certo grau de tolerância à seca e de dormência, grãos longos, finos e translúcidos. Em 1996, foi lançada a primeira cultivar, chamada de sequeiro favorecido, adaptada a essas condições, a 'Maravilha' (EMBRAPA, 1997). De maneira geral, desde que não acamem em condições de alta tecnologia, todas as cultivares de arroz de terras altas são aptas ao cultivo sob irrigação, inclusive as lançadas mais recentemente, 'BRS Talento' e 'BRS Soberana'. No Rio Grande do Sul, utilizando-se o espaça-

mento entre as linhas de 0,17 m, têm sido obtidas, sob aspersão, produtividades variando de 5.696 a 6.754 kg/ha, com cultivar Primavera, de ciclo precoce (MICHELON et al., 2002, SPOHR et al., 2002, TOESCHER; KÖPP, 2002), embora ocorra elevado acamamento em algumas situações. Cultivares de arroz irrigado sob aspersão, como é o caso da 'IRGA 417', têm alcançado produtividades mais elevadas, 8.706 kg/ha (TOESCHER; KÖPP, 2002). No Paraná, a 'Iapar 9', cultivada no espaçamento de 0,40 m, produziu 7.310 kg/ha (ENDO et al., 2002). No Mato Grosso do Sul, as produtividades sob aspersão têm variado de cerca de 3 mil a pouco mais de 4 mil kg/ha, para as cultivares Maravilha, Primavera e Confiança (ARF et al., 2002a, RODRIGUES; ARF, 2002, SORATTO et al., 2002). Nesse mesmo Estado, produtividades acima de 6 mil kg/ha têm sido obtidas com as cultivares IAC 201 e IAC 202, no espaçamento de 0,40 m (BAZANINI et al., 2002), embora a 'IAC 201' tenha apresentado elevado acamamento. Em Goiás, Stone et al. (1999) obtiveram, no espaçamento de 0,20 m, produtividade média sob aspersão de 4.973 kg/ha, com a cultivar Maravilha.

PREPARO DO SOLO

O preparo do solo se realizado de maneira adequada, pode resultar em maior capacidade de armazenamento de água no solo e, assim, possibilitar economia da água de irrigação. Em sistemas agrícolas irrigados, entretanto, devido ao uso mais intensivo da área e a preparos realizados sempre na mesma profundidade, pode ocorrer a presença de camada subsuperficial compactada, causando menor desenvolvimento do sistema radicular e menor armazenamento de água. Apesar de essa situação ser mais grave em condições de deficiência hídrica, o rompimento dessa camada pelo preparo profundo também é importante para o arroz cultivado sob irrigação por aspersão. Silveira et al. (1994) obtiveram maiores produtividades de arroz sob aspersão com aração a 0,30 m em relação à profundidade de

0,15 m, possivelmente devido à redução na compactação do solo. Arf et al. (2001) observaram, sob aspersão, que o preparo do solo com arado de aiveca ou escarificador propiciou a obtenção de maior produtividade de arroz em relação ao preparo com grade aradora, em ano com presença de estiagens. Na ausência de estiagens, as produtividades obtidas com os três preparos não diferiram significativamente. Entretanto, na ausência de camada compactada no perfil do solo, Stone e Silva (1998) verificaram que a aração feita a 0,10-0,15 m de profundidade propiciou produtividades de arroz iguais ou maiores que as obtidas com aração mais profunda, com menor gasto de energia.

Com relação ao plantio direto, os resultados obtidos na literatura são inconclusivos. Santos et al. (1997) observaram que a produtividade do arroz irrigado por aspersão, sob plantio direto, foi menor que a obtida com preparo do solo a 0,30 m com arado de aiveca e com o preparo com grade aradora a 0,15 m. Já Arf et al. (2002a) verificaram que o plantio direto e o preparo com arado de aiveca propiciariam maiores produtividades que o preparo com grade aradora.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE SEMEADURA

De modo geral, as recomendações de espaçamento e densidade de semeadura para a cultura do arroz de terras altas são de 100 a 200 sementes viáveis por metro quadrado, distribuídas em espaçamentos que variam de 0,40 a 0,60 m entre as linhas (FORNASIERI FILHO, 1983, SANT'ANA, 1989). Contudo, como as cultivares de sequeiro favorecido apresentam folhas menores e mais eretas, pode-se reduzir o espaçamento entre as linhas, com o consequente aumento do índice de área foliar e concomitante acréscimo na produtividade. Sob condições de irrigação por aspersão, têm-se obtido maiores produtividades com espaçamentos menores que os normalmente utilizados no cultivo do arroz de sequeiro tradicional. De fato, Souza e Azevedo (1994), com a cultivar Rio Paranaíba, de

sequeiro tradicional, obtiveram maiores produtividades com o espaçamento de 0,20 m, independentemente das densidades de semeadura, que variaram de 50 a 125 sementes por metro, embora tenham verificado elevada porcentagem de acamamento, acima de 88%. Já Stone e Pereira (1994) também verificaram que, para linhas de sequeiro favorecido, o espaçamento de 0,20 m foi o que propiciou maiores produtividades, não havendo problema de acamamento. Estes autores utilizaram a densidade de semeadura de 60 sementes por metro. Oliveira et al. (1977), no tocante à cultivar IAC 1246, e Santos (1990) com relação à cultivar Guarani, todas de sequeiro tradicional, e Crusciol et al. (2000), com a cultivar moderna IAC 201, obtiveram maiores produtividades, sob aspersão, no espaçamento de 0,30m entre as linhas. Para estes últimos autores, a densidade de semeadura, variando de 100 a 200 sementes viáveis por metro quadrado, não afetou a produtividade do arroz. Santos et al. (1988) também verificaram que a densidade de semeadura, nestes mesmos níveis, teve efeito bem menor na produtividade do arroz que o espaçamento entre as linhas. Contudo, outros autores constataram redução (OLIVEIRA, 1994) ou aumento (OLIVEIRA et al., 1977), na produtividade com o aumento na densidade de semeadura.

ADUBAÇÃO

Com a eliminação do risco de estresse hídrico e a perspectiva de obter maiores produtividades, é possível utilizar doses mais elevadas de adubação. No cultivo tradicional, geralmente é recomendada, para solos de Cerrado, a adubação no sulco à base de 10 kg/ha de N, 60 kg/ha de P_2O_5 e 30 kg/ha de K_2O (SANT'ANA, 1989). Em condições de irrigação suplementar por aspersão, é recomendado incremento de 50% na adubação fosfatada e 30% na potássica (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE GOIÁS, 1988) Com relação ao nitrogênio em cobertura, a recomendação para as cultivares tradicionais varia

de 30 a 40 kg/ha de N (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE GOIÁS, 1988, STONE; SILVA, 1998). Entretanto, o uso de cultivares de sequeiro favorecido, no espaçamento mais reduzido entre as linhas, ocasiona maior absorção de nutrientes (STONE; PEREIRA, 1994), dada a maior população de plantas e produtividade alcançada, o que requer maior dose de adubo nitrogenado do que a normalmente recomendada para as cultivares tradicionais. Produtividades acima de 5.500 kg/ha têm sido obtidas com doses de nitrogênio a partir de 90 kg/ha. Bazanini et al. (2002), em Selvíria, MS, com as cultivares IAC 201 e IAC 202, no espaçamento de 0,40 m entre as linhas, quando utilizaram 2 L/ha de um redutor de crescimento, obtiveram produtividade máxima estimada de 6.900 kg/ha, com 90 kg/ha de N, sendo 30 kg/ha aplicados na semeadura. Na ausência do redutor, a resposta foi linear até 150 kg/ha de N. Stone et al. (1999), em Santo Antônio de Goiás, GO, obtiveram a máxima produtividade do arroz sob aspersão, 5.523 kg/ha, no espaçamento de 0,20 m entre as linhas, com a dose total de 112,9 kg/ha de N, sendo 1/3 aplicado na semeadura. Michelon et al. (2002), em Santa Maria, RS, com a cultivar Primavera, no espaçamento de 0,17m entre as linhas, obtiveram produtividade máxima estimada de 5.696 kg/ha, com 130 kg/ha de N, sendo 1/3 aplicado no início do perfilhamento, 1/3 no perfilhamento máximo e 1/3 na diferenciação do primórdio floral. Apesar de o arroz sob aspersão responder a altas doses de nitrogênio, na decisão do quanto aplicar deve ser levado em conta a suscetibilidade da cultivar ao acamamento e à brusone.

IRRIGAÇÃO

Um aspecto importante a ser considerado na irrigação por aspersão é o intervalo entre as irrigações. Existem trabalhos estabelecendo a frequência de irrigação com base no consumo de uma determinada fração da água disponível do solo (AD). Giudice et al. (1974) verificaram que o arroz

deve ser irrigado, quando forem consumidos 40% da AD na camada de 0-0,20 m. Coelho et al. (1977) obtiveram maior produtividade, quando a irrigação foi feita para repor 30% da AD. Os resultados expressos em porcentagem de água disponível só podem ser considerados para solos com características semelhantes. Se, por outro lado, forem expressos em potencial da água do solo, podem ser mais facilmente aplicados em outro tipo de solo. Isto ocorre porque, em solos não-salinos, o potencial matricial é o fator da água do solo que mais influencia o crescimento das plantas. Stone et al. (1986), em trabalho conduzido em Goiânia (GO), concluíram que, aliando-se produtividade e economicidade, a irrigação do arroz por aspersão deve ser conduzida de maneira que o potencial de água do solo, medido a 0,15 m de profundidade, não atinja valores menores que -0,025 MPa.

É difícil quantificar com exatidão o volume total de água necessário para irrigação, quando se utiliza a suplementar, uma vez que este volume depende da quantidade e da distribuição das chuvas. A necessidade total de água para o cultivo do arroz de terras altas varia de 600 a 700 mm (STONE et al., 1979, MANZAN, 1984, STEINMETZ, 1986). Considerando apenas a irrigação suplementar, as lâminas d'água aplicadas podem variar de 524 mm, segundo verificaram Toescher e Köpp (2002), no RS, a valores inferiores a 200 mm por ciclo, nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, dependendo do regime de chuvas.

O requerimento de água do arroz irrigado por aspersão pode ser estimado a partir de tanques evaporimétricos, com base na relação existente entre a evaporação da água medida no tanque USWB Classe A (ECA) e a evapotranspiração da cultura (ETc). A relação é obtida utilizando-se coeficientes do tanque (Kp) e de cultura (Kc), de modo que: $ETc = ECA \times Kp \times Kc$.

Doorenbos e Kassam (1979) apresentam valores de Kp considerando o clima e o meio circundante ao tanque. Steinmetz (1986) determinou os valores de Kc de 0,70; 0,90;

1,24 e 0,90, para os estádios de plântula, vegetativo, final do vegetativo-reprodutivo e enchimento dos grãos. O manejo da cultura e do solo altera os valores do coeficiente de cultura. Verifica-se no Quadro 1 que o valor máximo de Kc, para o arroz semeado a 0,20 m entre as linhas (STONE; SILVA, 1999), é maior que o obtido por Steinmetz (1986), para o arroz semeado a 0,50 m entre as linhas. Da mesma forma, os valores de Kc para o arroz cultivado em solo preparado convencionalmente são maiores que os do arroz sob plantio direto.

A simulação da semeadura do arroz de terras altas no início de novembro, utilizando os coeficientes de cultura (Quadro 1) para o arroz semeado a 0,20 m entre as linhas, sob preparo convencional do solo (STONE; SILVA, 1999) e sob plantio direto, mostrou que a evapotranspiração sob plantio direto é cerca de 15% menor que no preparo convencional do solo (Quadro 2). Isto faz com

que ocorra substancial redução na necessidade de irrigação suplementar.

Outra maneira de calcular a quantidade de água a ser aplicada no solo plantado com arroz é utilizando-se o tensiômetro e a curva de retenção de água do solo. O tensiômetro é um aparelho que mede o potencial matricial da água do solo. A curva de retenção relaciona o teor ou o conteúdo de água do solo com a força com que ela está retida por ele. É uma propriedade físico-hídrica do solo, determinada em laboratório.

Os tensiômetros devem ser instalados no solo em duas profundidades, 0,15 m e 0,30 m, em pelo menos três locais da área plantada, quando se trata de irrigação por pivô central. Estes pontos devem corresponder a 4/10, 7/10 e 9/10 do raio do pivô, em linha reta, a partir da base. O tensiômetro de 0,15 m é chamado de decisão, porque indica o momento da irrigação, enquanto o

de 0,30 m é chamado de controle, porque indica se a irrigação está sendo bem-feita, sem excesso ou falta d'água. A irrigação deve ser efetuada, quando a média das leituras dos tensiômetros de decisão estiver em torno de -0,025 MPa (capacidade de campo) (STONE et al., 1986).

O procedimento para determinar a quantidade de água a ser aplicada é o seguinte: de posse da curva de retenção de umidade, verifica-se a quanto -0,025 MPa corresponde em conteúdo de água no solo, dado em m³ de água/m³ de solo. Em seguida, calcula-se a diferença entre o conteúdo de umidade a -0,010 MPa e a -0,025 MPa. Esta diferença, multiplicada pela profundidade de 0,30 m, indicará a lâmina líquida de irrigação. Isto se deve ao fato de a camada de solo de 0-0,30 m de profundidade englobar a quase totalidade das raízes do arroz irrigado por aspersão e de que a leitura do tensiômetro de decisão representa a tensão média da água do solo nesta camada.

QUADRO 1 - Coeficientes de cultura referentes ao arroz de terras altas semeado no espaçamento de 0,20 m entre as linhas

Estádio	Duração (dia)	Coeficiente de cultura	
		PC	PD
Emergência – início do perfilhamento	20	0,58	0,18
Início do perfilhamento – iniciação da panícula	45	0,72	0,67
Iniciação da panícula – grão pastoso	55	1,34	1,28
Grão pastoso – maturação	15	0,67	0,53

NOTA: PC - Preparo convencional do solo; PD - Plantio direto.

QUADRO 2 - Estimativa da evapotranspiração e da necessidade de irrigação suplementar na cultura do arroz de terras altas, no sistema convencional de preparo do solo e sob plantio direto

Município	Evapotranspiração (mm/ciclo)		Lâmina de irrigação suplementar (mm/ciclo)	
	PC	PD	PC	PD
Guaíra – SP	629	530	106	70
Unai – MG	565	482	194	167
Vicentinópolis – GO	578	495	71	46
Primavera do Leste – MT	487	417	73	45

NOTA: PC - Preparo convencional do solo; PD - Plantio direto.

REFERÊNCIAS

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. Manejo do solo e adubação nitrogenada em cobertura no comportamento de cultivares de arroz de terras altas irrigados por aspersão: I - características agronômicas. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002a. p.376-379. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

_____; _____. SÁ, M.E. de; CRUSCIOL, C.A.C. Influência da época de semeadura no comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão em Selvíria, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.1967-1976, out. 2000.

_____; _____. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.6, p.871-879, jun. 2001.

- ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E. de; CRUSCIOL, C.A.C.; PEREIRA, J.C. dos R. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.321-326, abr./jun. 2002b.
- BAZANINI, G.C.; FREITAS, H.A.S.; BUZZETTI, S.; FREITAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. Resposta de cultivares de arroz irrigado por aspersão à aplicação de doses de nitrogênio e redutor de crescimento. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.598-600. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- COELHO, M.B.; BERNARDO, S.; BRANDÃO, S.S.; CONDÉ, A.R. Efeito da água disponível no solo e de níveis de nitrogênio sobre duas variedades de arroz. **Revista Ceres**, Viçosa, v.24, n.135, p.461-483, set./out. 1977.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª aproximação**. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (UFG/EMGOPA. Informativo Técnico, 1).
- CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Produtividade do arroz irrigado por aspersão em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1093-1100, jun. 2000.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua en el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212p. (FAO. Riego & Drenaje, 33).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Manejo da cultivar Maravilha**. Goiânia, 1997. 39p. (EMBRAPA A-CNPAF. Informe Técnico, 1).
- ENDO, R.M.; TAKAHASHI, L.S.A.; SOUZA, J.R.P.; ARAÚJO, R. Comportamento de linhagens e cultivares de arroz de sequeiro submetidos a irrigação suplementar por aspersão. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.131-133. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- FORNASIERI FILHO, D. Manejo da cultura do arroz de sequeiro: semeadura e cultivos. In: FERREIRA, M.E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Ed.). **Cultura do arroz de sequeiro: fatores afetando a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1983. p.271-281.
- GIUDICE, R.M. del; BRANDÃO, S.S.; GAIVÃO, J.D.; GOMES, FR. Irrigação do arroz por aspersão: profundidade de rega e limites de água disponível. **Experientiae**, Viçosa, MG, v.18, n.5, p.103-123, set. 1974.
- LOBATO, E.J.V.; SILVA, S.C. da. **Parâmetros meteorológicos, fenologia e produtividade do arroz de sequeiro sob condições de cerrado**. Goiânia: EMBRAPA A-CNPAF, 1995. 11 p. (EMBRAPA A-CNPAF. Comunicado Técnico, 30).
- LSPA. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE, v.13, n.12, dez. 2001.
- MANZAN, R.J. Irrigação por aspersão na cultura do arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.114, p.38-40, jun. 1984.
- MICHELON, C.J.; CARLESSO, R.; KUNZ, J.H.; BONA, F.D.D.; ROSA, G.M.; PETRY, M.T. Adução nitrogenada em cobertura e o rendimento de arroz de sequeiro irrigado por aspersão no RS. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.511-514. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- OLIVEIRA, A.B. de; BRANDÃO, S.S.; CONDÉ, A.R.; GIUDICE, R.M. del. Espaçamento entre fileiras e densidade de plantio em dois cultivares de arroz, sob irrigação por aspersão. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.24, n.135, p.427-444, set./out. 1977.
- OLIVEIRA, G.S. **Efeito de densidades de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em condições de sequeiro e irrigado por aspersão**. Ilha Solteira: UNESP-FEIS, 1994. 41p.
- PINHEIRO, B. da S.; STEINMETZ, S.; STONE, L.F.; GUIMARÃES, E.P. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.87-95, jan. 1985.
- RODRIGUES, R.A.F.; ARF, O. Manejo de água em cultivares de arroz de terras altas: II – componentes de produção e produtividade. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.365-368. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- SANT'ANA, E.P. Cultivo do arroz irrigado por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.161, p.71-75, 1989.
- SANTOS, A.B. dos. **Comportamento de cultivares de arroz de sequeiro em diferentes populações de plantas, com e sem irrigação suplementar**. 1990. 94f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- _____; FERREIRA, E.; AQUINO, A.R.L. de; SANT'ANA, E.P.; BALDT, A.F. População de plantas e controle de pragas em arroz com complementação hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.397-404, abr. 1988.
- _____; SILVA, O.F. da; FERREIRA, E. Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.3, p.317-327, mar. 1997.
- SILVEIRA, P.M. da; SILVA, S.C. da; SILVA, O.F. da; DAMACENO, M.A. Estudo de sistemas agrícolas irrigados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.8, p.1243-1252, ago. 1994.
- SORATTO, R.P.; RODRIGUES, R.A.F.; ARF, O. Manejo de água em cultivares de arroz irrigados por aspersão no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.369-372. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- SOUZA, A.F. de; AZEVEDO, S.M. de. Influência do espaçamento e densidade de semeadura na cultura do arroz sob irrigação por aspersão (pivô central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.12, p.1969-1972, dez. 1994.
- SPOHR, R.B.; MICHELON, C.J.; CARLESSO, R.; MAGGI, M.F.; FIORIN, T.T. Produção de arroz de sequeiro irrigado por aspersão cultivado em

diferentes datas de semeadura em Santa Maria, RS. In: CONGRESSO DACADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.401-404. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

STEINMETZ, S. **Estudos a grometeorológicos na cultura do arroz**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1986. 11p. (EMBRAPA. PNP de Arroz. Projeto 001.80.002/8). Relatório final.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. da. **Tensão da água do solo e produtividade do arroz**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1986. 6p. (EMBRAPA-CNPAF. Comunicado Técnico, 19).

_____; OLIVEIRA, A.B. de; STEINMETZ, S. Deficiência hídrica e resposta de cultivares de arroz de sequeiro, ao nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.3, p.295-301, jul. 1979.

_____; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.11, p.1701-1713, nov. 1994.

_____; SILVA, J.G. da. Resposta do arroz de sequeiro a profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.891-897, jun. 1998.

_____; SILVA, S.C. da. **Uso do tanque Classe A no controle da irrigação do arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 2p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 28).

_____; SILVEIRA, P.M. da; MOREIRA, J.A. A.; YOKOYAMA, L.P. Adubação nitrogenada em arroz sob irrigação suplementar por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.927-932, jun. 1999.

TOESCHER, C.F.; KÖPP, L.M. Produtividade do arroz sob irrigação por aspersão, em Uruguaiana-RS. In: CONGRESSO DACADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.405-406. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

**VEJA NO PRÓXIMO
INFORME
AGROPECUÁRIO
FEIJÃO DE ALTA
PRODUTIVIDADE**

Produtividade e custo de produção

Manejo integrado de doenças

Irrigação

Pragas do feijoeiro

Manejo de plantas daninhas

Colheita mecanizada

Nutrição e adubação do feijoeiro

Leia e Assine o Informe Agropecuário
(31) 3488-6688
sac@epamig.br

Produção agroecológica de arroz irrigado

José Alberto Noldin¹
Domingos Sávio Eberhardt²
Ronaldir Knoblauch³
Honório Francisco Prando⁴
Gosuke Sato⁵

Resumo - A cultura do arroz irrigado no Brasil tem grande importância socioeconômica e caracteriza-se pela utilização intensa de agroquímicos, especialmente herbicidas, inseticidas e fertilizantes. É crescente a preocupação da sociedade com relação à preservação ambiental e ao consumo de produtos orgânicos ou agroecológicos. Também no caso do arroz irrigado, têm sido preconizadas e utilizadas, pelos agricultores, práticas alternativas de manejo da lavoura. A utilização do sistema pré-germinado, associado ao manejo adequado da irrigação, e a implementação de outras práticas, como a rizipiscicultura e a criação de marreco-de-pequim, antecedendo o cultivo do arroz, poderão contribuir significativamente para se produzir de forma sustentável, minimizar o impacto ambiental e preservar o ambiente.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Arroz orgânico. Manejo integrado. Rizipiscicultura. Marreco. Irrigação.

INTRODUÇÃO

A produção de arroz no Brasil é oriunda, basicamente, de dois ecossistemas, arroz de terras altas ou sequeiro e de terras baixas ou irrigado por inundação contínua. No ano de 2002, o arroz irrigado ocupou 1,1 milhão de hectares que corresponde a 34,5% da área, contribuindo, com mais de 58% da produção brasileira de arroz (INSTITUTO CEPA, 2003).

Os principais Estados brasileiros produtores de arroz irrigado são o Rio Grande do Sul, com 942 mil hectares (IRGA, 2003) e Santa Catarina, com 134,4 mil hectares (INSTITUTO CEPA, 2003).

A água utilizada em grande parte das lavouras de arroz irrigado do Rio Grande

do Sul é proveniente de açudes, rios, riachos e das lagoas costeiras, principalmente a dos Patos, Mirim e Mangueira. A água que sai das lavouras tem como destino os riachos, rios, lagoas ou açudes a jusante, sendo também utilizada para consumos humano e animal.

Em Santa Catarina, os rios e riachos são as principais fontes de abastecimento de água para as lavouras. Em muitos casos, a água passa de uma lavoura para outra antes de retornar ao seu curso natural. Da mesma forma, no Rio Grande do Sul, as águas que saem das lavouras são utilizadas para abastecimentos urbano, industrial e servem também para consumo por animais nas propriedades. Dessa forma, o grau de con-

taminação das águas liberadas pelas lavouras de arroz é um assunto que diz respeito a toda a sociedade.

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

A produção de arroz irrigado no Brasil constitui-se de dois sistemas de cultivo: o de semeadura em solo inundado, conhecido como pré-germinado, e o de semeadura em solo seco.

O sistema pré-germinado, utilizado em 100% dos mais de 134 mil hectares de arroz irrigado, em Santa Catarina, e em mais de 100 mil hectares, no Rio Grande do Sul, caracteriza-se pela utilização de sementes pré-germinadas, semeadas a lanço em solo

¹Eng^a Agr^a, Ph.D., Pesq. EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí, Caixa Postal 277, CEP88301-970 Itajaí-SC. Correio eletrônico: noldin@epagri.rct-sc.br

²Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesq. EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí, Caixa Postal 277, CEP 88301-970 Itajaí-SC. Correio eletrônico: savio@epagri.rct-sc.br

³Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesq. EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí, Caixa Postal 277, CEP 88301-970 Itajaí-SC. Correio eletrônico: roni@epagri.rct-sc.br

⁴Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí, Caixa Postal 277, CEP 88301-970 Itajaí-SC. Correio eletrônico: hjprando@epagri.rct-sc.br

⁵Biólogo, D.Sc., Pesq. EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí, Caixa Postal 277, CEP88301-970 Itajaí-SC. Correio eletrônico: cepc@matrix.com.br

coberto por uma lâmina d'água (EPAGRI, 1998). Este sistema, quando bem manejado, permite a supressão de plantas daninhas de espécies gramíneas e ciperáceas e melhora a disponibilidade de nutrientes pela redução química do solo após a inundação.

O sistema de semeadura em solo seco compreende, basicamente, dois subsistemas: semeadura após o preparo convencional do solo, também conhecido como sistema convencional, e sistema de cultivo mínimo e plantio direto, cuja semeadura é feita após a dessecação da vegetação com herbicidas. Nestes dois sistemas, a irrigação por inundação é iniciada 25 a 35 dias após a semeadura.

No Rio Grande do Sul, em cerca de 10,2% da área, utiliza-se ainda o sistema denominado mix, ou mixto, o que consiste na combinação entre o sistema de cultivo mínimo e o sistema pré-germinado. Neste sistema, após a dessecação das plantas daninhas, similar ao sistema de cultivo mínimo, a semeadura é realizada a lanço com sementes pré-germinadas.

A cultura do arroz irrigado caracteriza-se pelo uso de alta tecnologia, o que tem proporcionado condições para a obtenção de altas produtividades pelos agricultores, que em alguns casos chega a 14 t/ha. Entretanto, setores da sociedade questionam a atividade em função de impactos ambientais negativos que podem advir de alterações no ecossistema, principalmente pelo uso de agroquímicos, potencialmente geradores de poluição ambiental.

RISCOS ASSOCIADOS AO USO DE AGROQUÍMICOS EM ARROZ IRRIGADO

Em todos os sistemas de produção de arroz irrigado em várzeas, é realizada a aplicação de agroquímicos, tais como herbicidas, inseticidas, adubos químicos e, eventualmente, fungicidas. A aplicação destes insumos antecede à inundação da área ou faz-se diretamente na lâmina d'água. Este sistema, chamado benzedura, acarreta riscos, já que os produtos aplicados podem

ser transportados pela água, para fora das lavouras, resultando na contaminação das águas. Embora ainda não se conheça detalhadamente os níveis de contaminação ambiental ou os possíveis impactos ambientais ocasionados por agroquímicos, utilizados nas lavouras de arroz, segmentos da sociedade reivindicam a redução no uso destes insumos, ou mesmo a proibição do cultivo de arroz em algumas regiões (AVEI, 2000). Trabalhos recentes desenvolvidos em Santa Catarina registraram a ocorrência de resíduos de alguns agroquímicos, como Quinclorac, Pyrazosulfuron, 2,4-D, Molinate, Oxyflurfên, Oxadiazon e Carbofuran, nas águas dos rios e riachos nas áreas de produção de arroz irrigado (DESCHAMPS et al., 2003). Apesar de as quantidades de resíduos observadas na grande maioria das amostras serem consideradas baixas, persiste a carência de informações, no Brasil, sobre os limites máximos de resíduos permitidos para os produtos detectados, exceto para o herbicida 2,4-D.

Além do risco da contaminação das águas por resíduos de agroquímicos, existe a possibilidade de os produtos causarem efeitos sobre organismos não alvo como peixes, zooplâncton e fitoplâncton (MACHADO et al., 2001, RESGALLA JUNIOR et al., 2002ab).

Paralelamente à crescente preocupação com os possíveis impactos ambientais negativos, causados pela cultura do arroz irrigado, nos últimos anos, tem ocorrido uma demanda crescente de mercado por produtos chamados naturais ou orgânicos (OLTRAMARI et al., 2002, TAGLIARI, 2003). Esta demanda tem sido mais acentuada para alimentos consumidos *in natura*, como frutas e hortaliças, que, nos sistemas convencionais de produção, podem receber quantidades relativamente e levadas de agroquímicos, com riscos para a saúde, especialmente quando os prazos de carência não são respeitados. No caso de culturas como o arroz irrigado, o risco pode ser considerado baixo, pois a maioria dos agroquímicos, especialmente os adubos e os herbicidas, é utilizada nas etapas iniciais

da cultura. Desta forma, o risco de acúmulo destes produtos no grão é menor. Todavia, ainda que limitada, existe demanda para produtos oriundos dos sistemas de produção orgânica, agroecológicos ou ecológicos.

Além da preocupação com a qualidade dos produtos para consumo, existe também uma crescente preocupação com a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola, o que beneficia, em especial, os pequenos produtores, através da redução ou eliminação do uso de agroquímicos, visando não só a preservação da saúde dos trabalhadores rurais, mas também a do meio ambiente.

ALTERNATIVAS PARA A PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DE ARROZ

A implementação de sistemas de produção agroecológica ou orgânica de arroz irrigado depende, basicamente, dos seguintes fatores: histórico da área, disponibilidade e qualidade da água utilizada na irrigação e riscos de inundações.

Preferencialmente, devem ser utilizadas áreas novas ou em pousio pelo período mínimo de dois a três anos. Para produção orgânica em áreas normalmente utilizadas com sistemas convencionais de produção, com uso de agroquímicos, é exigido um período de conversão. Este fator limita em muito a adoção de sistemas de produção orgânica de arroz irrigado em algumas regiões. Em Santa Catarina, por exemplo, poucos produtores possuem áreas novas para incorporar ao sistema produtivo, exigindo, assim, que aquelas a serem utilizadas passem pelo período de conversão exigido pela legislação.

A água utilizada na irrigação da lavoura deve ser livre de qualquer contaminante. Este, também, é outro fator limitante à adoção desta prática em muitas áreas. É necessário que o produtor disponha de fonte de água de açudes ou nascentes. Áreas sujeitas a inundações eventuais ou enxurradas também apresentam restrições para uso no sistema orgânico.

Na maioria das áreas cultivadas com arroz irrigado, os produtores adotam o cultivo intensivo, ou seja, o plantio de arroz na mesma área todos os anos. Esta condição favorece a incidência de pragas e de plantas daninhas, que são os principais fatores limitantes à produtividade do arroz irrigado e, para os quais há poucas alternativas não-químicas de controle.

PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL

Atualmente, são poucas as áreas em cultivo com arroz irrigado que atenderiam a todos os requisitos para a produção orgânica. Neste caso, a prática da chamada produção agroecológica constitui-se numa alternativa disponível para uso pela maioria dos agricultores, haja vista que várias tecnologias estão disponíveis. Algumas, usadas por alguns agricultores, permitem reduzir o uso de agroquímicos, ou manejá-los de forma mais adequada, minimizando, assim, os riscos que a cultura possa oferecer ao ambiente.

Pelas características das áreas e maior facilidade no manejo da lavoura, o sistema pré-germinado constitui-se na melhor alternativa para eliminar ou minimizar o uso de agroquímicos em lavouras de arroz irrigado.

A ocorrência de plantas daninhas, pragas e a carência de fontes alternativas de adubação constituem-se nas principais práticas a ser consideradas na produção agroecológica de arroz irrigado.

Manejo de plantas daninhas

As plantas daninhas são as principais responsáveis pela redução da produtividade de grãos de arroz irrigado. Quando práticas adequadas de controle não são adotadas, estima-se que o prejuízo causado por elas à produtividade pode ser superior a 80% (EPAGRI, 1998). O manejo da água na lavoura tem sido uma prática altamente eficiente na supressão das plantas daninhas na cultura de arroz irrigado. Mantendo-se o solo alagado ou saturado nos estádios iniciais de desenvolvimento do arroz,

diminui-se a germinação e o desenvolvimento de plantas daninhas, tais como o arroz-vermelho, capim-arroz (*Echinochloa* spp.), cuminho (*Fimbristylis miliacea*) e tiriricas (*Cyperus* sp.). No entanto, esta condição de solo inundado favorece o desenvolvimento de plantas daninhas aquáticas, sendo as mais comuns a sagitária (*Sagittaria montevidensis*) e o aguapé (*Heteranthera reniformis*).

Trabalhos mais recentes desenvolvidos na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri) evidenciam que o estabelecimento de uma população adequada de plantas de arroz é uma condição importante para minimizar, ou até mesmo eliminar o efeito da competição de plantas daninhas aquáticas, como a sagitária, com o arroz irrigado (EBERHARDT; NOLDIN, 2001, EBERHARDT et al., 2002). Pesquisas conduzidas no Rio Grande do Sul sugerem que o efeito nocivo das plantas daninhas pode ser reduzido através do aumento da densidade de semeadura da cultura (MENEZES; SILVA, 1998).

A manutenção de lâmina d'água, após a semeadura, pode interferir negativamente no estabelecimento das plântulas de arroz. Entretanto, tem sido observada a existência de diferenças entre cultivares com relação à maior ou à menor tolerância à emergência na água e ao acamamento. Assim, para o cultivo de arroz irrigado em áreas com inundação contínua, desde a semeadura até próximo à colheita, há necessidade da utilização de cultivares de arroz que apresentem tolerância a esta condição de manejo (ISHIY et al., 1999). As cultivares Epagri 108 Epagri 109, SCS 112 e SCSBRS 113 - Tio Taka, em que foram utilizadas sementes pré-germinadas, apresentam desenvolvimento satisfatório em lâmina d'água.

Manejo de pragas

A ocorrência da bicheira-da-raiz ou gorgulho-aquático (*Oryzophagus oryzae*) também constitui-se num fator que pode limitar a produtividade do arroz irrigado, especialmente no Sul do Brasil, requerendo

o uso freqüente de inseticidas. Trabalhos de pesquisa realizados em condições controladas relatam a possibilidade de utilização de controle biológico, com *Beauveria bassiana* ou *Metarhizium anisopliae*, para esta praga (PRANDO; FERREIRA, 1994). No entanto, ainda não existem recomendações desta tecnologia para uso em escala comercial.

Outros insetos-praga importantes na cultura do arroz irrigado, são os percevejos. O percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*), pode causar prejuízos elevados à cultura do arroz, causando o dano conhecido como coração-morto, bem como panículas completamente estéreis, quando o ataque ocorre próximo ao florescimento. Produtores de arroz de algumas regiões de Santa Catarina têm utilizado marrecos-de-pequim (*Anas* spp.), para o controle biológico destes insetos. A eficiência destes marrecos no controle do percevejo-do-colmo foi confirmada recentemente por Prando et al., (2003). O percevejo-do-colmo tem o hábito de alimentar-se, na base dos colmos, próximo ao solo. Com a elevação do nível da lâmina d'água eles abandonam este local, e ficam expostos a predadores, como os marrecos-de-pequim, que contribuem para a redução da população deste inseto na lavoura.

O percevejo-do-grão (*Oebalus poecilus*) tem o hábito de realizar a postura concentrada em reboleiras, dentro da lavoura ou em áreas próximas, o que facilita a localização e a destruição física ou mecânica dos ovos. Estudos sobre o comportamento destes insetos, na entressafra, estão sendo desenvolvidos pela Epagri e alguns avanços tecnológicos poderão ser recomendados a partir dos próximos anos. Estes estudos possibilitarão a recomendação de medidas de controle, tanto na safra, dentro ou fora da lavoura, como na entressafra, nos locais de hibernação.

Adubação

A diversificação de fontes de nitrogênio para a cultura do arroz irrigado no sistema orgânico constitui-se em uma das

principais limitações à sua produção. Estudos recentes realizados pela Embrapa Clima Temperado, em várzeas da região de Pelotas, RS, mostraram que os adubos verdes trevo-persa, trevo-branco e *Lotus subbiflorus* são adequados como fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do arroz irrigado (SCIVITTARO et al., 2001).

A utilização de adubação verde e/ou rotação de culturas em áreas cultivadas com arroz irrigado, no sistema pré-germinado, é pouco promissora, devido às quadras serem niveladas e à desestruturação física do solo dificultar a drenagem na entressafra, com conseqüente redução na concentração de oxigênio no solo. Morel (1983) testou várias alternativas durante três anos no sul de Santa Catarina, sem resultados promissores.

A azola (*Azolla* spp.) é uma pteridófito aquática, que, em simbiose com a alga verde-azulada, *Anabaena azollae*, é capaz de fixar nitrogênio atmosférico. Sua utilização como fonte de adubo em arroz irrigado tem sido objeto de estudos. A azola é tradicionalmente utilizada na fertilização de lavouras de arroz na Ásia. Noldin e Ramos (1983) avaliaram o efeito da azola cultivada antes da semeadura do arroz (julho a setembro) e obtiveram produtividades de 39 t/ha de fitomassa verde e de 54,8 kg/ha de nitrogênio. Sugeriram ser esta uma alternativa viável na substituição do nitrogênio mineral em lavouras de arroz irrigado, especialmente no sistema pré-germinado. No mesmo trabalho, esses autores avaliaram a possibilidade de cultivo simultâneo ou consorciado de arroz x azola, pois a literatura relata que algumas espécies de azola têm a capacidade de liberar nitrogênio diretamente na água. Observaram-se que na semeadura a lanço, a competição do arroz limita o crescimento e o desenvolvimento da azola. Em áreas onde o sistema de implantação do arroz é através do transplante de mudas, como no caso de muitos países asiáticos, o crescimento da azola pode ser favorecido.

Vários Estados brasileiros destacam-se

como grandes produtores de aves e suínos, especialmente o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, mas é insignificante a utilização dos dejetos dessas espécies na fertilização de lavouras de arroz. Em algumas regiões, a cama-de-aviário está disponível próxima ou junto das áreas de produção de arroz irrigado. Os dejetos de aves devem ser aplicados e incorporados ao solo com antecedência à semeadura, para evitar, principalmente, a perda de nitrogênio pela volatilização da amônia e a contaminação ambiental. Não existem ainda estudos conclusivos relativos às quantidades a serem utilizadas em arroz irrigado. Estudos preliminares, realizados na Epagri – Estação Experimental de Itajaí, sugerem doses entre 3 e 4 t/ha (KNOBLAUCH; EBERHARDT, 2003).

Rizipiscicultura

A rizipiscicultura é uma forma de produzir o arroz em consórcio com o peixe nos tabuleiros de arroz irrigado. Os peixes exercem o controle biológico de pragas e de plantas daninhas presentes nas lavouras, o que permite reduzir ou até mesmo dispensar a utilização de agroquímicos, como herbicidas e inseticidas (SATO, 2002).

Existem vários sistemas de cultivos utilizados na rizipiscicultura, são eles:

- a) rotação de cultura: aproveitamento das áreas de arroz para cultivo de peixes na entressafra do arroz;
- b) consorciado: os peixes são criados em sistema consorciado com o arroz;
- c) complementar: consiste na combinação dos sistemas de rotação e de consórcio.

A adoção de um ou outro sistema está na dependência de fatores como: condições locais de clima, relevo e tipo de solo; disponibilidade de alevinos no momento adequado; cultivar utilizada e método de cultivo de arroz irrigado (BOLL et al., 2002).

A prática da rizipiscicultura em arrozais apresenta vantagens e desvantagens (BOLL et al., 2002). Entre as principais vantagens destacam-se:

- a) redução dos custos de produção de arroz, principalmente no que se refere ao preparo do solo;
- b) aumento da renda por unidade de área, obtida com a venda da produção de peixes;
- c) melhoria das condições de fertilidade das áreas;
- d) melhoria do ambiente pela redução do uso de agroquímicos;
- e) possível redução da infestação de pragas e de algumas espécies de plantas daninhas;
- f) melhoria da eficiência de uso da terra.

A rizipiscicultura também pode apresentar desvantagens como:

- a) necessidade de adaptação dos tabuleiros de arroz, que implica em custos adicionais e redução na área útil para a cultura, em cerca de 5% a 10%;
- b) aumento na quantidade de trabalho em função dos cuidados no manejo dos peixes;
- c) restrição no uso de agroquímicos para controle de pragas e plantas daninhas em função da toxicidade de alguns produtos para os peixes;
- d) o sistema favorece o acamamento do arroz;
- e) exige disponibilidade de água em quantidade e qualidade durante todo o ano;
- f) a rizipiscicultura não deve ser utilizada em áreas sujeitas a inundações ou enxurradas periódicas;
- g) a prática da rizipiscicultura pode favorecer o estabelecimento de plantas aquáticas, como o aguapé e sagitária, e de insetos-praga como a lagarta-boiadeira (*Nymphulla indomitalis*).

No caso das plantas daninhas aquáticas, a melhor estratégia é a adoção de práticas que favoreçam o estabelecimento de

uma boa população de plantas de arroz, que suprimem o desenvolvimento das plantas daninhas, especialmente as aquáticas. Em casos de alta incidência de lagartas aquáticas, podem-se utilizar inseticidas biológicos, à base de *Bacillus thuringiensis*, ou a drenagem temporária da lavoura, período em que os peixes permanecem nos refúgios.

Marrecos associados ao cultivo do arroz

A utilização de marrecos-de-pequim em áreas de arroz, na entressafra, tem sido praticada com sucesso por agricultores de Santa Catarina. Entre as vantagens do uso dos marrecos destaca-se o fato de eles se alimentarem das sementes de arroz-vermelho e de outras plantas daninhas, bem como de plântulas de espécies aquáticas, de insetos e de moluscos. Outra vantagem proporcionada pelos marrecos é a aceleração da disponibilização de nutrientes no solo, além da fertilização da área por seus excrementos.

ALGUMAS EXPERIÊNCIAS PIONEIRAS NA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ARROZ IRRIGADO

Atualmente, são conhecidas no Sul do Brasil algumas experiências na produção orgânica ou agroecológica de arroz irrigado.

Produtores situados na Área de Preservação Ambiental (APA) de Guaraqueçaba, PR

Nesta área, não é permitida a utilização de agroquímicos, sendo a produção orgânica compulsória. Os produtores possuem certificação do Instituto Biodinâmico (IBD) e comercializam a produção em Santa Catarina e no Paraná, mas não recebem preço diferenciado em relação ao produto convencional. A produtividade média tem sido de, aproximadamente, 6 t/ha, considerada boa, principalmente porque a área possibilita a colheita de soca e o custo de produção

é baixo, devido a não-utilização de agroquímicos. O principal fator limitante é a incidência do inseto-praga, bicheira-da-raiz.

Produtores do Alto Vale do Itajaí, SC

São integrados a uma agroindústria e produzem arroz sem uso de agroquímicos. Os produtores recebem preço diferenciado, comparado ao do arroz produzido convencionalmente. Utilizam, basicamente, manejo de água para supressão de plantas daninhas e adubação orgânica com esterco, marrecos ou rizipiscicultura. Segundo relato dos produtores, as baixas produtividades ocasionalmente ocorridas são compensadas pelos melhores preços.

Produtores do município de Turvo, SC

Alguns produtores deste município têm utilizado o sistema de produção que envolve a rizipiscicultura como alternativa, para eliminar a utilização de agroquímicos (COOPERSULCA, 2003). Neste sistema, tem ocorrido redução nos custos de produção, pois não há utilização de agroquímicos, e há redução significativa da necessidade de preparo de solo para implantação da cultura. A rentabilidade da cultura nestas áreas é boa, especialmente porque as produtividades também são boas, o custo de produção é inferior ao sistema convencional e os produtores têm obtido renda adicional com a comercialização do peixe.

Rio Grande do Sul

Uma das primeiras experiências com produção orgânica de arroz no Brasil, foi realizada na Fazenda Cerro do Tigre, localizada no município de Alegrete, RS, na safra 1993/1994 (MELLO, 1997, 2002). A área inicial de cultivo de apenas 1,5 ha passou para mais de 36 ha, quatro safras mais tarde. Entre os problemas enfrentados, o produtor relata o fato de a área usada na produção orgânica estar inserida dentro do conjunto de várzeas da propriedade, onde se utilizavam agroquímicos e contavam com a

mesma estrutura de irrigação, o que acarretava riscos de contaminação da área com produção orgânica, pelas áreas com cultivo convencional. Pela legislação vigente à época, a produção na propriedade não mais pôde ser enquadrada como oriunda de produção orgânica. Para se obter a certificação, havia necessidade da transformação de toda a área da propriedade. Isto foi inviabilizado pelo mercado, ou seja, baixa demanda e o preço oferecido pelo mercado, que não era competitivo, comparado com o produto convencional.

DEMANDAS DE PESQUISA

A viabilidade técnica e econômica dos sistemas de produção orgânica ou agroecológica de arroz irrigado está na dependência de que novas alternativas tecnológicas viáveis sejam oferecidas aos produtores. Diversas tecnologias, atualmente utilizadas, não são compatíveis com os sistemas de produção orgânica. As cultivares, atualmente recomendadas, foram melhoradas, visando unicamente a obtenção de elevadas produtividades e alta qualidade de grãos e foram selecionadas sob baixo nível de estresse ambiental, ou seja, em condições altamente favoráveis do ponto de vista de disponibilidade de nutrientes no solo.

Novas cultivares, adaptadas aos sistemas de produção orgânica, deverão ser selecionadas quanto à competitividade com pragas e plantas daninhas e com bom desempenho sob condições de limitada disponibilidade de nutrientes. A seleção de materiais com elevada capacidade de estabelecimento em lâmina d'água facilitará o manejo de plantas daninhas.

Nesse sentido, a Epagri - Estação Experimental de Itajaí, a Embrapa Clima Temperado e a Universidade do Vale do Itajaí (Univali), numa parceria interinstitucional, desenvolvem um projeto cooperativo, com o apoio da Embrapa/Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologia Agropecuária para o Brasil (Prodetab), que tem por objetivo gerar tecnologias, que visem

a eliminação ou a redução drástica do uso de produtos químicos na produção de arroz irrigado. Isto contribuirá substancialmente para a minimização de custos de produção, recuperação e conservação de recursos naturais, com reflexos positivos quanto à sustentabilidade dos sistemas de produção de arroz irrigado.

CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA

A certificação é o processo em que produtos ou serviços recebem um selo de qualidade pela *performance* superior ou especializada em relação a outros produtos ou serviços concorrentes.

As normas de certificação para empresas rurais e agricultores que adotam a produção orgânica ou agroecológica foram pioneiramente elaboradas na década de 80 por uma entidade europeia, International Federation of Organic Agriculture Movements (Ifoam). A partir das normas da Ifoam, vários países e Estados desenvolveram suas normas de produção orgânica. Atualmente, o *Codex Alimentarius*, órgão ligado a F AO, que dita normas de qualidade dos alimentos, também desenvolveu padrões de cultivo orgânico. No Brasil, o IBD, em Botucatu, SP foi a primeira entidade certificadora orgânica nacional, reconhecida internacionalmente.

A primeira norma de produção orgânica oficial brasileira é a Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento⁶, que também instituiu o Órgão Colegiado Nacional e os Órgãos Colegiados Estaduais (BRASIL, 2003). Estes órgãos, compostos de entidades representativas do setor orgânico, são responsáveis pela sistematização e implantação das normas da produção orgânica nos Estados e credenciamento de entidades certificadoras. Atualmente, como o processo está recém-iniciando, não existem ainda entidades oficialmente credenciadas no

Brasil. No entanto, algumas certificadoras nacionais e internacionais estão atuando no País extra-oficialmente.

No momento, pelo menos seis empresas ou entidades estão registradas como produtoras orgânicas de arroz no Brasil (PLANETA ORGÂNICO, 2003). Em Santa Catarina, a Cooperativa Agropecuária Sul Catarinense (Coopersulca), de Turvo (COOPERSULCA, 2003) e a Alimentos Nardelli Ltda., de Rio do Oeste (PLANETA ORGÂNICO, 2003), são empresas que estão atuando no mercado de arroz orgânico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da produção orgânica de arroz irrigado, atualmente, apresenta restrições, devido a alguns fatores limitantes, tais como, disponibilidade de áreas novas e de água em quantidade e qualidade, e restrição de mercado. No entanto, a sociedade demanda produção de alimentos sob baixo impacto ambiental. As tecnologias disponíveis e/ou em fase de desenvolvimento no sistema de cultivo pré-germinado permitem redução drástica no uso de agroquímicos, mesmo que isso resulte em redução na produtividade do arroz, mas com a vantagem da redução nos custos de produção, dando ao agricultor maior rentabilidade.

Felizmente, tem sido observada uma crescente conscientização ambiental em todos os setores da sociedade, inclusive dos segmentos envolvidos na cadeia produtiva do arroz irrigado. Como a pesquisa ainda não dispõe de soluções não-químicas, para um sistema completo de produção orgânica de arroz irrigado, é fundamental que técnicos e produtores conscientizem-se da importância da adoção das alternativas já disponíveis, que reduzem ao máximo o uso de agroquímicos na cultura, minimizando, assim, os riscos de impacto ambiental. A incorporação nos sistemas de produção de

práticas como o bom preparo e nivelamento do solo, semeadura em lâmina d'água com inundação contínua, aplicação de agroquímicos somente quando necessária e na época recomendada e utilização de produtos de baixo impacto ambiental são algumas práticas que poderão contribuir de maneira significativa para melhorar a sustentabilidade da cultura do arroz irrigado.

O mercado para produtos orgânicos tem experimentado um crescimento acentuado nos últimos anos não só no Brasil, mas também em todo o mundo. No entanto, a participação dos diversos produtos tem sido diferente neste mercado. Informações obtidas de empresas que têm atuado na produção e comercialização de arroz produzido no sistema orgânico mostram que o principal fator limitante neste mercado é o tamanho dele. Isto porque, diferentemente do que ocorre com produtos como frutas e hortaliças, o consumidor parece não ter a mesma preocupação com relação à possível presença de resíduos de agroquímicos no arroz. Por esta razão, a produção de arroz sem agroquímicos deve ser viabilizada economicamente, mesmo que o mercado não pague preços diferenciados em relação ao produto convencional.

REFERÊNCIAS

- BOLL, M.G.; SATO, G.; ROCZANSKI, M.; SILVEIRA, S. Rizipiscultura. In: EPAGRI. **Arroz irrigado**: sistema pré-germinado. Florianópolis, 2002. p.257-273.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Disponível em: <<http://www.epagri.rct-sc.br>>. Acesso em: 28 maio 2003.
- COOPERSULCA. **Inovação e tecnologia**. Disponível em: <<http://www.arrozfazenda.com.br>>. Acesso em: 9 out. 2003.

⁶A Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999, que dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais no Brasil, bem como as Normas de Certificação Orgânica Internacional, podem ser acessadas no portal da Epagri: www.epagri.rct-sc.br

- DESCHAMPS, F.C.; NOLDIN, J.A.; EBERHARDT, D.S.; HERMES, L.C.; KNOBLAUCH, R. Resíduo de agroquímicos em água nas áreas de arroz irrigado em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri, 2003. p.683-685.
- EBERHARDT, D.S.; NOLDIN, J.A. Dano de *Sagittaria montevidensis* em função da densidade de semeadura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p.510-512.
- _____; _____. S ATO, G.; PRANDO, H. F.; KNOBLAUCH, R.; SCHIOCCHET, M. A.; ISHIY, T. Alternativas tecnológicas para a produção orgânica de arroz irrigado no sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.650-653.
- EPAGRI. **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina:** (pré-germinado). Florianópolis, 1998. 79p. (EPAGRI. Sistemas de Produção, 32).
- INSTITUTO CEPA. Acompanhamento conjuntural da agricultura catarinense. Disponível em: <<http://www.icepa.com.br>>. Acesso em: 28 maio 2003.
- IRGA. **Dados de safra.** Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acesso em: 9 out. 2003.
- ISHIY, T.; SCHIOCCHET, M.A.; NOLDIN, J.A. Comportamento de linhagens de arroz submetidas a condições de inundação permanente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p.117-119.
- KNOBLAUCH, R.; EBERHARDT, D.S. Camada-aviário na fertilização do arroz irrigado em sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri, 2003. p.300-302.
- MACHADO, S.L. de O.; BALDISEROTTO, B.; MARCHEZAN, E.; VIEIRA, V.P.; MIRON, D. dos S.; SILVA, L.V.F. da; GOLOMBIESKI, J.I. Desenvolvimento inicial de alevinos de jundiá [*Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824)] em água de lavoura de arroz irrigado tratada com herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p.818-820.
- MELLO, I. Produção de arroz irrigado com baixo impacto ambiental: os desafios da orizicultura no próximo século. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Palestras...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p.81-85.
- _____. Produção de arroz orgânico: uma questão de mercado. In: ARROZ IRRIGADO: USO INTENSIVO E SUSTENTÁVEL DE VÁRZEAS, 2002, Santa Maria. **Resumos de palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 2002. p.114-121.
- MENEZES, V.G.; SILVA, P.R.F. da. Manejo de arroz vermelho através do tipo e arranjo de plantas em arroz irrigado. **Planta Daninha**, v.16, n.1, p.45-57, 1998.
- MOREL, D.A. **Culturas de inverno para rotação com arroz irrigado.** Florianópolis: EMPASC, 1983. 3p. (EMPASC. Pesquisa em Andamento, 4).
- NOLDIN, J.A.; RAMOS, M.G. Períodos de cultivo da *Azolla* e seus efeitos sobre o rendimento do arroz irrigado em Santa Catarina. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 12., 1983, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1983. p.109-111.
- OLTRAMARI, A.C.; ZOLDAN, P.; ALTMANN, R. **Agricultura orgânica em Santa Catarina.** Florianópolis: Instituto Cepa, 2002. 56p.
- PAVEI, N.A. Lenta agonia e morte dos rios e lagoas do sul. **Diário Catarinense**, Florianópolis, p.2, 8, 26-29, 26 mar. 2000.
- PLANETA ORGÂNICO. **Quem produz orgânicos no Brasil.** Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br>>. Acesso em: 9 out. 2003.
- PRANDO, H.F.; FERREIRA, R.A. Mortalidade de adultos de *Oryzophagus oryzae* com *Metarhizium anisopliae* (PI43) e *Beauveria bassiana* (BbCs). In: SICONBIOL, 4., 1994, Gramado. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1994. p.29.
- _____; NONES, D.; EBERHARDT, D.S.; NOLDIN, J.A. Utilização do marreco-de-pequim (*Anas sp.*) no controle do percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*), em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri, 2003. p.424-425.
- RESGALLA JÚNIOR, C.; LAITANO, K.S.; TAMANAHA, A.M.S.; RÖRIG, L.R.; JOST, G.F.; NOLDIN, J.A.; EBERHARDT, D.S. Impacto de herbicidas sobre a comunidade zooplanctônica da água de irrigação da cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002a. p.181.
- _____; NOLDIN, J.A.; SANTOS, A.L. dos; SATO, G.; EBERHARDT, D.S. Toxicidade aguda de herbicidas e inseticidas utilizados na cultura do arroz irrigado sobre juvenis de carpa (*Cyprinus carpio*). **Pesticidas.** Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v.12, p.59-68, jan./dez. 2002b.
- SATO, G. Rizipiscicultura: uma alternativa rentável para o produtor de arroz irrigado. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.15, n.3, p.47-50, nov. 2002.
- SCIVITTARO, W.B.; SILVA, C.A.S. da; ANDRES, A.; GALINA, S.; MURAOKA, T. Uso de adubos verdes e de uréia como fonte de nitrogênio para a cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p.285-287.
- TAGLIARI, P.S. Arroz agroecológico: tecnologias atraem produtores e técnicos. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.16, n.1, p.29-35. mar. 2003.

Doenças do arroz

Vanda Maria de Oliveira Cornélio¹

Vicente Luiz de Carvalho²

Anne Sitarama Prabhu³

Resumo - A cultura do arroz está sujeita à incidência de várias doenças. A ocorrência e o prejuízo que elas podem causar dependem da interação entre os fatores que afetam o desenvolvimento da doença, do grau de resistência do hospedeiro e das condições ambientais. Esses fatores são variáveis entre regiões e dentro de uma mesma região. O conhecimento do patógeno, dos sintomas e os danos provocados por ele às plantas, assim como as medidas de controle, facilitam o diagnóstico e o manejo das doenças que afetam a cultura. Contudo, é necessário orientar técnicos e produtores, com o objetivo de diagnosticar, dimensionar e controlar as principais doenças que ocorrem na cultura do arroz, sempre de forma integrada e com o mínimo de impacto sobre o ambiente e custo para o produtor, tendo sempre como meta a qualidade do produto final.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Fungos. Manejo. Controle químico.

INTRODUÇÃO

A importância do arroz é indiscutível, pois este cereal exerce papel fundamental como alimento básico para a população humana em inúmeros países. É cultivado no Brasil principalmente em dois sistemas bastante distintos, que são o irrigado, predominante no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Tocantins, e o de terras altas, utilizado no restante do País. No estado de Minas Gerais, o arroz é cultivado também em condições de várzea úmida.

A exemplo das demais espécies cultivadas, a cultura do arroz está sujeita ao ataque de um grande número de doenças, sendo o maior contingente causado por fungos. As doenças que atacam a cultura nos três sistemas de plantio (terras altas, várzea úmida e irrigado) são praticamente as mesmas, porém com variações na inci-

dência e severidade delas para os diferentes locais e manejo.

As principais doenças do arroz em ordem de importância pelos danos causados são: brusone (*Pyricularia grisea*), mancha-parda (*Bipolaris oryzae*), escaldadura das folhas (*Monographella albescence*) e mancha-de-grãos causada por diversos fungos e bactérias. Os fungos que causam mancha-de-grãos em arroz em maior frequência são *Bipolaris oryzae*, *Phoma sorghina* e *Monographella albescence*. Outros fungos de ocorrência esporádica são *Alternaria padwickii*, *P. grisea*, *Curvularia* spp., *Nigrospora* sp., *Fusarium* spp. etc. As bactérias que causam descoloração de grãos incluem *Pseudomonas* spp. e *Erwinia* spp.

Entre as doenças de menor importância econômica destacam-se: mancha-estreita (*Cercospora oryzae*), mal-do-colo

(*Fusarium oxysporum*), carvão-das-folhas (*Entyloma oryzae*), carvão-verde (*Tilletia barclayana*) ou falso-carvão (*Ustilaginoidea virens*). As doenças causadas por nematóides incluem o nematóide formador de galhas (*Meloidogyne javanica*) e ponta-branca (*Aphelenchoides besseyi*). Das doenças causadas por bactérias, pode-se citar a podridão-da-bainha, causada por *Pseudomonas* spp.

Minas Gerais e parte de Goiás e Mato Grosso do Sul (solos de cerrado) compõem as regiões de arroz de terras altas não favorecido, em relação à incidência de doenças. A ocorrência de veranicos nestas regiões favorece o desenvolvimento da brusone, que é uma das doenças limitantes da produtividade, seguida pela escaldadura, queima das glumelas e mancha-parda (PRABHU, 1989).

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG - CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: vanda@epamig.ufla.br

²Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesq. EPAMIG - CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: vicentelc@epamig.ufla.br

³Eng^a Agr^a, Ph.D., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: prabhu@cnpaf.embrapa.br

DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS DOENÇAS E SEU CONTROLE

Brusone

Causada pelo fungo *Pyricularia grisea* (*Magnaporthe grisea*), a brusone é considerada a doença mais importante do arroz. Os primeiros registros de ocorrência datam de 1600 e têm origem na China. A distribuição da doença é ampla, sendo encontrada em praticamente todas as regiões onde o arroz é cultivado em escala comercial. No Brasil, segundo Silva (1993), as perdas ocasionadas pela brusone podem chegar a 100%, dependendo do grau de suscetibilidade da cultivar, do sistema de produção e das condições climáticas.

A severidade da brusone depende de uma série de condições relacionadas com a resistência do hospedeiro, a presença de raças do patógeno e a prevalência de fatores do ambiente favoráveis ou não à doença.

As cultivares semeadas no sistema de terras altas são, de maneira geral, mais suscetíveis em relação às cultivadas no sistema irrigado. A variabilidade do patógeno, em que a resistência vertical das cultivares tem sido constantemente quebrada, acarreta riscos de perdas maiores no cultivo de terras altas. No sistema irrigado, o arroz é cultivado com lâmina d'água constante, propiciando um microclima relativamente estável para as plantas. Além disso, a utilização de cultivares com bom nível de resistência contribui para diminuir os riscos da doença.

Uma série de cultivares de arroz foi desenvolvida para o cultivo em condições de terras altas e irrigado no Brasil, utilizando doadores com amplo espectro de resistência a *P. grisea*. As cultivares melhoradas de arroz de terras altas apresentam severidades variáveis no campo. Nas condições de Goiânia, as cultivares Rio Paranaíba, Primavera, Caiapó e Guarani apresentaram alto grau de suscetibilidade comparado com 'Canastra', 'Maravilha' e 'Confiança'. As severidades da brusone foram relativa-

mente menores nas cultivares L141, Araguaia e Carajás (PRABHU; FILIPPI, 1998). Em trabalho realizado em Minas Gerais por Cornélio (2001), utilizando-se as cultivares Caiapó, Canastra, Confiança, Guarani, Primavera, Carisma e a linhagem CNAs8983, verificou-se que a 'Guarani' e a 'Primavera' foram mais suscetíveis, enquanto a 'Carisma' e a linhagem CNAs8983 foram as mais resistentes à brusone na folha.

Segundo Ribeiro e Sperandio (1998), no Rio Grande do Sul, os danos causados pela brusone ao arroz irrigado afetaram diretamente a formação de grãos, diminuindo a produtividade e o rendimento industrial da cultura. No estado de Tocantins, também têm-se grandes prejuízos devido à monocultura de cultivar altamente suscetível à brusone (PRABHU; FILIPPI, 1998). Segundo Embrapa Arroz e Feijão (2002) esse Estado cultiva anualmente cerca de 70 mil hectares de arroz irrigado e, embora não existam estimativas quantificadas, os prejuízos são significativos com a ocorrência de alta severidade da brusone nas folhas, devido à falta de água na fase vegetativa. Relata ainda que, na Região Nordeste e nos estados do Pará e Amazonas, a incidência da brusone é baixa e de menor importância que as outras doenças que ocorrem no arroz.

Etiologia

O gênero *Pyricularia* Saccardo é um grupo amplo e diversificado de fungos, sendo na maioria fitopatogênicos. Este gênero foi descrito por Saccardo para acomodar um fungo cinza-claro, que produz conídios da mesma cor em conidióforos livres e eretos. Os conídios são, inicialmente, aderidos ao conidióforo por meio de uma pequena célula e, quando maduros, a célula divide-se em duas, liberando o conídio (ELLIS, 1971).

Diversas espécies de *Pyricularia*, difíceis de diferenciar morfológicamente, ocorrem na natureza como agentes patogênicos de ampla gama de hospedeiros em mais de 80 gêneros de espécies vegetais (PURCHIO; MUCHOVEJ, 1991; PURCHIO, 1992).

A principal espécie neste gênero é o agente etiológico da brusone *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr. O fungo corresponde ao estágio anamórfico de *Pyricularia grisea* Sacc, anteriormente referida como *Pyricularia oryzae* cav.

As colônias são muito variáveis quanto à densidade, encontrando-se colônias ralas até cotonosas, e a cor do micélio pode variar de colônias esbranquiçadas até acinzentadas escuras, em função do meio da cultura e do isolado do fungo (BEDENDO, 1997).

Sintomas

A brusone ocorre desde o estágio de plântula até a fase de maturação da cultura. Os sintomas nas folhas iniciam-se com a formação de pequenas lesões necróticas, de coloração marrom, que evoluem, aumentando de tamanho, tornando-se elípticas, com a margem marrom e o centro cinza ou esbranquiçado (Fig. 1). Em condições favoráveis, as lesões coalescem, causando morte das folhas e, muitas vezes, da planta inteira. Os sintomas nos nós e entrenós aparecem, geralmente, na planta madura (Fig. 2). A infecção no primeiro nó, abaixo da panícula, é referida como brusone do pescoço. Os sintomas observados nos en-



Figura 1 - Sintomas de brusone nas folhas



Figura 2 - Sintomas de brusone nas panículas

trenós são comuns somente nas cultivares suscetíveis de arroz de terras altas. A infecção na região dos nós é freqüente em cultivares suscetíveis de arroz irrigado (EMBRAPA ARROZE FEIJÃO, 2002). Segundo Zapata (1985), o fungo pode estar associado à mancha-de-grãos em arroz.

Fatores que favorecem a brusone

O patógeno *P. grisea* pode sobreviver na forma de micélio ou conídio, em resto de cultura, sementes e hospedeiros alternativos. Quando o conídio é depositado na superfície da planta e na presença de água livre, ele germina, produzindo tubo germinativo e apressório. A penetração é feita diretamente por meio da cutícula, raramente pelos estômatos. A colonização dos tecidos é facilitada por toxinas que provocam a morte de células e por hifas, que se desenvolvem no tecido morto (BEDENDO, 1997).

Alguns fatores do ambiente podem influenciar o desenvolvimento do fungo:

- a) temperatura: a temperatura ideal para o desenvolvimento da doença varia entre 20°C e 25°C;
- b) umidade: as lesões desenvolvem-se mais rapidamente, quando a umidade relativa atinge, no mínimo, 93%;

c) luz: a alternância de luz tem papel importante na produção de esporos. Em condições de luz ou escuro contínuo, a esporulação cai a níveis muito baixos, voltando a aumentar, quando os períodos de luz e escuro se alternam;

d) estresse hídrico: no sistema de cultivo de terras altas, a falta de chuvas favorece o desenvolvimento da doença. Nessas condições, as plantas geralmente apresentam um aumento nos teores de nitrogênio nas folhas e panículas, aumento nos teores de açúcar e redução do amido, favorecendo a ocorrência de brusone. Assim, a incidência desta doença é menor em anos chuvosos, pois a planta cresce mais rápido que o desenvolvimento do fungo. A ocorrência de chuvas, durante a fase de enchimento dos grãos, também reduz a severidade da brusone nas panículas;

e) outro fator importante que aumenta a severidade da brusone nas folhas e panículas é o desequilíbrio nutricional, principalmente do nitrogênio em doses excessivas.

Medidas gerais de controle

a) varietal: o método mais fácil e econômico de controle da brusone é o uso de cultivares resistentes ou moderadamente resistentes. A maioria dos genótipos cultivados no país apresenta resistência vertical que tem sido quebrada em curtos períodos, que variam de três a cinco anos;

b) cultural:

- bom preparo do solo, com aração profunda, reduz a severidade da brusone pela diminuição do efeito de estresse hídrico;
- plantio cedo, no início das chuvas, evita o inóculo primário;
- uso de cultivares precoces;
- maior espaçamento e menor densidade de semeadura;
- a adubação de cobertura deve ser evitada entre 30 e 50 dias após a germinação, para não aumentar a severidade da brusone na fase mais suscetível. A cobertura nitrogenada, quando necessária, deve ser feita somente na fase de primórdio floral;
- plantio de sementes sadias.

Para o cultivo do arroz irrigado recomendam-se:

- sistematização do solo para facilitar a irrigação adequada com uma lâmina d'água uniforme;
- bom preparo do solo, que permita o crescimento normal das plantas;
- adubação equilibrada;
- semeadura entre 15 de outubro e 15 de novembro;
- uso de sementes de boa qualidade fisiológica e sanitária;
- plantio de cultivares resistentes;

c) químico: o controle químico deve ser utilizado em ambientes de alta pressão de brusone. Não se recomenda a pulverização com fungicidas na fase vegetativa. A planta é mais sus-

cetível à brusone entre 30 e 60 dias após a semeadura. O tratamento de sementes com fungicidas sistêmicos deve ser utilizado com o objetivo de eliminar os patógenos presentes nas sementes por ocasião do plantio, evitando-se, assim, a introdução desses patógenos em novas áreas, e também de proteger as plântulas nos primeiros estádios de desenvolvimento.

Na parte aérea, no sistema irrigado, devem-se efetuar duas aplicações com fungicida, sendo a primeira no emborrachamento tardio, até 5% de emissão de panículas e, 10 ou 15 dias após, dependendo do poder residual do fungicida usado ou das condições do clima.

No caso de utilizar produto granulado na água de irrigação, indica-se uma aplicação, sete a dez dias antes da emissão das panículas.

O uso do controle químico para o cultivo do arroz de terras altas deve ser feito no início da emissão das panículas (5% a 10% emitidas). Os produtos recomendados encontram-se no Quadro 1.

Para um controle adequado da brusone, deve-se associar o uso de práticas culturais corretas e cultivares resistentes, visando diminuir a aplicação de produtos químicos, contribuindo, assim, com a preservação do meio ambiente.

Mancha-de-grãos

A mancha-de-grãos (Fig. 3) pode ser considerada um dos principais problemas da cultura do arroz nos três sistemas de cultivo. Essa doença é causada por um grande número de gêneros de fungo, sendo rara a presença de um único gênero, que causa o problema. Além dos fungos, as manchas-de-grãos podem ser causadas também por percevejos (ATKINS, 1974), por desequilíbrios nutricionais (OU, 1987), ou por bactéria (PRABHU et al., 1999). Esses agentes causadores da mancha-de-grãos depreciam a aparência do produto, reduzindo sua qualidade.



Figura 3 - Sintomas de mancha-de-grãos em sementes de arroz

Segundo Prabhu et al. (1999), a queima das glumelas causada pelo fungo *Phoma sorghina* é um dos principais componentes da mancha-de-grãos. Em Minas Gerais, tem sido observado um crescente aumento na incidência de *Phoma* spp. em sementes de arroz.

Etiologia

Os agentes causadores da mancha-de-grãos em arroz como relatado anteriormente, são vários, sendo os principais: *Drechslera oryzae* (Breda de Haan) Subram & Jain (Fig. 4); *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch & Van Kesteren (Fig. 5); *Alternaria padwickii* (Ganguly)



Figura 4 - Estruturas do fungo *Drechslera oryzae* em sementes de arroz



Figura 5 - Estruturas do fungo *Phoma sorghina* em sementes de arroz

Ellis; *Pyricularia grisea* (Sacc) Cooke (Fig. 6); *Gerlachia oryzae* (Hashioka & Yokogi) W. Gams (Fig. 7), além de diferentes espécies de *Drechslera*, *Curvularia* spp., *Nigrospora* sp., *Fusarium* spp. etc.

Sintomas

As manchas aparecem desde o início da emissão das panículas até o seu amadurecimento. Os sintomas são muito variáveis, dependendo do patógeno predominante, do estágio de infecção

e das condições climáticas. A queima das glumelas em arroz de terras altas manifesta-se durante a emissão das panículas, com manchas de coloração marrom-avermelhada nas espiguetas, idênticas às manchas causadas por *B. oryzae*. As manchas em forma de lente, com o centro esbranquiçado e a borda marrom, aparecem quando a infecção com *P. sorghina* ocorre na fase leitosa e pastosa, após a emissão das panículas. As glumelas dos grãos infectados com *Gerlachia oryzae* apresentam grande número de pontuações avermelhadas do tamanho da cabeça de alfinete (BEDENDO, 1983).

QUADRO 1 - Fungicidas registrados para o controle das principais doenças do arroz

Nome comercial	Ingrediente ativo	Doenças	Classificação toxicológica	Doses recomendadas
Tratamento de sementes				
Fongorene	Pyroquilon	Brusone	III	800 g/100 kg sementes
Mayran	Thiran	Brusone, mancha-parda, queima das glumelas	III	200-300g/100 kg sementes
Plantacol	Quintozene	Brusone, mancha-parda	III	200 g/100 kg sementes
Terraclor 750 PM	Quintozene	Brusone, mancha-parda	III	300 g/100 kg sementes
Tecto 100	Thiabendazole	Brusone	IV	200-300 g/100 kg sementes
Vitavax 750 PM Br	Carboxin	Brusone	II	150-250 g/100 kg sementes
Vitavaz - Thiran 200 SC	Carboxin + Thiran	Brusone, mancha-parda, escaldadura, queima das glumelas	IV	250-300 mL/100 kg sementes
Vitavax-Thiran PM Uniroyal	Carboxin + Thiran	Brusone, mancha-parda, escaldadura, queima das glumelas	III	250-300 g/100 kg sementes
Aplicação foliar				
Benlate 500	Benomyl	Brusone	III	500 g/ha
Bim 750 Br	Benzotiazol	Brusone	II	200 - 300 g/ha
Bravonil 500	Chlorothalonil	Mancha-parda	I	2,5 - 3,0 L/ha
Brestanid	Fentin hydroxide	Brusone	I	0,5 L/ha
Brestan PM	Fentin acetate	Brusone, mancha-parda	II	1,0 - 1,5 kg/ha
Constant	Tebuconazole	Brusone, mancha-parda	III	0,75 L/ha
Daconil 500	Chlorothalonil	Mancha-parda	I	2,5 L/ha
Dithiobin 780 PM	Mancozeb	Brusone	II	2,0 - 2,5 kg/ha
Dacostar 500	Chlorothalonil	Mancha-parda	I	2,5 - 3,0 kg/ha
Dithane PM	Mancozeb	Brusone	III	2,0 kg/ha
Dithane PM	Mancozeb	Mancha-parda	III	4,5 kg/ha
Flint 500 WG	Trifloxystrobin	Brusone	III	200 - 250 g/ha
Elite	Tebuconazole	Brusone, mancha-parda	III	0,75 L/ha
Folicur 200 CE	Tebuconazole	Brusone, mancha-parda	III	0,75 Lha
Hinosan 500 CE	Edifenphos	Brusone	I	1,0 - 1,5 L/ha
Hokko Kasumin	Kaugamycin	Brusone	III	1,0 - 1,5 L/ha
Hokko Suzu	Fentin acetate	Brusone	II	1,5 kg/ha
Manzate 800	Mancozeb	Brusone, mancha-parda	III	2,0 kg/ha
Manzate Gr Da	Mancozeb	Brusone, mancha-parda	III	2,0 kg/ha
Mertin 400	Fentin hydroxide	Brusone, mancha-parda	I	750 mL/ha
Persit SC	Mancozeb	Brusone, mancha-parda	III	8 L/ha
Priori	Azoxistrobin	Brusone, mancha-parda	III	400 mL/ha
Rabicide	Phthalide	Brusone	IV	1,0 - 1,5 L/ha
Score	Difeconazole	Mancha-parda	I	300 mL/ha
Tecto 600	Thiabendazole	Brusone	IV	500 g/ha
Triade	Tebuconazole	Brusone, mancha-parda	III	0,75 L/ha
Vanox 500 SC	Chlorothalonil	Mancha-parda	I	2,5 - 3,0 L/ha
Vanox 750 PM	Chlorothalonil	Mancha-parda	II	1,7 - 2,4 kg/ha
Sportak 450 SC	Prochloraz	Escaldadura	I	1,0 L/ha

FONTE: Agrofit (2002).

NOTA: Maiores detalhes sobre dosagens, número e intervalo de aplicações, observar o rótulo dos produtos. As indicações de defensivos contidas nesta publicação não esgotam ou excluem outros produtos ou marcas, nem significa ser a preferência destes por parte dos autores do trabalho ou da EPAMIG. Classificação toxicológica: I – Extremamente tóxico; II – Altamente tóxico; III – Medianamente tóxico; IV – Pouco tóxico.

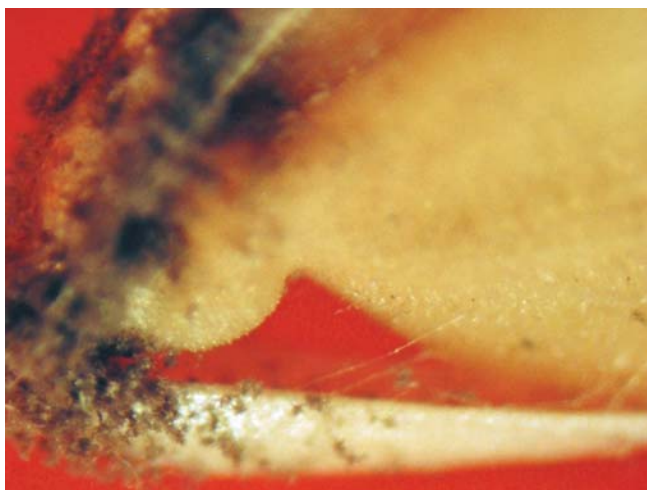


Figura 6 - Estruturas do fungo *Pyricularia* em sementes de arroz



Figura 7 - Estruturas do fungo *Gerlachia oryzae* em sementes de arroz

Fatores que favorecem as manchas-de-grãos

- chuva e alta umidade: a ocorrência de chuvas durante a fase de formação de grãos favorece a doença;
- acamamento: quando ocorre o acamamento, as panículas entram em contato com o solo úmido, contribuindo para aumentar a descoloração dos grãos;
- insetos: danos causados por insetos no campo, principalmente o percevejo, predisõem os grãos à infecção por microorganismos.

Medidas gerais de controle

- varietal: as cultivares comerciais apresentam diferentes graus de resistência à mancha-de-grãos. Segundo Prabhu et al. (1999), as cultivares Guarani e Rio Paranaíba podem ser consideradas resistentes à mancha-de-grãos, em condições de campo. Em análise sanitária de sementes de arroz das cultivares Caiapó, Carisma, Canastra e Guarani realizadas em Minas Gerais, verificou-se que a incidência de *Phoma* spp. variou de 1% a 55% e que, em apenas sete dos 49 lotes avaliados, a incidência foi menor que 5%;
- cultural: as práticas culturais indi-

casadas para outros patógenos podem minimizar a mancha-de-grãos;

- químico: em pesquisa realizada por Souza et al. (1993), os fungicidas testados não mostraram eficiência adequada no controle da doença. No Rio Grande do Sul, a aplicação de fungicidas protetores mostrou redução dos sintomas e melhoria da qualidade de grãos, mas sem diferenças na produtividade (Prabhu et al., 1999).

Mancha-parda

Doença de ocorrência em todas as regiões orizícolas do mundo, sendo mais importante nas regiões tropicais. No Brasil, nas Regiões Norte e Nordeste, essa doença assume grande importância em cultivos de arroz irrigado. Na Região Sul, ela ocorre nas áreas de lavouras semeadas continuamente com arroz e que apresentam problema de fertilidade.

A doença causa manchas-de-grãos. Dependendo da cultivar, essas manchas podem causar perdas de peso de 12% a 30% e reduzir de 18% a 22% o número de grãos cheios por panícula (PRABHU et al., 1980). O plantio de sementes infectadas reduz a germinação e pode causar morte das plântulas (BENDEDO, 1997).

Etiologia

O agente causal da mancha-parda antes

referido como *Helminthosporium oryzae* var. Breda de Haan, hoje é considerado sinônimo de *Bipolares oryzae* (Breda de Haan) Shoem. Outro nome aceitável é *Drechslera oryzae* (Breda de Haan) Subramaniam & Jain. O patógeno pertence à classe dos Deuteromicetos, subclasse Hyphomicetiales, ordem Moniliales e família Dematiaceae. Os conídios, em geral, são curvados, mais largos no meio e apresentam um leve afunilamento nas extremidades, de cor marrom, com seis septos, medindo 63 - 153 mm x 14 - 22 mm e normalmente com hilo. Frequentemente, são encontrados isolados não esporulativos em culturas. A exposição das culturas à irradiação ultravioleta somente produz conidióforos, se for seguida por períodos escuros de quatro horas. A alternância de períodos de uma hora na luz e no escuro é mais indicada para a esporulação.

Sintomas

A doença afeta mais frequentemente as folhas e os grãos, embora possa afetar também o coleóptilo, as ramificações da panícula e a bainha.

Nas folhas, as manchas jovens ou ainda não totalmente desenvolvidas são arredondadas, pequenas, de coloração marrom. As manchas típicas são ovaladas, de coloração marrom-avermelhada e normalmente apresentam um centro cinza, onde podem ser encontradas as estruturas re-

produtivas do patógeno (Fig. 8). As manchas ocorrem geralmente de forma isolada. Podem coalescer e tomar considerável área da folha.

Os coleóptilos originários de sementes infectadas podem apresentar pequenas manchas de coloração marrom-avermelhada.

Nos grãos, as manchas são de cor marrom-escura ou marrom-avermelhada. Em ataques severos, as manchas podem cobrir parcial ou totalmente a superfície dos grãos. Em grãos severamente atacados, a remoção das glumas permite observar o escurecimento do endosperma causado pelo fungo.

As lesões nas bainhas são semelhantes às lesões típicas nas folhas.

Fatores que favorecem a mancha-parda

- a) sementes infectadas constituem uma das fontes de inóculo primário. O fungo sobrevive nas sementes infectadas de um a quatro anos, dependendo das condições de armazenamento, segundo Agrawal et al. (1989 apud PRABHU et al., 1999);
- b) os restos culturais constituem outra fonte importante de inóculo;
- c) a temperatura ótima para infecção varia entre 20°C e 30°C;

- d) a mancha-parda ocorre em condições de umidade relativa superior a 89%, embora a infecção seja favorecida pelo molhamento da folha. O estresse híbrido aumenta a suscetibilidade da planta. Segundo Prabhu et al. (1999), no ecossistema de várzeas, a planta torna-se mais suscetível à doença nos cultivos em várzea úmida ou sob condições de falta d'água, em arroz irrigado;
- e) no cultivo de arroz irrigado, a incidência da mancha-parda é favorecida pela baixa fertilidade do solo, com baixos níveis de adubação, especialmente em potássio, manganês, sílica, ferro e cálcio. Os níveis muito altos ou muito baixos de nitrogênio favorecem a incidência da doença. O conteúdo de sílica nas folhas é negativamente correlacionado com a incidência da mancha-parda nas folhas;
- f) o inóculo secundário é disseminado pelo vento e chuva a partir de plantas infectadas.

Medidas gerais de controle

- a) varietal: de acordo com Prabhu et al. (1999), as cultivares comerciais de arroz de sequeiro, no Brasil, apresentam reações que variam de moderadamente resistentes a suscetíveis. As cultivares Guarani, Rio Paranaíba e Caiapó são moderadamente resistentes, tanto nas folhas como nos grãos. Entre as cultivares de arroz irrigado, a 'Metica-1' apresenta-se altamente suscetível, no estado de Tocantins. Entre as cultivares comerciais plantadas no Rio Grande do Sul, a 'BR-IRGA 417' tem-se mostrado modera-

damente resistente nas folhas e nos grãos;

b) cultural:

- escolher para o plantio variedades com certo grau de resistência;
- tratar as sementes para redução do inóculo inicial;
- fazer os plantios em solos de boa fertilidade natural;
- usar adubação equilibrada com base na análise de solo;
- fazer o uso de práticas de rotação de cultura e de eliminação de gramíneas das proximidades da área cultivada com arroz;
- evitar o excesso ou deficiência hídrica durante o desenvolvimento da cultura em terras altas;

- c) químico: de acordo com Bedendo (1997), o uso de produtos químicos é uma opção de controle que deve ser analisada com cuidado, principalmente para cultivos de sequeiro, em função do baixo rendimento da cultura. No entanto, se esta medida for adotada, deve-se lembrar que as fases finais do ciclo da planta são as mais críticas e, portanto, a folha bandeira e os grãos devem ser convenientemente protegidos. O Quadro 1 relaciona os produtos recomendados para o controle das principais doenças do arroz.

Escaldadura

A escaldadura é uma doença de ocorrência bastante generalizada, tendo sido identificada em diferentes partes do mundo, onde o arroz é cultivado. É considerada uma das mais importantes doenças da cultura. Vem-se manifestando em níveis significativos em todas as regiões brasileiras, com destaque nas Regiões Norte e Centro-Oeste, tanto em plantios de várzeas como em terras altas.

De acordo com Ribeiro (1984), na Região Sul não são encontradas lavouras sem incidência de escaldadura, embora essa doença não cause danos notáveis na área foliar.

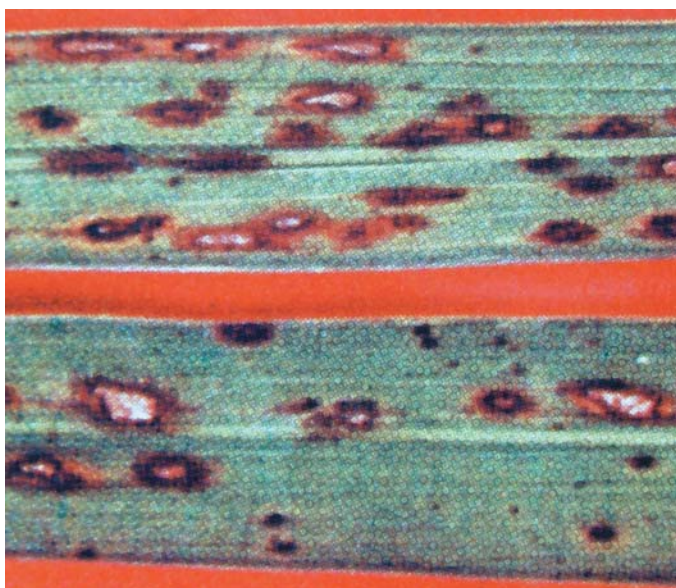


Figura 8 - Sintomas de mancha-parda em folhas de arroz

A doença paralisa o crescimento da planta no início do emborrachamento, principalmente nos anos de alta precipitação. O principal dano que a enfermidade causa à cultura do arroz é o secamento da área atacada, com morte das folhas.

Etiologia

O agente causal da escaldadura, tanto na sua fase imperfeita como perfeita, foi reclassificado no início da década de 80. Atualmente, *Gerlachia oryzae* é o nome que o fungo recebe como deuteromiceto. A fase perfeita corresponde ao ascomiceto *Monographella albescens*. Alguns relatos da literatura, anteriores a 1997, trazem a denominação *Rhynchosporium oryzae* para o estágio conidial e *Metasphaeria albescens* para o estágio ascôgeno.

Os conídios são curvos, unicelulares quando jovens e bicelulados quando maduros, hialinos, não pedicelados e arredondados em ambas as extremidades e raramente apresentam dois ou três septos. As colônias jovens apresentam aspecto cottonoso branco e, posteriormente, passam a apresentar coloração creme e massas rosadas, onde os conídios são produzidos. Os ascósporos são originários de peritécios esféricos de coloração marrom-escura; os ascos cilíndricos, levemente curvos, produzem oito esporos. Estes apresentam formato elíptico, são hialinos, normalmente com três septos (BEDENDO, 1997).

Sintomas

A doença ocorre predominantemente nas folhas, podendo, no entanto, ser observada também na bainha, partes da panícula e grãos. Os sintomas típicos nas folhas iniciam-se pelas extremidades apicais ou pelas bordas das lâminas foliares. As manchas não apresentam margens bem definidas e são, inicialmente, de cor verde-oliva. Mais tarde, as áreas afetadas apresentam sucessões de faixas concêntricas, onde pode ser observada uma alternância de faixas marrom-claras e faixas marrom-escuras. As bordas com aspecto de encharcamento precedem as faixas de cor marrom, à medida

que a doença avança para áreas sadias da folha. Nas bordas de uma mancha jovem com tecidos encharcados é comum a presença de massas esbranquiçadas, que contêm conídios do patógeno (Fig. 9).

Em condições não favoráveis para o desenvolvimento da doença, os esporos produzem inúmeras pequenas pontuações, marrom-claras, que, geralmente, são confundidas com outras doenças. Sintomas semelhantes são produzidos também nas bainhas.

Nos grãos, causa pequenas manchas e, em casos severos, provocam descoloração das glumelas, tornando-as marrom-avermelhadas.

Fatores que favorecem a escaldadura

- o desenvolvimento do fungo é favorecido por temperaturas compreendidas entre 20°C e 30°C;
- as sementes infectadas e os restos culturais são as principais fontes de inóculo;
- o molhamento das folhas com água da chuva ou por períodos prolongados de orvalho durante as fases de perfilhamento máximo e emborrachamento;
- a alta densidade de plantas por área aumenta a severidade da doença;
- adubação nitrogenada alta favorece o rápido desenvolvimento da escaldadura;

- os esporos podem ser disseminados através da água e do vento.

Medidas gerais de controle

- varietal: de acordo com Thomas e Raymundo, Bonman et al. (apud PRABHU et al., 1999), os genótipos que apresentam folhas mais largas geralmente são mais suscetíveis à escaldadura que os de folhas eretas e estreitas. Entre 200 cultivares/linhagens de arroz avaliadas para resistência à escaldadura, observou-se que, entre as nativas, somente 'Rexoro', 'Três Portes', 'Baixada' e 'Prata Preta' foram resistentes e, entre as introduzidas, apenas 'COL-14' e 'Colômbia 1'. As cultivares de sequeiro, classificadas em ordem decrescente, quanto à severidade, foram: 'Araguaia', 'Cuiabana', 'IAC 165', 'Rio Paranaíba', 'Cabaçu', 'Guarani' e 'Centro América' (PRABHU; BENDED, 1990).

Esses resultados demonstram ser possível utilizar materiais com algum grau de resistência em programas de melhoramento ou mesmo usá-los diretamente;

- cultural:
 - usar sementes sadias;
 - fazer tratamento de sementes;
 - manejar adequadamente a irrigação;

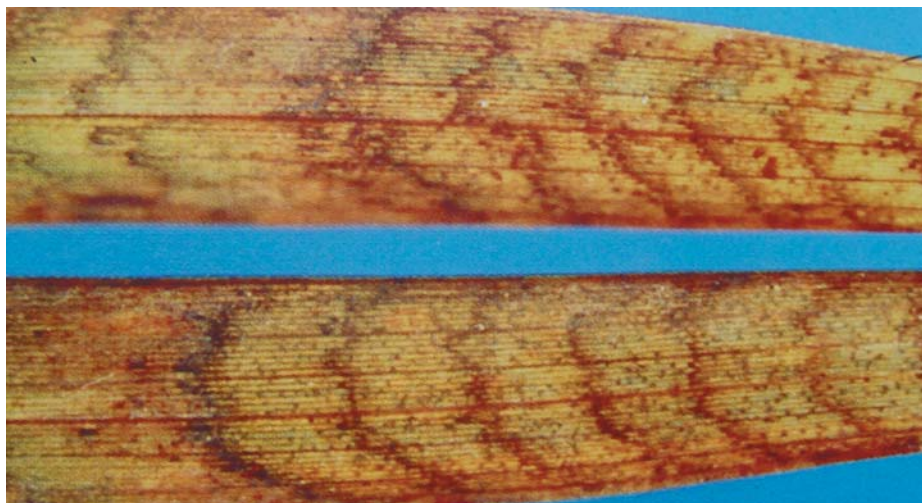


Figura 9 - Sintomas de escaldadura nas folhas

- observar espaçamentos e densidade de plantio adequados, evitando o número excessivo de plantas por área;
- evitar adubações excessivas de nitrogênio;

c) químico: segundo Prabhu et al. (1999), no Brasil, ainda não há informações quanto à viabilidade econômica do controle químico da escaldadura. Outras informações verificar Quadro 1.

TRATAMENTO DE SEMENTES NO CONTROLE DAS DOENÇAS DO ARROZ

Muitas doenças podem ser adquiridas no campo, através de processos naturais de contaminação, porém, se o plantio foi realizado com sementes contaminadas, as chances do aparecimento de doenças são maiores.

De acordo com a concepção moderna de controle de doenças de plantas, dentre as inúmeras medidas que podem ser empregadas pelo agricultor, o uso de sementes sadias ou sementes com qualidade sanitária, dentro de padrões preestabelecidos, é de grande significado por várias razões. Em primeiro lugar, é preciso saber que um expressivo número de doenças da maior relevância, em quase todas as espécies cultivadas, é disseminado pela associação do inóculo de seus agentes causais com as sementes, sob diversas formas (MACHADO, 2000).

A semente de arroz pode-se constituir em um importante veículo de disseminação de patógenos, uma vez que a maioria das doenças da cultura tem seus agentes causais comumente a ela associada (TANAKA, 1986).

É importante que a semente a ser utilizada no plantio esteja isenta de patógenos, ou que estes estejam dentro de padrões aceitáveis. Caso contrário, deve-se fazer o tratamento dessas sementes.

O tratamento das sementes, quer seja químico, quer seja de outra natureza, desde que efetuado de maneira adequada, é uma medida valiosa pela sua simplicidade de execução, baixo custo relativo e eficácia sob vários aspectos. Assim, utilizando-se sementes sadias no plantio e um manejo

adequado da cultura, muitas doenças podem ser controladas em níveis satisfatórios. Produtos utilizados no tratamento químico de sementes de arroz estão relacionados no Quadro 1.

REFERÊNCIAS

AGROFIT 2002. **Sistema de infecção**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2002. 1 CD-ROM.

ATKINS, J. G. **Rice diseases of the Americas: a review of literature**. Washington: USDA, 1974. 106p. (USDA. Agricultural Handbook, 448).

BEDENDO, I.P. Doenças do arroz (*Oryza sativa* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3.ed. São Paulo: Agromônica Ceres, 1997. v.2, p.85 - 99.

_____. Transmissibilidade de *Rhynchosporium oryzae* através de sementes de arroz. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.8, n.3, p.574, out. 1983.

CORNÉLIO, V. M. de O. **Identificação de raças de *Pyricularia grisea* Sacc no arroz de terras altas em Minas Gerais, incidência e severidade da brusone e tipos de resistência**. 2001. 82p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ELLIS, M.B. **Dematiaceans Hyphomycetes**. Kew: CAB, 1971. 608p.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Doenças do arroz: brusone**. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br>>. Acesso em: 9 maio 2002.

OU, S.H. **Rice diseases**. 3.ed. Kew: CAB, 1987. 368p.

MACHADO, J. da C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEP, 2000. 138p.

PRABHU, A. S. Controle das principais doenças de arroz de sequeiro, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.161, p.58-63, 1989.

_____; BEDENDO, I.P. Avaliação de germoplasma de arroz para resistência a *Gerlachia oryzae*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.8, p.1093-1100, 1990.

_____; FILIPPI, M.C. Impacto do uso de cultivares resistentes no manejo de fungicidas na cultura do arroz. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**. Santo

Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. v.2, p.151-169. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 96).

_____; _____; RIBEIRO, A.S. Doenças e seu controle. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. Cap.9, p.262-307.

_____; LOPES, A. de M.; ZIMMERMANN, F.J.P. Infecção da folha e do grão de arroz por *Helminthosporium oryzae* e seus efeitos sobre os componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.2, p.183-189, abr. 1980.

PURCHIO, A.F. **Estudo taxonômico do anamorfo (*Pyricularia*) de *Magnophora grisea***. 1992. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

_____; MUCHOVEJ, J.J. *Pyricularia* disease of grasses: a historical overview. **Rasenturfazon**, v.22, p.63-99, 1991.

RIBEIRO, A.S. **Doenças de arroz irrigado**. 2.ed. rev. e ampl. Pelotas: EMBRAPA-UEPAE Pelotas, 1984. 56p. (EMBRAPA-UEPAE. Circular Técnica, 19).

_____; SPERANDIO, C.A. Controle de doenças na cultura do arroz irrigado. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J.L.; BARROS, A.C.S.A. (Ed.). **Produção de arroz irrigado**. Pelotas: UFPel, 1998. Cap.8, p.301-349.

SILVA, M.C.C. de F. e. **Estudo da herança da resistência do arroz (*Oryza sativa* L.) a *Pyricularia oryzae***. 1993. 74p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Goiânia, Goiânia.

SOUZA, N. S. de; BARROS, L. G. de; PRABHU, A. S. **Incidência da mancha de grãos em relação à época de plantio e aplicação de fungicidas**. Cuiabá: EMPAER-MT, 1993. 20p. (EMPAER-MT. Boletim de Pesquisa, 4).

TANAKA, M.A.S. Tratamento de sementes de arroz. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1986, Campinas. [Anais...] Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.119-129.

ZAPATA, J. E. Efecto del machado del grano de arroz sobre algunos estados de desarrollo de la planta de arroz. **Arroz**, Palmira, v.34, p.22-26, 1985.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

FILIPPI, M.C.; PRABHU, A.S. Doenças do arroz e seu controle. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.139-156.

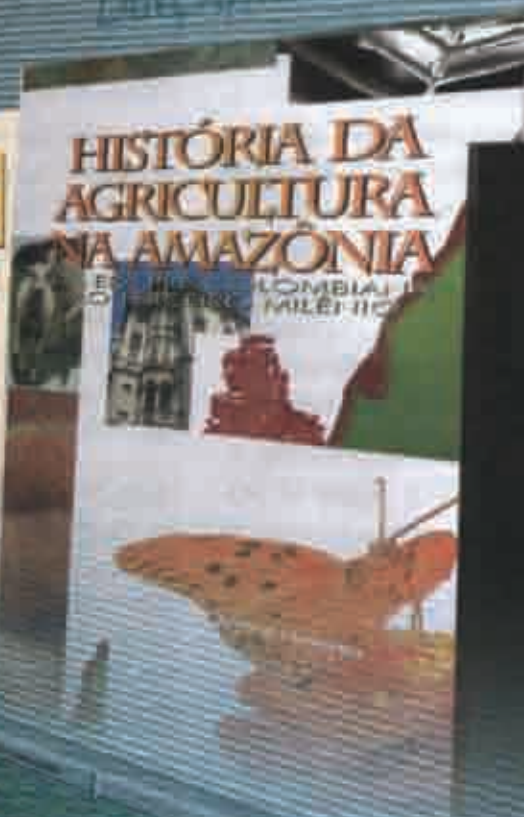
Cultura para você colher o ano todo.

Livraria Virtual Embrapa

www.sct.embrapa.br

Vendas: (61) 340.9999 Fax: (61) 340.2750

LANÇAMENTOS



Mais de
800
títulos
Livros
vídeos
cd-roms

Agricultura,
Pecuária,
Meio Ambiente e
Agroindústria
e muito mais

Embrapa

Estados Unidos do Brasil - 1946

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS

Qualidade de grãos e padrões de classificação de arroz

Noris Regina de Almeida Vieira¹

Resumo - As características determinantes da qualidade de grão em arroz refletem-se diretamente no valor do produto no mercado. No entanto, o conceito de qualidade é concebido e visto de maneira diferenciada, dependendo da finalidade do consumo, do grupo étnico envolvido, do tipo de processamento pós-colheita, entre outros. De maneira geral, a qualidade de grão em arroz pode ser classificada em quatro grandes grupos: comportamento no beneficiamento; qualidade comestível, de cocção e de processamento; valor nutritivo e adequação do produto aos padrões de comercialização.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Arroz parboilizado. Beneficiamento. Cocção; Processamento. Padrão de comercialização. Valor nutritivo.

INTRODUÇÃO

O termo “qualidade de grão”, em arroz, apresenta diferentes significados, sendo concebido e visto também de forma diferenciada, dependendo da finalidade de consumo, do grupo étnico envolvido, do tipo de processamento utilizado, entre outros fatores. Dessa forma, a definição de um arroz como de boa ou má qualidade é grandemente influenciada pelas preferências e/ou necessidades do consumidor e, quando estas diferem, o produto pode ser julgado como bom e adequado por um grupo e totalmente inadequado por outro. O presente artigo aborda as diversas características ligadas à qualidade do arroz e é dirigido a todos profissionais interessados no produto, tanto do ponto de vista da comercialização, como do ensino, da produção, da utilização (alimentar ou não) e da transformação industrial.

COMPONENTES DE QUALIDADE

Nos Estados Unidos, cultivares de arroz igualmente adaptadas ao consumo de mesa

e ao processamento industrial, bem como variedades com características especiais, apesar de ainda terem uma produção limitada, vêm adquirindo cada vez mais importância entre os diversos segmentos que compõem a indústria de arroz naquele país (BOLLICH et al., 1980, 1990).

No Brasil, com a globalização da economia e com as mudanças pelas quais o país vem passando nos últimos anos, tem sido marcante a demanda por qualidade nos produtos de consumo em geral e nos alimentos de forma particular. No caso específico do arroz, não tem sido diferente e o consumidor está cada vez mais exigente com o produto que lhe é ofertado no mercado. Esta característica qualitativa da demanda impõe forte pressão sobre os preços, desvalorizando o produto que não atende aos requerimentos do mercado (CASTRO et al., 1999).

Assim, uma série de parâmetros de qualidade, representados pelas características físico-químicas do grão, deve ser considerada na seleção de linhagens para a obtenção de cultivares compatíveis com

as exigências do mercado, de maneira que contemplem as expectativas de todos os elementos da cadeia produtiva da cultura. De modo geral, a qualidade de grão em arroz pode ser enfocada sob quatro aspectos: comportamento no beneficiamento; qualidade comestível, de cocção e de processamento; adequação aos padrões de comercialização do produto e valor nutritivo.

Comportamento no beneficiamento

Embora as preferências de consumo de arroz, em termos de tipo de grão, aroma e aparência antes e após o cozimento sejam bastante variadas, um produto uniforme, sem a presença de grãos quebrados e/ou danificados é usualmente preferido pela maioria dos consumidores. Desse modo, uma *performance* adequada no beneficiamento, com bons rendimentos de grãos inteiros, é também almejada por produtores e cerealistas, uma vez que o índice de quebra durante o processamento dos grãos para consumo afeta o valor do produto no

¹ Eng^a Agr^a, Ph.D., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: noris@cnpaf.embrapa.br

mercado e consiste em fator determinante da aceitabilidade de novas variedades (CUEVAS-PEREZ; PESKE, 1990).

Variações na ocorrência e intensidade de baixos rendimentos de grãos inteiros no beneficiamento tornam-se mais alarmantes no caso do arroz de terras altas, devido o produto, nesse ecossistema, estar mais sujeito aos efeitos das variações climáticas que o cultivado nas várzeas irrigadas por inundação contínua.

Além do sistema de cultivo, vários outros fatores, como características próprias da cultivar em uso, condições climáticas durante o desenvolvimento, maturação e colheita do grão, assim como condições de processamento e manejo pós-colheita influenciam, sobremaneira, o rendimento do arroz no beneficiamento (BHATTACHARYA, 1980).

A quebra de grãos no beneficiamento é, portanto, de grande importância econômica para a indústria do arroz, especialmente quando se tenta para a diferença na valoração do produto inteiro e do quebrado. Desta maneira, a pesquisa tem-se preocupado com o desenvolvimento de cultivares com elevado rendimento no beneficiamento e boa estabilidade para esta característica, ou seja, cultivares menos sensíveis a quedas significativas no percentual de inteiros, quando deixadas no campo além do ponto ideal de colheita da lavoura.

As principais propriedades do grão de arroz que influenciam seu comportamento no beneficiamento são determinadas, basicamente, pelas características da casca (glumas: lema e pálea), sua coloração e pubescência, pelas dimensões e formato do grão e pela dureza e aparência do endosperma. Ademais, o teor de umidade dos grãos, na época da colheita ou do beneficiamento, influencia grandemente na recuperação de grãos inteiros durante o processo de descasque e polimento.

Características da casca

Embora sem importância aparente, no arroz beneficiado e empacotado, colocado

à disposição do consumidor no mercado varejista, as características da casca podem ter influência significativa na qualidade e aceitação do produto, em função do tipo de processamento utilizado. Cultivares de arroz com casca de coloração mais escura resultam, geralmente, num produto mais escurecido após o processo de parboilização, o que prejudica a aparência e interfere na aceitação para consumo, quando comparado com um produto mais claro e atrativo.

Cultivares com casca pubescente quase sempre são rejeitadas pelo cerealista por serem mais abrasivas e, além de provocar maior desgaste às máquinas de beneficiamento, têm sido causa de desconforto e de alergia para os operadores, devido à poeira que ocorre durante o processo de descasque dos grãos.

Além desses dois aspectos, grãos mal-empalhados, ou seja, com aberturas na junção da lema com a pálea na porção apical do grão, apresentam maiores problemas de conservação após a colheita, por estarem mais expostos ao ataque de pragas durante o armazenamento. Cultivares com essa característica geralmente apresentam maior dano causado por insetos, o que prejudica a qualidade e interfere negativamente no aspecto visual do produto, seja no arroz branco, integral ou parboilizado, seja no rendimento de beneficiamento.

Dimensões e formato do grão

Durante o processo de desenvolvimento de cultivares melhoradas, deve ser levado em conta que o comprimento e a forma do grão são características herdadas independentemente e podem ser combinadas como desejado. Além disso, não existem barreiras para a recombinação de qualquer classe de grão com outros parâmetros de qualidade, como aparência do endosperma ou teor de amilose, ou com características agrônômicas, como tipo de planta ou ciclo de maturação (JENNINGS et al., 1979).

Os padrões utilizados para classificar o arroz em função do comprimento e forma do grão variam de um país para outro e refle-

tem as preferências de consumo. No Brasil, além do comprimento, tomado como base para enquadrar o grão como longo, médio ou curto, é também considerada a relação comprimento/largura para enquadrá-lo como do tipo longo-fino (agulhinha), tipo de grão característico das variedades irrigadas (BRASIL, 1988). No mercado brasileiro, cultivares com grãos tipo longo-fino têm valor cerca de 30% superior ao decultivares com grãos longos.

Aparência do endosperma

A aparência do endosperma do arroz é uma característica importante tanto para o consumidor, quanto para o produtor e para a indústria de beneficiamento e de empacotamento do produto. Consumidores de arroz de diversos tipos de mercado dão preferência para o produto com endosperma translúcido, sem áreas opacas, livre de manchas e imperfeições causadas por ataque de insetos ou por doenças. A aceitação do produto é igualmente prejudicada pela ocorrência de grãos com centro branco (ou barriga branca), que são áreas opacas causadas por um acondicionamento mais frouxo das partículas de amido e proteína. Além do aspecto visual negativo, esses são mais sujeitos a quebras no beneficiamento e têm valor de mercado bastante diminuído, embora tais manchas desapareçam naturalmente durante o cozimento e não alterem o valor nutritivo do produto (JENNINGS et al., 1979, CASTILLO, 1981). O centro branco não deve ser confundido com a opacidade apresentada pelos grãos de variedades conhecidas como glutinosas ou cerosas, cujo endosperma é naturalmente opaco, e nem com o gessamento do endosperma (grãos gessados), que ocorre quando o arroz é colhido ainda imaturo e com alto teor de umidade (acima de 26%) ou em grãos danificados por insetos.

A presença e a intensidade de manchas brancas nos grãos de arroz são parcialmente controladas geneticamente. Contudo, alguns fatores ambientais, principalmente a temperatura imediatamente após o florescimento, favorecem ou inibem a expressão

dessa característica (JENNINGS et al., 1979). A uniformidade de maturação da lavoura é importante para prevenir a incidência de grãos gessados no produto. O estande inicial deve ser uniforme e o produtor deve seguir corretamente as recomendações de espaçamento e densidade de plantio (CASTRO et al., 1999).

Dureza do endosperma

O grau de resistência do endosperma do arroz a rachaduras reflete-se diretamente no rendimento de grãos inteiros durante o processo de beneficiamento.

Sobre a dureza do endosperma incidem fatores relacionados com a estrutura celular e intercelular, uma vez que a proteína e os fenômenos de hidratação e desidratação do endosperma intervêm diretamente na manutenção da integridade estrutural do grão de arroz (CASTILLO TORO et al., 1990). Estudando as propriedades físico-químicas de uma variedade resistente a fissuras no grão e três linhas isogênicas, diferindo apenas para essa característica, Bhashyam et al. (1984) observaram que os principais fatores que contribuem para a resistência dos grãos ao trincamento podem ser agrupados sob quatro aspectos:

- a) hidratação;
- b) amido;
- c) parede celular;
- d) orientação e estrutura celular.

Bhashyam et al. (1984) indicaram também que o elevado conteúdo de pentosan, grupo de carboidratos que por hidrólise originam pentoses, observado nas linhas resistentes, pode ser o agente responsável por alterações nas propriedades da parede celular, causando maior resistência a fissuras.

Teor de umidade

Aliado à melhor *performance* varietal, o teor de umidade dos grãos na colheita, o método de colheita, as condições de secagem, trilha e estocagem do produto, o teor de umidade por ocasião do beneficiamento,

e as várias interações entre esses componentes são fundamentais para a maximização do percentual de grãos inteiros no beneficiamento do arroz.

O teor de umidade do arroz por ocasião da colheita, assim como as condições climáticas vigentes durante o período que antecede a colheita do produto e que contribuem para flutuações na umidade dos grãos ainda no campo, no período pré-colheita, como também o teor de umidade por ocasião do beneficiamento, têm sido considerados fatores importantes na determinação do comportamento do produto no beneficiamento. Esse comportamento pode ser avaliado tanto diretamente, através da medição do percentual de grãos inteiros após o beneficiamento (CALDERWOOD; WEBB, 1971, SIEBENMORGEN; JINDAL, 1986, BERRIO; CUEVAS-PEREZ, 1989), ou de forma indireta, observando o percentual de grãos trincados, ainda em casca, antes do beneficiamento (KUNZE; HALL, 1965, SRINIVAS et al., 1978).

Um dos principais aspectos a ser considerado pelo produtor de arroz, refere-se à determinação do ponto de colheita, de modo que maximize o seu retorno econômico, que pode ser estimado, por ocasião da colheita, com base na produtividade da lavoura, na qualidade do arroz colhido e nos custos envolvidos com a secagem do produto. Esses fatores são, por sua vez, função do teor de umidade do grão, sendo também, os dois primeiros estreitamente dependentes das características varietais.

De maneira geral, para obtenção de maiores rendimentos, tem sido recomendado colher o arroz com teor de umidade ainda elevado, entre 18% e 22%, secá-lo à baixa temperatura e em tantas etapas quantas forem necessárias, para evitar a ocorrência de fissuras nos grãos e seus efeitos prejudiciais à qualidade, além de auferir melhores preços de mercado. No entanto, o planejamento adequado da lavoura, a ponderação dos custos envolvidos, o bom senso do produtor e a busca da qualidade são

aspectos que, combinados, tornam-se fundamentais à obtenção de sucesso em qualquer empreendimento agrícola.

Qualidade comestível, de cocção e de processamento

O desenvolvimento varietal de arroz para consumo de mesa relaciona a qualidade de cocção com o tempo de cozimento, a absorção de água, a perda de sólidos solúveis e o ganho de volume durante o cozimento, enquanto a qualidade comestível, ou palatabilidade, está mais relacionada com o aspecto, o aroma, a consistência e a textura do arroz cozido. Em programas de melhoramento genético que visam obter cultivares com adaptação diversificada, que possam ser igualmente utilizadas para consumo de mesa ou processamento industrial, como parboilização, enlatamento ou arroz de cozimento rápido, torna-se necessária a observação de parâmetros qualitativos adicionais, que assegurem um comportamento adequado, qualquer que seja sua finalidade de consumo.

Os fatores que controlam o comportamento culinário e de processamento do arroz são, fundamentalmente, ligados às características físico-químicas do produto. Ocorre, contudo, uma série de alterações no período de pós-maturação do grão para consumo, durante o armazenamento, que modifica as propriedades organolépticas do arroz.

Propriedades do amido

Embora a reação do arroz ao calor durante o processo de cozimento possa ser influenciada por fatores como o estágio de maturação do grão na época da colheita, o grau de polimento dos grãos, ou as condições e o tempo de armazenamento, seu comportamento de cocção é extremamente dependente de sua composição química, em que o amido é o componente predominante, perfazendo, aproximadamente, 90% do grão de arroz beneficiado polido (SIMPSON et al., 1965).

O amido é um polissacarídeo composto de duas estruturas moleculares complementares: amilose e amilopectina. Aumentos ou decréscimos no teor de uma delas refletem-se de forma inversa no teor da outra e resultam em tendências de comportamento igualmente inverso em relação às propriedades de cocção ou de processamento do arroz. Nas variedades glutinosas (cerosas), cujos grãos apresentam endosperma opaco e, quando cozidos, apresentam-se úmidos e pegajosos, o amido é quase totalmente formado por amilopectina, com um conteúdo de amilose que varia entre 0% e 2%. Nas variedades não glutinosas, os valores encontrados para o teor de amilose acham-se na faixa de 7% a, aproximadamente, 34% (JULIANO, 1984).

O teor de amilose do arroz exerce, reconhecidamente, uma influência marcante na *performance* de cozimento. A escala para classificação do teor de amilose do arroz, utilizada no Programa de Seleção de Linhagens da Embrapa Arroz e Feijão (MARTÍNEZ; CUEVAS PEREZ, 1989), considera os seguintes valores:

- a) teor alto: atribuído ao arroz com conteúdo de amilose entre 28% e 32%;
- b) teor intermediário: entre 23% e 27%;
- c) teor baixo: para o arroz com conteúdo amilótico entre 8% e 22%.

Para atender as preferências de consumo no Brasil, buscaram-se cultivares com conteúdo de amilose intermediário a alto, cujos grãos, quando cozidos, apresentam-se secos e soltos.

Temperatura de gelatinização

Um importante efeito do cozimento do arroz refere-se ao aumento e à solubilização dos grânulos de amido, resultando em alterações, como aumento de volume, abertura ou fragmentação dos grãos e desenvolvimento de texturas diferenciadas no arroz cozido. A temperatura de gelatinização (TG) do amido refere-se à temperatura de cozimento, na qual a água é absorvida e os grânulos de amido aumentam irreversivel-

mente de tamanho com simultânea perda de cristalinidade. A determinação da TG representa uma ferramenta muito importante na avaliação do comportamento culinário do arroz (JENNINGS et al., 1979).

A temperatura de gelatinização é comumente estimada de forma indireta, através do grau de dispersão e clarificação dos grãos de arroz submetidos à ação de soluções alcalinas (MARTÍNEZ; CUEVAS-PEREZ, 1989) e varia, aproximadamente, entre 63°C e 80°C. Pela sua determinação, os materiais são classificados como:

- a) TG baixa: arroz cuja temperatura de gelatinização do amido ocorre entre 63°C e 68°C;
- b) TG intermediária: entre 69°C e 73°C;
- c) TG alta: temperatura entre 74°C e 80°C.

Grãos de arroz com TG baixa podem-se tornar excessivamente macios e até mesmo desintegrar-se durante o cozimento. Por outro lado, cultivares com TG alta requerem mais água e maior tempo de cozimento, que aquelas com TG baixa ou intermediária, sendo geralmente rejeitadas em quase todos os mercados consumidores. No Programa de Seleção de Linhagens, da Embrapa Arroz e Feijão, utilizam-se, preferencialmente, materiais com TG intermediária. De acordo com Jennings et al. (1979) a maioria, ou até mesmo a totalidade, das variedades do grupo *japonica* apresenta TG baixa, enquanto grande parte das do grupo *indica*, tropicais, apresenta gelatinização intermediária ou baixa.

Consistência de gel

Essa característica baseia-se na consistência da pasta de arroz. Variedades com conteúdo amilótico alto, acima de 28%, podem apresentar variabilidade quanto à consistência de gel (CG), enquanto aquelas com teor de amilose abaixo de 27%, geralmente apresentam CG macia. Assim, a determinação da CG foi concebida para complementar o teste de amilose e auxiliar na discriminação de variedades com conteúdo de

amilose alto, fornecendo um bom índice da textura do arroz cozido e de seu comportamento após o resfriamento. De acordo com a consistência da pasta fria apresentada pelo arroz, devido ao efeito combinado da amilose e da amilopectina, as variedades são classificadas como: CG rígida; CG intermediária e CG macia (MARTÍNEZ; CUEVAS-PEREZ, 1989).

Alterações pós-colheita

As alterações progressivas das propriedades físico-químicas do arroz após a colheita ocorrem, principalmente, nos três ou quatro primeiros meses de armazenagem e, independente das condições ambientais, são sempre mais intensas no arroz beneficiado que no arroz em casca. No cozimento, o arroz beneficiado envelhecido absorve maior quantidade de água, expande mais, apresenta menor índice de sólidos solúveis na água de cocção e é mais resistente à desintegração dos grãos durante o cozimento, que o arroz recém-colhido. Esse comportamento é atribuído, provavelmente, à elevação da insolubilidade da proteína e do amido durante o armazenamento, elevando também o tempo de cozimento do produto (PUSHPAMMA; REDDY, 1979 apud JULIANO, 1985b, BARBER, 1972).

Assim, um arroz recém-colhido que tende a empapar durante o cozimento pode, com o passar do tempo, modificar esse comportamento, tornando-se mais adequado às preferências de consumo e apresentar-se seco e solto. Isso evidencia a importância do conhecimento sobre o comportamento varietal nesse sentido. Cultivares como a 'Primavera' e a 'Javaé', por exemplo, podem ser consumidas pouco tempo após a colheita, enquanto a 'Maravilha' e a 'Metica 1' necessitam de até seis meses para atingir um comportamento de cocção adequado (CASTRO et al., 1999).

Embora, na sua maioria, as alterações pós-colheita do arroz sejam positivas e desejáveis, especialmente em função das preferências de consumo brasileiro, sob condições inadequadas de armazenamento

podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do produto ao ponto de inviabilizar sua comercialização como alimento, em decorrência do ataque de insetos, desenvolvimento de fungos e de processos de fermentação ou rancidificação (PAGALLAUAN, 1976). O arroz integral, da mesma forma que o arroz mal polido, devido à conservação das camadas externas do grão, mais ricas em lipídios, apresenta poder de conservação inferior ao arroz beneficiado polido.

Critérios de avaliação

Para descrever as características comestíveis de cocção e de processamento de uma determinada cultivar de arroz são utilizados critérios específicos. Estes baseiam-se nos resultados de uma série de testes físicos e químicos que, em conjunto, servem como indicadores da *performance* da cultivar (WEBB et al., 1972). Durante o processo de seleção de linhagens, dependendo da infra-estrutura disponível e dos objetivos do Programa de Melhoramento Genético da Cultura, amostras de arroz são geralmente avaliadas, entre outras, pelas seguintes determinações:

- a) teor de amilose (JULIANO, 1971, JENNINGS et al., 1979);
- b) reação alcalina do grão beneficiado polido como estimativa da temperatura de gelatinização (MARTÍNEZ; CUEVAS-PEREZ, 1989, LITTLE et al., 1958, JENNINGS et al., 1979);
- c) capacidade de absorção de água (HALICK; KELLY, 1959);
- d) perfil viscoamilográfico (JULIANO, 1985a);
- e) consistência de gel (JENNINGS et al., 1979);
- f) estabilidade do produto parboilizado e enlatado (WEBB; ADAIR, 1970).

Padrões de comercialização

As Normas de Identidade, Qualidade, Embalagem e Apresentação do Arroz (BRASIL, 1988) proporcionam um sistema

de comercialização por classes e tipos, que leva em consideração os fatores de qualidade associados a limpeza, uniformidade, condições sanitárias e pureza do produto. Os padrões de classificação constituem a base para a avaliação da qualidade para fins de comercialização do produto em casca, integral, polido e parboilizado, bem como dos fragmentos de grão (quebrados e quirera). As designações oficiais no Brasil, utilizadas para enquadramento do produto e marcação da embalagem, são fundamentadas nos parâmetros descritos a seguir (BRASIL, 1988).

Grupos

De acordo com a forma de apresentação do produto a ser comercializado, o arroz pode ser classificado em dois grandes grupos, arroz em casca e arroz beneficiado.

Subgrupos

O grupo do arroz em casca pode ser enquadrado em dois subgrupos: arroz em casca natural ou parboilizado. Para o arroz beneficiado são previstos quatro subgrupos, a saber: arroz beneficiado integral, polido, parboilizado ou parboilizado integral.

Classes

Para o enquadramento em classe de qualquer dos subgrupos acima, são consideradas cinco categorias, com base nas dimensões dos grãos inteiros após o descasque e polimento. As quatro primeiras classes referem-se ao produto longo-fino, longo, médio e curto e, para que o produto comercial possa ser enquadrado em qualquer uma delas, é necessário que, no mínimo, 80% do peso dos grãos inteiros da amostra seja representado por grãos com as dimensões previstas oficialmente, como segue:

- a) grãos longo-finos:
 - comprimento \geq 6 mm;
 - espessura \leq 1,90 mm;
 - relação comprimento/largura \geq 2,75 mm;
- b) grãos longos: comprimento \geq 6 mm;

- c) grãos médios: comprimento entre 5 mm e menos de 6 mm;
- d) grãos curtos: comprimento inferior a 5 mm.

Adicionalmente, é considerada uma quinta classe, designada como arroz misturado e destinada à classificação do produto que não se enquadre em nenhuma das classes anteriores e apresente-se constituído pela mistura de duas ou mais delas, sem predominância (80%) de nenhuma.

Tipos

Qualquer que seja o grupo, subgrupo ou classe a que pertença, o arroz destinado à comercialização como grão para consumo é classificado em cinco tipos, expressos numericamente e definidos de acordo com o percentual de ocorrência de defeitos e com o percentual de grãos quebrados e quirera. De acordo com a importância e as conseqüências no produto de consumo, são considerados como defeitos graves (matérias estranhas, impurezas, grãos mo-fados, ardidos, pretos e não gelatinizados) e defeitos gerais (grãos danificados, manchados, picados, amarelos, rajados, gessados e não parboilizados). Alguns desses defeitos são comuns a todos os subgrupos e outros específicos. Para enquadramento em tipo comercial são observados os percentuais de defeitos graves, de defeitos gerais, de grãos quebrados e de quirera. Os percentuais máximos de defeitos permitidos em cada um dos cinco tipos encontram-se expressos em tabelas de tolerância, para cada subgrupo, a serem aplicadas na tipificação do produto.

Produto sem enquadramento

O arroz em casca, o arroz beneficiado e os fragmentos de grão que não atendem às exigências de enquadramento em tipo comercial do produto são classificados como abaixo do padrão ou desclassificado. O produto classificado abaixo do padrão pode ser comercializado como tal, desde que perfeitamente identificado na embalagem, ou pode ser rebeneficiado, desdoblado e

recomposto para efeito de enquadramento em tipo. Já aquele desclassificado tem a sua comercialização proibida tanto para consumo humano, quanto animal, por encontrar-se em mau estado de conservação, apresentando-se fermentado, mofado, com odor estranho ou contendo substâncias nocivas à saúde e teores de micotoxinas acima dos limites estabelecidos por legislação específica do Ministério da Saúde, conforme Brasil (1988).

Renda no benefício e rendimento do grão

Para a valoração comercial do produto, são considerados a renda no benefício, expressa pelo percentual total de arroz beneficiado (grãos inteiros, quebrados e quirera), e o rendimento do grão, expresso, separadamente, pelo percentual de inteiros e de quebrados obtido. A legislação prevê uma renda base em nível nacional de 68% para a renda no benefício, constituída de um rendimento de grão de 40% de inteiros e 28% de quebrados e quirera. Rendimentos inferiores ou superiores aos estabelecidos pela renda base devem ser corrigidos pela aplicação de coeficientes específicos.

Outros critérios considerados

Além dos critérios citados anteriormente, devem ser determinados também o teor de umidade e os percentuais de matérias estranhas e impurezas, cujos valores, se acima de determinados limites, devem ser usados para efeito de descontos no peso líquido do lote avaliado. Para tais determinações, existem procedimentos padrão a serem seguidos pelos classificadores.

Valor nutritivo

O arroz é um cereal versátil, de preparo fácil e constitui a principal fonte de alimento para grande parte da população mundial. O valor nutricional do arroz elaborado é função, principalmente, de seu conteúdo protéico (JULIANO, 1985b). O conteúdo calórico de 100 gramas de arroz cozido corresponde a 119 calorias para o arroz integral,

109 para o arroz branco polido e 106 para o arroz parboilizado (RICE COUNCIL FOR MARKET DEVELOPMENT, 19--). O arroz é uma excelente fonte de carboidratos complexos, que, por serem de absorção lenta, são capazes de prover o organismo com energia por períodos prolongados, além de ser nutricionalmente superior à maioria de outros alimentos também ricos em carboidratos, por apresentar uma proteína que é de boa qualidade e que contém os oito aminoácidos essenciais ao homem. O arroz integral é uma importante fonte de minerais e vitaminas, contendo quantidades apreciáveis de tiamina, riboflavina e niacina, bem como de fósforo, ferro e potássio.

CONCLUSÃO

Um arroz de qualidade destaca-se por seu comportamento diferenciado no mercado, evidenciando maior elasticidade de aproveitamento tanto para consumo direto, quanto para transformação industrial. Dessa forma, produzir com qualidade significa obter um produto competitivo, adequado às preferências dos consumidores, resultado da ação de todos os segmentos da cadeia produtiva da cultura. As preferências de consumo no Brasil são voltadas para cultivares de grãos agulhinha (longo-fino), com aspecto translúcido, baixo índice de defeitos e de grãos quebrados e com comportamento adequado de cocção. Garantia de bons preços e maior facilidade de venda são atrativos que os orizicultores precisam levar em conta em seu empreendimento agrícola. Certamente, só conseguirá permanecer no mercado quem, além da produtividade, se preocupar também com a qualidade.

Com respeito à classificação comercial do arroz, nos Estados Unidos, os critérios considerados têm sido submetidos a constantes revisões e mudanças desde a sua elaboração, em 1916. Nos últimos anos, as diferenças mais marcantes são decorrentes da introdução de princípios econômicos, tanto na seleção de parâmetros de classificação

como no estabelecimento de tolerâncias numéricas para esses fatores. A incorporação de princípios econômicos nas normas oficiais de padronização e classificação de grãos para consumo é a base, onde se fundamentam as quatro diretrizes consideradas no estabelecimento de padrões de qualidade naquele país:

- a) facilitar o comércio e o mercado de grãos;
- b) refletir o potencial de conservação dos grãos;
- c) identificar fatores de importância econômica para processadores e consumidores;
- d) proporcionar as ferramentas para geração de incentivos visando à melhoria de qualidade e à manutenção do mercado.

A partir dessas diretrizes, têm sido possível aos órgãos legisladores e fiscalizadores, avaliar não só a importância dos critérios considerados na atualidade, mas também a necessidade de eventuais mudanças futuras (HILL, 1988). Adicionalmente, as alterações nas normas deixam de ser arbitrárias e, por requererem que a retirada ou incorporação de um parâmetro, bem como a estipulação de limites de tolerância estejam em conformidade com pelo menos uma das diretrizes do sistema, tornam-se fortemente justificadas sob o ponto de vista econômico.

No Brasil, devido à evolução nas características de mercado de produtos em geral, em função da maior sofisticação do consumidor, especialmente no que se refere a produtos alimentícios, a busca de qualidade e as necessidades de revisão e adequação dos padrões de comercialização são também uma constante. Adicionalmente, com a abertura de mercado aos países do Mercosul, a busca da uniformização de critérios e adequação de padrões torna-se ainda mais premente em função da demanda diferenciada e requerimentos específicos do mercado externo.

REFERÊNCIAS

- BARBER, S. Milled rice and changes during aging. In: HOUSTON, D. F. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1972. p.215-263.
- BERRIO, L. E.; CUEVAS-PEREZ, F. E. Cultivar differences in milling yields under delayed harvesting of rice. **Crop Science**, Madison, v.29, p.1510-1512, 1989.
- BHASHYAM, M.K.; RAJU, GN.; SRINIVAS, T.; NAIDU, B.S. Physico-chemical studies in relation to cracking properties in rice using isogenic lines. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v.21, n.5, p.272-277, 1984.
- BHATTACHARYA, K.R. Breakage of rice during milling: a review. **Tropical Science**, London, v.22, p.225-276, 1980.
- BOLLICH, C.N.; WEBB, B.D.; MARCHETTI, M.A.; SCOTT, J.E. Registration of Newrex rice. **Crop Science**, Madison, v.20, n.2, p.286-287, Mar./Apr. 1980.
- _____; _____. Registration of Rexmont rice. **Crop Science**, Madison, v.30, p.1160, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 269, de 17 de novembro de 1988. Norma de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 nov. 1988.
- CALDERWOOD, D.L.; WEBB, B.D. Effect of the method of the dryer operation on performance and on the milling and cooking characteristics of rice. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.14, p.142-145, 1971.
- CASTILLO, D. **El grano de arroz: características físico-químicas de sus almidones relacionadas con las propiedades mecánicas y de cocción**. 1981. 76p. Tese (Doutorado) - Cuba.
- CASTILLO TORO, D.; HERNANDEZ LÓPEZ, A.A.; GALLARDO, I.D. **Propiedades físico-químicas del grano de arroz y su calidad**. Habana: Instituto de Investigaciones del Arroz, 1990. 47p. Conferência apresentada na IV Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz, realizada em Goiânia, GO em junho de 1990.
- CASTRO, E. de M. de; VIEIRA, N.R. de A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. da. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 34).
- CUEVAS-PEREZ, F.; PESKE, S.T. Milling performance of rice varieties under different moisture absorption environments. **Tropical Science**, London, v.30, p.142-152, 1990.
- HALICK, J.V.; KELLY, V.J. Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.36, p.91-98, 1959.
- HILL, L.D. The challenge of developing workable grades for grain. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.33, n.4, p.348-349, 1988.
- JENNINGS, P. R.; COFFMAN, W. R.; KAUFFMAN, H.E. **Rice improvement**. Los Baños: IRRI, 1979. p.101-120.
- JULIANO, B.O. A simplified assay for milled-rice amylose. **Cereal Science Today**, St. Paul, v.16, n.10, p.334-340, 1971.
- _____. Criteria and tests for rice grain qualities. In: _____. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. 2.ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1985a. p.443-524.
- _____. Polysaccharides, proteins, and lipids of rice. In: _____. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. 2.ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1985b. p.59-174.
- _____. Rice starch: production, properties and uses. In: WHISTLER, R.L.; MILLER, J.N.; PASCHALL, E.F. (Ed.). **Starch: chemistry and technology**. 2.ed. Orlando: Academic Press, 1984. p.507-527.
- KUNZE, O.R.; HALL, C.W. Relative humidity changes that causes brown rice to crack. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.8, p.399-405, 1965.
- LITTLE, R.R.; HILDER, G.B.; DAWSON, E.H. Effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.35, p.111-126, 1958.
- MARTÍNEZ, C.; CUEVAS-PEREZ, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**. 3.ed. Cali: CIA T, 1989. 75p. (CIA T. Serie 04SR-07.01).
- PAGALILAUAN, E.B. Deterioration of rice in storage. **Grain Journal**, Philippines, v.1, n.2, p.10-12, 1976.
- RICE COUNCIL FOR MARKET DEVELOPMENT. **U.S.A. rice: a guide to the United States Rice Industry**. Houston, [19--]. 28p.
- SIEBENMORGEN, T.J.; JINDAL, V.K. Effects of the moisture adsorption on the head rice yields of long grain rough rice. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.29, p.1767-1771, 1986.
- SIMPSON, J.E.; ADAIR, C.R.; KHOLER, G.O.; DAWSON, E.H.; DEOBALD, H.J.; KESTER, E.B.; HOGAN, J.T.; BATCHER, O.M.; HALICK, J.V. **Quality evaluation studies of for eign and domestic rices**. Washington: USDA, 1965. 183p. (USDA. Technical Bulletin, 1331).
- SRINIVAS, T.; BHASHYAM, M.K.; MUNE GOWDA, M.K.; DESIKACHAR, H.S.R. Factors affecting crack formation in rice varieties during wetting and field stress. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.48, p.424-432, 1978.
- WEBB, B.D.; ADAIR, C.R. Laboratory parboiling apparatus and methods of evaluating parboiling stability of rice. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.46, p.708-714, 1970.
- _____; BOLLICH, C. N.; JODON, N. E.; JOHNSTON, T.H.; BOWMAN, D.H. **Evaluating the milling, cooking, and processing characteristics required of rice varieties in the United States**. Washington: USDA, 1972. 8p.

Arroz como alimento

Priscila Zaczuk Bassinello¹

Emílio da Maia de Castro²

Resumo - Comparam-se a composição nutricional dos diferentes subgrupos de arroz, sua contribuição na dieta humana e a versatilidade de aplicação e preparo do produto como alimento. São descritas as diferenças dos usos de vários tipos de arroz encontrados hoje no mercado, o potencial de aplicação dos seus subprodutos, assim como as principais características envolvidas na qualidade do produto. Destacam-se, ainda, os principais estudos de melhoramento do arroz no âmbito nutricional e tecnológico, bem como algumas linhas de pesquisa de interesse socioeconômico.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Subprodutos. Valor nutritivo. Qualidade. Amido.

INTRODUÇÃO

Presente desde os tempos remotos na alimentação humana, o arroz tem origem provável no Sudeste da Ásia, que inclui China, Índia e Indochina. Naquele continente, localizam-se, atualmente, 58% da população do planeta, que consome 90% da produção mundial de arroz.

Considerado alimentação básica de vários países da Ásia, o arroz é cercado de crenças que o associam à prosperidade e à felicidade. O costume de jogar arroz nos noivos simboliza o desejo de felicidade e fartura ao jovem casal, costume em parte assimilado pelos ocidentais.

No Brasil, o plantio do arroz foi introduzido no período de colonização, por volta de 1540, na Capitania de São Vicente. Sua produção espalhou-se pelo litoral brasileiro, principalmente no Nordeste. Em 1820, já se plantava o cereal, no Rio Grande do Sul, mas apenas em 1904 é que surgiram as primeiras lavouras empresariais, que utilizavam o método da irrigação.

IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL

O arroz é um alimento de grande valor nutricional, altamente energético, rico em proteínas, sais minerais (fosfato, ferro e cálcio) e vitaminas do complexo B. A proteína do arroz espalha-se por todo o grão, permeando o amido e dando-lhe um alto valor nutricional de fácil digestão.

Estudos da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)³ mostram que, em algumas regiões do país, a população tem reduzido o consumo de cereais, grãos, vegetais e frutas em prol de um aumento de produtos de origem animal e alimentos industrializados. Este fato pode explicar, em parte, o aumento de doenças crônicas degenerativas, como obesidade, doenças cardiovasculares, hipertensão, dislipidemias, entre outras, associadas ao hábito alimentar. As análises das recomendações nutricionais mostram a necessidade de incentivar o consumo de carboidratos, respeitando-se a devida proporção em relação a o total de calorias da alimentação

diária e entre os diferentes tipos de carboidratos. Dentro deste contexto, o arroz aparece como fonte de carboidrato, possui uma produção em larga escala em nível nacional e já se tornou um hábito alimentar da população. Possibilita uma diversidade de formas de preparo, quer em pratos salgados ou doces, podendo ser associado a outros alimentos, enriquecendo ainda mais a qualidade nutricional da preparação. Em relação a sua composição nutricional, fornece também outros nutrientes importantes para a manutenção da saúde (Quadro 1).

CONSTITUIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

O grão de arroz é constituído de casca, película, germe e endosperma. A película refere-se ao conjunto de camadas de células situadas entre a casca e o endosperma (pericarpo e aleurona). Durante o beneficiamento do arroz, a película e o germe (embrião) são quase integralmente retirados pelo polimento dos grãos, dando origem ao farelo. As vitaminas e sais minerais

¹D.Sc. *Ciência dos Alimentos, Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: pzbassin@cnpaf.embrapa.br*

²D.Sc. *Melhoramento Genético, Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Correio eletrônico: emilio@cnpaf.embrapa.br*

³*Palestra sobre o consumo de arroz no Brasil e no mundo, proferida no 1º Congresso Nacional da Cadeia Produtiva do Arroz, VII RENAPA, em Florianópolis, SC, em 2002, pela Drª Suely Longo, nutricionista e professora da Universidade Metodista do Estado de São Paulo.*

estão concentrados na película e germe, portanto, no farelo do arroz. O endosperma, também considerado o órgão de reserva nutricional da semente, contém basicamente amido e é o produto final consumido pela população.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) classifica o arroz em dois grupos conhecidos como em cas-

ca e beneficiado (BRASIL, 1988). Este, por sua vez, é dividido nos seguintes subgrupos: polido (arroz branco comum); integral (macrobiótico ou esbranado); parboilizado integral; parboilizado (Fig. 1).

No arroz branco comum, a casca, a película e o germe são eliminados no descascamento e polimento, restando apenas o endosperma, de coloração esbranquiçada.

Na culinária tradicional, este arroz é o mais utilizado pelos *chefs* de cozinha, especialmente como guarnição dos alimentos.

Preferido pelos adeptos da alimentação natural, o arroz integral apresenta vantagens nutritivas em relação ao polido, pois em sua composição encontram-se índices mais elevados de proteínas, lipídeos, fibras, sais minerais e vitaminas. Suas características fazem com que seja benéfico em dietas e especialmente na prevenção de algumas doenças, como diabetes, obesidade, câncer de cólon-retal e aterosclerose. Possui também propriedade hipolipidêmica que reduz níveis de colesterol e fosfolipídios no sangue. É um potente antioxidante natural. A tecnologia empregada atualmente por algumas empresas no processo de beneficiamento do arroz integral condiciona a superfície do grão de forma natural, tornando-o mais poroso e, como resultado, reduz o tempo de cozimento. Em apenas 20 minutos é possível sua preparação.

O arroz parboilizado é muito consumido principalmente no Rio de Janeiro e Bahia. Em alguns Estados do sul do Brasil, é submetido, antes do descascamento e polimento, a um tratamento hidrotérmico (pré-cozimento), denominado parboilização (Fig. 2), o qual mantém íntegras as propriedades nutritivas do grão (amido, vitaminas hidrossolúveis e sais minerais). Os grãos parboilizados polidos podem, entretanto, ter melhor valor nutritivo que os brancos polidos tradicionais, pela migração, especialmente de sais minerais, da película para o interior do endosperma, que ocorre durante o processo de parboilização. Este processo, entretanto, dá ao produto uma coloração amarelada.

O parboilizado integral é o produto que recebe o tratamento hidrotérmico, porém somente sofre descascamento, não sendo retirada a película que dá origem ao farelo.

O processo de parboilização compreende três etapas (COOPERATIVA..., 2003):

- a) encharcamento: o arroz em casca é colocado em tanques com água quente por algumas horas. As vita-

QUADRO 1 - Composição do grão de diferentes subgrupos de arroz (em 100g)

Componente	Integral		Polido		Parboilizado	
	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru	Cozido
Água (%)	12	70,3	12	72,6	10,3	73,4
Proteína (%)	7,5	2,5	6,7	2	7,4	2,1
Gordura (%)	1,9	0,6	0,4	0,1	0,3	0,1
Carboidrato (g)	77,4	25,5	80,4	24,2	81,3	23,3
Fibra (g)	0,9	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1
Cinza (g)	1,2	1,1	0,5	1,1	0,7	1,1
Cálcio (mg)	32	12	24	10	60	19
Fósforo (mg)	221	73	94	28	200	57
Sódio (mg) ⁽¹⁾	9	-	5	-	9	-
Potássio (mg)	214	70	92	28	150	43
Tiamina (mg)	0,34	0,09	0,07	0,02	0,44	0,11
Riboflavina (mg)	0,05	0,02	0,03	0,01	-	-
Niacina (mg)	4,7	1,4	1,6	0,4	3,5	1,2

FONTE: Vieira e Carvalho (1999).

(1) O teor de sódio no produto cozido é variável em função do teor de sódio da água e da adição de sal durante o cozimento.

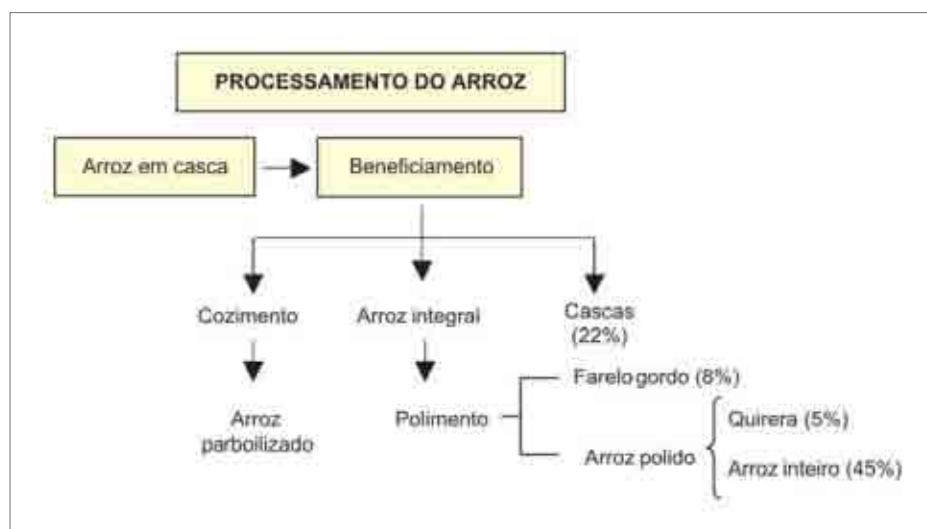


Figura 1 - Esquema geral do processo de obtenção dos diferentes subgrupos de arroz e seus subprodutos diretos

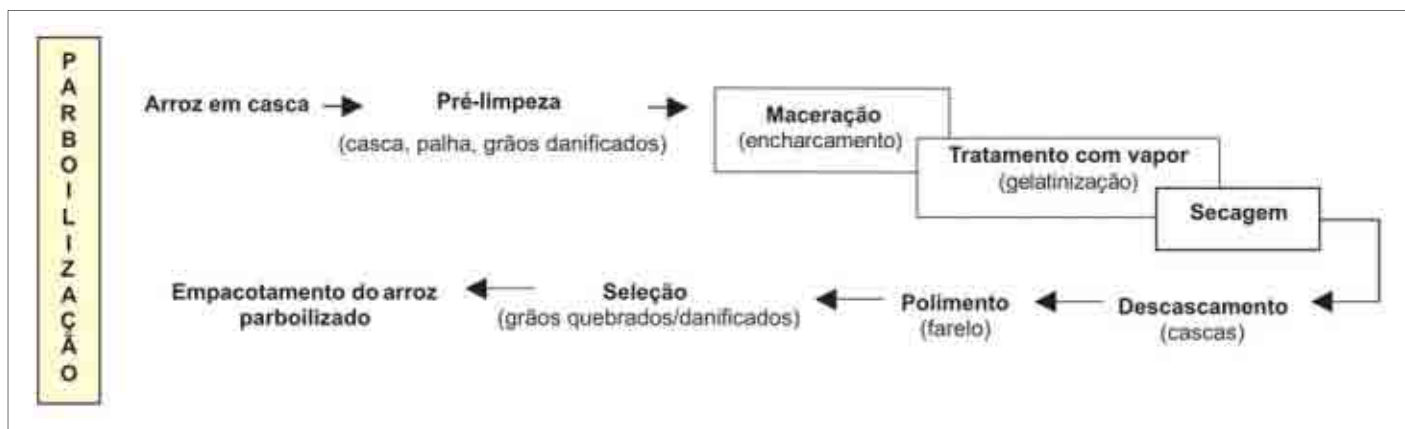


Figura 2 - Processo de parboilização do arroz em casca

NOTA: Mundo Regional (2003).

minas e sais minerais migram para o interior do grão, à medida que este absorve a água;

- b) gelatinização do amido: o arroz úmido é submetido a uma temperatura mais elevada, em vapor sob pressão, e sofre uma alteração na estrutura do amido, de cristalino a amorfo. O grão fica mais compacto e os nutrientes são fixados em seu interior;
- c) secagem: o arroz é secado para passar, posteriormente, pelos processos de descascamento, polimento e seleção.

O arroz parboilizado possui diversas vantagens: torna-se mais solto quando cozido; rende mais na panela; requer menos óleo no cozimento; mantém suas propriedades nutritivas, podendo ser reaquecido diversas vezes; conserva-se por mais tempo e com os grãos mais inteiros.

O arroz integral está, por outro lado, mais sujeito à rancificação pela presença de ácidos graxos insaturados e enzimas lipolíticas (na camada de farelo). A instabilidade do produto é, então, devida à presença de seus lipídios, sujeitos à rancidez oxidativa e hidrolítica. Esta última provocada pela ação da lipase com formação de ácidos graxos livres. O rompimento das células do farelo durante os processos de descascamento e polimento parcial favorece o contato das enzimas com seu substrato. A deterioração é maior em condições

de temperatura e umidade elevadas, sendo favorecida a reação enzimática. Nessas condições, a lipase provoca rápida hidrólise dos lipídios presentes no farelo do arroz. A redução do teor de umidade e temperatura de armazenamento pode diminuir a velocidade da atividade enzimática, permitindo prolongar o armazenamento do arroz integral.

Cada subgrupo do arroz (por exemplo, o parboilizado) é ainda classificado em cinco tipos, de 1 a 5, com numeração crescente com a diminuição da qualidade. O arroz tipo 1 é o melhor. Exemplos de defeitos encontrados: grãos quebrados e quireira, deficiência na gelatinização dos grãos (que é a fixação de vitaminas no centro do grão) etc.

Propriedades do amido do arroz

Com base na composição química média do arroz branco ou polido, os carboidratos, mais concretamente o amido, constituem o maior grupo componente do grão. São dois os polímeros de glicose que constituem o amido: a amilose (cadeia linear com ligações α -1,4 glicosídicas) e a amilopectina (cadeia ramificada, com ligações α -1,4 e α -1,6 glicosídicas). A porcentagem relativa destes polímeros varia, constituindo a amilose entre 15% e 30% do total.

Quando se cozinham alimentos amiláceos, ou seja, que contêm elevadas porcentagens de amido, um dos objetivos é

torná-los digeríveis, isto é, acessíveis às nossas enzimas amilolíticas. A frio, a estrutura do amido mantém-se inalterada. Mas grandes modificações ocorrem na sua estrutura, quando o amido é aquecido na presença de água (FIGUEIREDO; GUERREIRO, 2003), a saber: a temperatura aplicada “relaxa” a estrutura granular e permite a entrada de água no interior dos grânulos de amido, os quais incham com o aquecimento, provocando sua gelatinização e aumentando a viscosidade. Isso ocorre a uma temperatura específica, dependendo da origem do amido, denominada temperatura de gelatinização, a partir da qual se instala um colapso granular. É o que acontece, quando, por exemplo, se deixa o arroz cozer demasiado tempo, ficando com uma consistência quase de “papa”. Quando o gel de amido é deixado arrefecer, ocorre um realinhamento dos polímeros de glicose e, especialmente, da amilose, observando-se aumento de rigidez do preparado. A este fenômeno dá-se o nome de retrogradação do amido. Disto, resulta um aumento na consistência final e, no caso do arroz, este vai ficando mais solto e seco. A retrogradação é maior, quanto maior for a porcentagem de amilose no amido. As variedades de arroz que têm um teor inferior de amilose resultam em grãos que, depois de cozidos, ficam pastosos e colantes, sendo, portanto, mais adequados na preparação de um arroz doce cremoso. Quando o arroz é mais rico em amilose (> 22% do amido), ele dá origem

a um produto solto, adequado para acompanhamento de preparados com molho.

QUALIDADE DO ARROZ

O arroz branco comum adquiriu maior qualidade, devido aos processos de melhoramento genético utilizados, em grande parte, pelo processamento posterior, com equipamentos de alta tecnologia, que dão maior agilidade e precisão na limpeza e seleção dos grãos. Dessa forma, o arroz chega à etapa de empacotamento com maior uniformidade e polimento perfeito. O hábito doméstico de catar o arroz, ou seja, eliminar as impurezas e os grãos mofados, ardidos, quebrados ou com casca, agora é tarefa do passado. Essa é uma das maiores evidências, notada até por pessoas pouco familiarizadas, das mudanças na qualidade do produto comercializado hoje em dia.

Para a agricultura e a indústria, a qualidade do arroz é medida em termos de diversos parâmetros relacionados, principalmente, com rendimentos e dimensões (SECTOR..., 2003b). Em geral, interessa o rendimento em t/ha de grãos de arroz em casca nos campos, o rendimento industrial no descasque e branqueamento do arroz (renda do benefício e rendimento de inteiros e de trinca após descasque e branqueamento) e a dimensão dos inteiros (comprimento, largura e espessura, que definem a classe comercial de um produto).

Com o objetivo de facilitar e proteger o sistema de comercialização do arroz, em especial para o consumidor, o Mapa estabeleceu normas de identidade, embalagem e apresentação do produto, entre elas, uma que é importante para esta discussão, a definição dos padrões de classe e tipo de grão (BRASIL, 1988). A classe de grão é definida em função de suas dimensões. Com o passar do tempo, a preferência da grande maioria da população brasileira tem mudado drasticamente da classe longo, para longo-fino (agulhinha).

A definição do tipo de grão é feita em função dos defeitos considerados graves e os gerais, além da presença de quebrados e quíteras. Para se ter um produto de boa

qualidade, os defeitos devem ser reduzidos ao mínimo possível, especialmente aqueles considerados graves, que são conseqüentes da presença de impurezas e matérias estranhas, bem como de grãos que sofreram algum tipo de fermentação (mofados e ardidos). Os defeitos gerais, com as respectivas porcentagens toleradas, são em função da presença de:

- a) grãos manchados e picados, conseqüentes de danos provocados principalmente pelos percevejos-dos-grãos;
- b) amarelos, aqueles submetidos a altas temperaturas, normalmente decorrentes de processos fermentativos;
- c) rajados, conseqüentes da presença de grãos do arroz-vermelho;
- d) gessados, grãos opacos, esbranquiçados, em função de um arranjo frouxo das moléculas de amido.

Com relação ao produto preparado para consumo, outros aspectos de qualidade são considerados e depende de cada pessoa, de aspectos culturais e regionais. Entretanto, percebe-se, de maneira geral, que no Brasil, a preferência é pelo arroz que, após seu preparo, se apresente com aspecto enxuto, solto e macio e que, ao ser reaquecido, não endureça.

VARIETADES DE ARROZ

Do ponto de vista da qualidade do produto, as variedades de arroz podem ser classificadas em três grandes grupos (SECTOR..., 2003a): Índica; Japônica e Aromática. A esta classificação, sugerida por Sector... (2003a), deve ser acrescido o grupo Japônica Tropical, constituído pelas variedades de arroz de terras altas cultivadas no Brasil e na África. A principal diferença entre eles tem a ver com o tipo de amido presente. O indica abriga o maior número de variedades em todo o mundo. O grão é predominantemente longo e fino e o amido é constituído, na maioria das variedades, com teores mais elevados de amilose (acima de 28%). Como tem pouca amilo-

pectina, não é muito suscetível a retrogradação, ou seja, os grãos ficam normalmente muito soltos. É um arroz fácil de cozer mas que não absorve muito o sabor, pela sua dificuldade em absorver água.

O grupo Japônica Temperado, variedades muito cultivadas no Japão, Califórnia (EUA) e outras regiões de clima temperado, é muito apreciado pelos japoneses, precisamente pela sua capacidade de absorver sabores, que lhe advém da superior absorção de água, motivada por uma maior porcentagem de amilopectina. O grão é arredondado e pode ser mais longo (mais apreciado em Portugal) ou mesmo quase redondo (médio e curto - mais apreciado na Espanha e Itália). Seu elevado teor em amilopectina implica que este arroz deva ser cozido com mais água que o indica e, como é sensível ao excesso de água, por retrogradar facilmente, pode resultar num empapado. Esta aglomeração não é má em si. Aliás, para os japoneses é boa, porque se torna fácil comer o arroz com pauzinhos (*hashis*). Em geral, o grupo Japônica Temperada não é apreciada na Europa e no continente americano.

O grupo Japônica Tropical é representado pelas variedades de arroz de terras altas do Brasil e da África. Seus grãos são longos e largos, entretanto, muitas das variedades, recentemente lançadas, têm grãos longos e finos. Embora se observe muita variação entre as variedades, quanto aos teores de amilose, na maioria delas o conteúdo é considerado como intermediário. Esta condição lhes confere a qualidade de um produto que, ao ser cozido, apresenta-se com grãos soltos e macios, características que atendem à preferência do consumidor brasileiro e à maioria das alternativas de uso do arroz.

As variedades de arroz do grupo Aromática já conquistaram uma fatia considerável do mercado do Reino Unido (cerca de 20%) e Estados Unidos (cerca de 10%). Em parte, isto se deve a razões étnicas de comunidades emigrantes nesses países. As principais variedades cultivadas pertencem a duas variantes: 'Basmati' e 'Jasmim'.

São muito semelhantes ao Índica, porém com grãos que se alongam mais no cozimento e que liberam um aroma agradável e intenso ao cozinhar. O amido possui também teores relativamente mais elevados de amilose, o que resulta em um arroz solto e fácil de cozinhar.

A evolução no setor de produção e industrialização do arroz traz novas formas de apresentação do produto e começa a cativar os consumidores com a variedade de produtos oferecidos e maior praticidade no preparo. Hoje, com as pesquisas desenvolvidas na agricultura e mais tecnologia no beneficiamento e empacotamento, o produto adquiriu grande versatilidade de utilização e começa a ocupar novos nichos de mercado. Sua preparação difere de acordo com o tipo de grão que é mais consumido na região. Assim, pode-se dizer que este alimento é unanimidade nos povos que habitam o planeta, agradando a todas as etnias.

APLICAÇÕES DOS SUBPRODUTOS DO ARROZ

Os subprodutos do arroz, geralmente descartados por causa do menor interesse econômico, resultam, em parte, do seu beneficiamento como casca, farelo gordo, quirera (arroz polido quebrado); dos resíduos de cultivo como a palha, entre outros, normalmente obtidos por processos industriais mais refinados (amido, farinha, arroz pré-cozido, arroz expandido, cereais matinais, saquê, óleo de arroz).

Palha

Componente do tijolo-mutirão, com cimento e arenito, em proporção ideal para garantir durabilidade e resistência à ação da chuva, ventos e do próprio tempo (TIJOLO-MUTIRÃO..., 1993). Poderá tornar-se uma alternativa viável para baratear os custos da construção civil. A palha de arroz também pode ser utilizada como cobertura morta nos solos cultivados.

Cascas

No beneficiamento do arroz, a casca corresponde a cerca de 20% do peso do

produto. Tem lenta biodegradação, baixa densidade e peso específico. Carbonizada, a casca de arroz pode ser usada como substrato (pura ou em mistura com outros materiais) na propagação de plantas florestais, frutíferas, olerícolas e ornamentais (SOUZA, 1995). Porém o desconhecimento de tal utilidade é um dos fatores do seu baixo aproveitamento. Como matéria-prima integral, a casca tem aplicação potencial na fabricação de diversos produtos (CARVALHO; VIEIRA, 1999):

- a) adesivos;
- b) adsorvente de materiais tóxicos;
- c) como componente da alimentação animal para prevenir formação de gases e distúrbios estomacais;
- d) como material de cama e ninhos para animais;
- e) para polimento de metais, devido ao seu poder abrasivo;
- f) como material de construção na confecção de tijolos etc.

Farelo de arroz

O farelo integral utilizado na extração do óleo é proveniente da operação de brunimento do arroz durante o seu beneficiamento. Da matéria-prima original (arroz em casca), o farelo é gerado na proporção de 8% a 10%. A liados às características de qualidade, outros fatores que colocam o farelo como matéria-prima com amplo potencial de utilização são a sua abundância e o baixo preço. Tem sido aproveitado, em quase sua totalidade, como aditivo em rações animais, como adubo, ou simplesmente descartado como detrito não aproveitável (CARVALHO; VIEIRA, 1999). Contém substâncias de valor nutricional, que incluem lipídeos com benefícios à saúde, além de propriedades que reduzem o colesterol e a calciúria. O farelo de arroz apresenta todos os aminoácidos essenciais ao homem e constitui boa fonte de fibras para a dieta humana. O seu conteúdo vitamínico inclui as vitaminas do complexo B e as lipossolúveis A e tocoferóis com atividade

vitamínica E. Pode ser uma boa fonte de nutrientes de baixo custo, na complementação da dieta humana, sem alterar hábitos alimentares (ALENCAR; ALVARENGA, 1991). As fibras do farelo, por possuir boa capacidade de retenção de água e óleo, podem ser utilizadas no desenvolvimento de vários produtos industrializados, como no preparo de laxativos pela indústria farmacêutica, como despoluente na adsorção de metais pesados da água para fins industriais ou para consumo domiciliar (CARVALHO; VIEIRA, 1993).

Óleo de farelo de arroz

Não é um óleo popular no mundo, mas possui uma demanda padrão como óleo saudável, nos países asiáticos. Do ponto de vista nutricional, o interesse no óleo de farelo de arroz tem crescido, principalmente devido aos benefícios à saúde, os quais incluem a redução de ambos colesteróis do soro e de baixa densidade lipoprotéica. Por outro lado, sua produção está limitada por um fator: após o polimento, o óleo é decomposto rapidamente em ácidos graxos livres pela lipase, tornando-se impróprio para refinamento e uso comestível. Esse processo de rancificação pode ser evitado tanto pela rápida extração do óleo, como pela inativação da lipase através de tratamento térmico, conhecido como processo de estabilização. Ambas alternativas requerem instalações e equipamentos especiais que oneram a produção. Conseqüentemente, a utilização do farelo de arroz restringe-se à alimentação animal.

Linhagens de arroz, com baixo teor de ácido palmítico e alto teor de ácido oléico, como a IAC 1201, por exemplo, são interessantes para elaboração de óleos de cozinha ou para salada, nos quais se deseja um baixo conteúdo de saturados e alto teor de ácido oléico. Por outro lado, óleos vegetais com altas concentrações de ácidos graxos saturados são interessantes para a indústria de alimentos, especialmente para evitar a necessidade de processos de hidrogenação e transesterificação na produção de margarina e manteiga ou gordura para

massas. Márquez-Ruiz et al. (1999) revelaram o alto potencial de óleos ricos em ácido palmítico serem usados como gorduras para fritura, dada sua estabilidade térmica. A concentração de ácido palmítico no farelo de arroz é tão alta, quanto o conteúdo presente nos mutantes de soja (15%-20%). Logo, o teor de ácido palmítico no farelo de arroz parece ser um alvo promissor do melhoramento para a produção de margarina, manteiga e óleos para fritura. A variação observada no conteúdo lipídico e no perfil de ácidos graxos, pelo departamento de agricultura dos EUA (GOFFMAN et al., no prelo) sugeriu a existência de material de melhoramento disponível para modificar o conteúdo de óleo e melhorar a qualidade lipídica no farelo de arroz. Linhagens Índica podem ser fontes de alto teor de ácido palmítico, enquanto as Japônicas, de baixo teor.

O orizanol, substância encontrada no óleo de arroz, é conhecido cientificamente por sua extraordinária capacidade de aumentar o nível de colesterol bom, ou proteína de alta densidade (HDL), além de reduzir o mau colesterol, ou proteína de baixa densidade (LDL), e os níveis de triglicerídeos. Possui características anti-alérgicas e anti-envelhecimento e contribui no bloqueio da ação deletéria dos raios ultravioleta na pele (CARVALHO; VIEIRA, 1999). Contém quantidades significativas de tocotrienóis, que reduzem o colesterol sérico, decrescendo a biosíntese do colesterol hepático, com efeitos hipocolesterolêmico, antioxidante e propriedades antitrombóticas e anti-carcinogênicas. Quando tratado em alta temperatura, degrada menos que os demais óleos comestíveis. Alimentos fritos em óleo de arroz apresentam melhor odor e sabor, mesmo quando armazenados em alta temperatura. Carregam 15% a 20% menos gordura. A mistura do óleo de arroz com outros óleos de cozinha para melhoria da qualidade nutricional aparece como mais uma interessante alternativa de utilização.

Amido de arroz

Os grãos quebrados e a quítera são subprodutos do beneficiamento, que apresen-

tam baixo valor agregado no Brasil. Tradicionalmente, são utilizados em rações animais ou como coadjuvantes em cervejarias, no processo de fermentação. Uma das diversas formas de aproveitamento do arroz quebrado é como fonte de amido, certamente agregando valor comercial a esse subproduto. O amido de arroz é um produto não alérgico, uma vez que não se tem conhecimento de reações adversas causadas pelo seu consumo ou manuseio. Por isso, tem sido recomendado para dieta de pessoas portadoras da doença celíaca, que se caracteriza pela intolerância do organismo à ingestão de glúten. Ademais, o amido de arroz apresenta baixo índice glicêmico, ou seja, causa pequeno aumento do teor de glicose no sangue após a ingestão, o que o torna um importante componente no balanceamento das refeições (CARVALHO; VIEIRA, 1999). Possui estabilidade no congelamento e descongelamento, não havendo necessidade de modificação prévia, como acontece com amidos de outras fontes, tornando-se de grande utilidade em produtos alimentícios congelados. Pode passar pelo processo de cozimento, visando sua pré-gelatinização. O seu aproveitamento em cereais matinais melhora a textura e a expansão do produto final, sendo também um substituto natural e de baixo custo, para o uso de gorduras em *snacks* (SHENG, 1995).

Farinha de arroz

Diferentes tipos de farinha de arroz pré-gelatinizadas podem ser obtidos através do cozimento do arroz quebrado, seja por extrusão, vapor, ou pressão. O produto é cozido e posteriormente secado e moído. Esta farinha é amplamente usada nos mercados americano e asiático, na fabricação de pães, massas, molhos, produtos matinais extrusados, além de outros que precisam destacar-se no sabor, aspecto e qualidade. Facilita, por exemplo, a obtenção de *snacks* mais macios e que demoram a amolecer, quando embebidos em leite; reduz a quebra do produto durante o empacotamento e transporte. Na fabricação de

produtos com textura semelhante à de bolos, a utilização da farinha de arroz, pré-gelatinizada ou não, melhora as condições de formação de bolhas de ar necessárias à expansão de volume e alcance da textura desejada (SHENG, 1995). Além dessas vantagens, a isenção de glúten na farinha de arroz abre novas possibilidades de uso de pães e bolos, com ela elaborados, para portadores de doença celíaca. No Brasil, a empresa Bifum Produtos Alimentícios Ltda. desenvolveu um macarrão à base de farinha de arroz, considerado um alimento típico da colônia oriental (CHIANG, 2002).

Proteína da farinha de arroz

A proteína do endosperma do arroz pode ser utilizada para enriquecer produtos à base de arroz, como pães, bebidas *snacks*, ou ser misturada à proteína de soja para otimizar o perfil de aminoácidos de proteínas vegetais texturizadas. Sua principal vantagem na alimentação humana, em relação às outras fontes proteicas de mesma natureza, como a da soja, consiste no fato de não causar flatulência (MITCHELL; SHIH, 1993), além de não ser alérgica. Para finalidades não alimentícias, pode ser empregada na indústria de cosméticos, filmes, plásticos e adesivos (SKERRIT et al., 1990).

DIVERSIFICAÇÃO DO ARROZ

As indústrias investiram também em pesquisas para explorar novas formas de aproveitamento do cereal e, dessa maneira, cativar consumidores com diferentes expectativas e necessidades. O chamado arroz pré-pronto surgiu através de estudos de desenvolvimento do produto. Elaborado para atender um consumidor que busca rapidez no preparo do alimento, os pré-prontos têm ocupado espaço cada vez maior nas prateleiras dos supermercados. Atualmente, o consumidor pode preparar em poucos minutos um simples arroz branco para acompanhar uma refeição, ou pratos mais elaborados, como vários tipos de risotos, *paellas*, arroz carreteiro, com

galinha e com várias espécies de temperos e ingredientes.

No arroz pré-pronto, a gelatinização do amido é provocada antes de embalar, de maneira que o consumidor necessite apenas repor a água e, eventualmente, aquecer durante um espaço pequeno de tempo para completar o processo de gelatinização. A técnica mais comum para produzir os pré-prontos é a liofilização, que submete o arroz a uma secagem a vácuo e a temperaturas baixas, para posterior empacotamento (ARROZ..., 2003). Existe no mercado também a opção do arroz pré-pronto embalado em sachês, com porções individuais, bastante útil para pessoas que fazem dieta para redução de colesterol, uma vez que pode ser colocado na água dentro do próprio sachê e cozido sem necessidade de adicionar gordura.

Essencialmente, mecanismos que aumentam a viscosidade do alimento permitem a formação de barreiras de filmes de óleo, ou aumentam a capacidade da água retida em reduzir a absorção de óleo. Portanto, gomas e amidos modificados, tais como metilcelulose, polivinilpirrolidona e farinha de arroz pré-gelatinizado, têm sido empregados como aditivos na preparação de alimentos com reduzido teor de gordura, como os *donuts*. Estudos recentes utilizando misturas de farinhas de trigo e arroz na elaboração de *donuts* de baixo teor de gordura (SHIH; DAIGLE, 2002), especialmente a farinha de arroz pré-gelatinizado e amido de arroz acetilado, reduziram efetivamente a absorção de óleo pelos produtos. Formulações com forte capacidade de retenção de água são mais resistentes à penetração de óleo durante a fritura. A aplicação de espessantes, como a farinha de arroz pré-gelatinizado, aumenta essa capacidade e reduz a absorção de óleo. Os espessantes também promovem a viscosidade e adesividade necessárias ao produto contendo apenas ingredientes do arroz, a fim de desenvolver as características de fritura conferidas pelo glúten. A farinha de arroz pré-gelatinizado é barata, segura para o uso em alimento e ingrediente ideal para compor

formulações à base apenas de arroz. O arroz ceroso, pela ausência de amilose, contribui para a menor absorção de óleo do que o arroz de grão longo que contém amilose, pois esta tende a complexar e é mais compatível com o óleo (SHIH; DAIGLE, 2002).

BENEFÍCIO PARA POPULAÇÕES MALNUTRIDAS

Cereais como o arroz armazenam a maior parte de fósforo no grão na forma de ácido fítico, que não pode ser digerido pelo homem e nem por animais de um único estômago (peixes, galinhas, porcos). Ele se liga aos minerais como ferro, cálcio, magnésio e zinco em condições levemente ácidas no intestino. Dessa maneira, como é pobremente digerido e utilizado, este ácido ligado aos minerais dificulta sua disponibilidade ao nosso organismo. O ácido fítico desempenha importante papel nas sementes, mas as pessoas que possuem dieta à base de grãos devem evitar esse composto em sua alimentação. Cientistas americanos desenvolveram, através de melhoramento, um arroz com baixo teor de ácido fítico (com metade do conteúdo, quando comparado ao seu parental), o que significa ganho nutricional. Estudos com voluntários foram iniciados para verificar o efeito do consumo desse arroz sobre o aumento da absorção de minerais. Esse arroz pode ter um valor nutricional para nações em desenvolvimento, onde a deficiência mineral é comum.

MELHORIA DO CONTEÚDO NUTRICIONAL DE ARROZ PELA BIOTECNOLOGIA

Recentes estudos de Datta e Bouis (2000), sobre melhoria do conteúdo nutricional de arroz pela biotecnologia, são apresentados a seguir.

Aumento do conteúdo de ferro

A ferritina é uma proteína de reserva de ferro encontrada em animais, plantas e bactérias. O gene da ferritina foi isolado e seqüenciado em plantas como soja, ervilha

e milho, por exemplo. Estudos relataram aumento no conteúdo de ferro do arroz pela transferência da seqüência inteira do gene da ferritina de soja para o arroz Japonesa. O gene introduzido foi expresso sob o controle de um promotor da glutelina, proteína de reserva de sementes de arroz, para mediar o acúmulo de ferro especificamente no grão. As sementes transgênicas acumularam três vezes mais ferro que as normais.

Introdução de um gene da fitase termoestável que degrada ácido fítico

Normalmente, o nível de fitase em arroz é baixo. Vários estudos já demonstraram a utilidade da adição da fitase em dietas à base de arroz da população carente. A fitase, presente nas sementes de arroz, hidrolisa o ácido fítico, caso as sementes sejam deixadas de molho na água. Entretanto, a fervura destrói essa enzima. Alguns pesquisadores tentaram introduzir um transgene para a fitase termoestável a partir do *Aspergillus fumigatus*, o qual aumentou o nível de fitase em 130 vezes. Um aminoácido foi alterado na seqüência para tornar a enzima termoestável. Ela também foi ativa em pHs encontrados no trato digestivo, degradando todo ácido fítico em curto período, durante modelo de digestão *in vitro*. Infelizmente, após sua expressão no grão, a enzima deixou de ser estável ao calor e perdeu sua atividade sob condições de fervura.

Aumento de lisina

A lisina é um importante mas limitante aminoácido essencial em arroz. Pode promover a captação de minerais traços e pode ser aumentado por engenharia genética. A introdução de dois genes de bactérias que codificam enzimas, aumentou a lisina em cinco vezes, aproximadamente, em sementes de canola, milho e soja. A introdução desses genes é uma abordagem realista para a melhoria do conteúdo de lisina em arroz. A DuPont concordou em colaborar com o *International Rice Research*

Institut (IRRI) para providenciar genes para desenvolver arroz com lisina. A genômica nutricional terá um impacto tremendo no melhoramento de alimentos para a saúde humana. A recente seqüência do genoma do arroz, desenvolvida pela Monsanto, irá acelerar a descoberta do gene e o melhoramento da cultura.

Adição de β -caroteno

Precursor da vitamina A (retinol), não ocorre naturalmente no endosperma de arroz. Pesquisadores relataram um arroz transgênico que produz grãos com endosperma amarelo, cor que representa β -caroteno (provitamina A) através de análise bioquímica. Apesar do valor nutricional agregado, um programa de educação nutricional é necessário, caso contrário, o arroz amarelo ou dourado não será prontamente aceito pelos consumidores. Outro fator favorável é que a alta ingestão de β -caroteno (convertido em retinol após ingestão) pode promover a absorção de ferro e vice-versa, ou seja, há um sinergismo entre altas ingestões desses dois nutrientes. Isso já foi observado entre ingestões de vitamina A e zinco. Estima-se que de 100 milhões a 140 milhões de crianças sofram de carência de vitamina A e, todos os anos, mais de meio milhão delas ficam cegas. Como a deficiência de vitamina A também enfraquece o sistema imunológico, muitas crianças morrem de doenças como pneumonia, sarampo e diarreia. No total, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que a carência de vitamina A contribua diretamente para a morte de 250 mil crianças por ano. O arroz dourado pode ser uma grande contribuição para a melhoria da saúde em países em desenvolvimento, tão importante quanto qualquer vacina (OLA; D'AULAIRE, 2003).

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. de L.C.B.B. de; ALVARENGA, M.G. de. Farelo de arroz (I): composição química e seu potencial como alimento. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v.34, n.1, p.95-108, mar. 1991.
- ARROZ: o trivial fica bastante variado. **Nutri-news**, ago. 2000. Disponível em: <<http://www.nutrinews.com.br/edicoes/0009/mat01a-go00.html>>. Acesso em: 6 jun. 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 269, de 17 de novembro de 1988. Norma de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 nov. 1988.
- CARVALHO, J.L.V. de; VIEIRA, N.R. de A. Usos alternativos. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. Cap. 22, p.605-621.
- CHIANG, A.G.L. Massa alimentícia de arroz. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ – RENAPA, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.77. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- COOPERATIVA ARROZEIRA EXTREMO SUL. **Diversas informações e dicas sobre o arroz parboilizado e tradicional**. Pelotas. Disponível em: <http://www.extremosul.com.br/conte_link01_faq.html>. Acesso em: 6 jun. 2003.
- DATTA, S.; BOUIS, H.E. Application of biotechnology to improving the nutritional quality of rice. **Food and Nutrition Bulletin**, Tokyo, v.21, n.4, p.451-456, 2000.
- FIGUEIREDO, J.; GUERREIRO, M. **O arroz**. Disponível em: <<http://www.ucv.mct.pt/docs/arrozdoce.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2003.
- GOFFMAN, F.D.; PINSON, S.R.; BERGMAN, C.J. Genetic diversity for lipid content and fatty acid profile in rice bran. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. No prelo.
- MÁRQUEZ-RUIZ, G.; R. GARCÉS, M.; LEÓN-CAMACHO, M. Mancha thermoxidative stability of thiacylglycerols from mutant sunflower seeds. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Champaign, v.76. p. 1169-1174, 1999.
- MITCHELL, C.R.; SHIH, F.F. Protein discussion group. In: THE RICE UTILIZATION WORKSHOP, 1993, Houston, EUA. **Proceedings...** Houston: USDA, 1993. p.11-15.
- MUNDO REGIONAL. **Cultura do arroz**. Disponível em: <<http://www.mundoregional.com.br/agricultura/noticias.htm>>. Acesso em: 6 jun. 2003.
- OLA, P.; D'AULAIRE, E. Em busca do arroz dourado. **Seleções Reader's Digest**, Rio de Janeiro, p.82-88, abr. 2003.
- SECTOR AGRO-ALIMENTAR DO ARROZ EM PORTUGAL. **Qualidade de arroz**. Disponível em: <<http://www.ania.pt/3Qualidade.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2003a.
- _____. **Variedades de arroz**. Disponível em: <<http://www.ania.pt/2Variedades.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2003b.
- SHENG, D.Y. Rice-based ingredients in cereals and snacks. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.40, n.8, p.538-540, Aug. 1995.
- SHIH, F.; DAIGLE, K. Preparation and characterization of low oil uptake rice cake donuts. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.79, n.5, p.745-748, Sept./Oct. 2002.
- SKERRIT, J.H.; DEVERY, J.M.; HILL, A.S. Gluten intolerance: chemistry, celiac-toxicity, and detection of prolamins in foods. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.35, n.7, p.638-643, July 1990.
- SOUZA, F.X. de. **Descrição e utilização de um carbonizador de cascas de arroz para uso na propagação de plantas**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1995. 3p. (EMBRAPA-CPAMN. Comunicado Técnico, 63).
- “TIJOLO-MUTIRÃO” barateia custo na construção. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.46, n.411, p.25, nov./dez. 1993.
- VIEIRA, N.R. de A.; CARVALHO, J.L.V. de. Qualidade tecnológica. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. Cap. 21, p.582-604.

BASF. A melhor tecnologia, os melhores produtos.

Facet[®] PM

Aura[®]

Herbadox[®] 500 CE

Invest

Basagran[®] 600

Klap[®]

Standak

Fastac[®] EC

Assist[®]

Dash

Talcord[®] EC



Only
BRASILIA | com CLEARFIELD



Atenção

Este produto é vendido e aplicado a granel. Portanto, antes de usá-lo, consulte o manual de instruções e siga rigorosamente as recomendações de uso. Não use este produto sem a devida autorização da ANVISA. Este produto é um medicamento de prescrição médica. Não use sem a orientação do médico ou farmacêutico.

Consulte sempre um especialista em fitopatologia.



Venda sob responsabilidade do distribuidor autorizado.



Cultivando Inovação,
Criando Valor

BASF

The Chemical Company

VALLEY 

50

anos no Brasil

1954 - 2004

**Fizemos 50 anos, graças
a você agricultor.**



VALLEY 

A marca de maior confiança em irrigação.



VALMATIC

1978



1954

www.pivotvalley.com.br