



CULTIVO DA SOCA DE ARROZ IRRIGADO

Alberto Baêta dos Santos



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão*

***CULTIVO DA SOCA DE
ARROZ IRRIGADO***

Alberto Baêta dos Santos
Editor

Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás - GO
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. Goiânia Nova Veneza , Km 12

Caixa Postal 179

Fone: (0xx62) 533 2123

Fax: (0xx62) 533 2100

vendas@cnpaf.embrapa.br

www.cnpaf.embrapa.br

75375-000 Santo Antônio de Goiás - GO

Supervisor Editorial: *Marina A. Souza de Oliveira*

Revisor de texto: *Vera Maria Tietzmann Silva*

Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*

Capa: *Fábio Noletto*

Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª. edição

1ª. impressão 2004: 1.000 exemplares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

Santos, Alberto Baêta dos.

Cultivo da soca de arroz irrigado / editor Alberto Baêta dos Santos. –
Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2004.
192 p. : il. color.

ISBN 85-7437-023-1

1. Arroz irrigado – soca. 2. Soca. I. Título. II. Embrapa Arroz e Feijão.

CDD 633.18 (21. ed.)

© Embrapa 2004

AUTORES

Alberto Baêta dos Santos

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia
Embrapa Arroz e Feijão, Rod. Goiânia a Nova Veneza,
Km 12, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
baeta@cnpaf.embrapa.br

Anne Sitarama Prabhu

Biólogo, Ph.D. em Fitopatologia
Embrapa Arroz e Feijão
prabhu@cnpaf.embrapa.br

Evane Ferreira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia
Embrapa Arroz e Feijão
evane@cnpaf.embrapa.br

José Geraldo da Silva

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Mecanização Agrícola
Embrapa Arroz e Feijão
jgeraldo@cnpaf.embrapa.br

Luís Fernando Stone

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas
Embrapa Arroz e Feijão
stone@cnpaf.embrapa.br

Neiva Maria Pio de Santana

Graduanda em Geografia, Bolsista da Finatec
Embrapa Arroz e Feijão
neiva@cnpaf.embrapa.br

Nand Kumar Fageria

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fertilidade de Solos e Nutrição
de Plantas
Embrapa Arroz e Feijão
fageria@cnpaf.embrapa.br

Osmira Fátima da Silva

Economista, Bacharel
Embrapa Arroz e Feijão
osmira@cnpaf.embrapa.br

Silvando Carlos da Silva

Engenheiro Agrícola, Mestre em Agrometeorologia
Embrapa Arroz e Feijão
silvando@cnpaf.embrapa.br

AGRADECIMENTOS

Nossa experiência no cultivo da soca de arroz irrigado foi adquirida por meio de estudos conduzidos em várzeas da região tropical, na Fazenda Palmital, em Goianira, GO, e no Estado do Tocantins. Para a obtenção das informações contidas neste trabalho várias pessoas colaboraram para o desenvolvimento e execução destes estudos, pois nenhuma pesquisa pode ser realizada de forma isolada. A realização de um trabalho desta natureza é difícil sem a colaboração de vários colegas da Embrapa Arroz e Feijão e de nossos parceiros, instituições públicas e empresas privadas.

Neste sentido, agradecemos à Evidência Agrícola pela ajuda financeira; à Fazenda Tio Jorge, no município da Lagoa da Confusão, TO, que nos cedeu área para a condução dos primeiros estudos sobre cultivo da soca, no Estado; à Fazenda Xavante, no município de Dueré, TO, pela cessão de suas áreas de várzea e apoio logístico para o desenvolvimento da pesquisa e ao apoio irrestrito, à determinação e dedicação imprescindíveis dos empregados da Embrapa Arroz e Feijão que se empenharam na realização dos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, mesmo tendo que se deslocar de suas base física e residências. Assim, expressamos nosso agradecimento especial a todos os empregados da Embrapa Arroz e Feijão que de uma forma ou outra contribuíram para a realização desta obra na pessoa do nosso Técnico em Agropecuária Santo dos Reis Guizeline.

APRESENTAÇÃO

A Organização das Nações Unidas para Alimentação (FAO) elegeu 2004 o Ano Internacional do Arroz, sob o slogan “Arroz é Vida”. Com isso, pretende-se conscientizar a população mundial da importância deste cereal.

O arroz, considerado um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína per capita necessária ao homem, é uma cultura que apresenta ampla adaptabilidade a diferentes condições de solo e clima, sendo a espécie com maior potencial de aumento de produção e, possivelmente, de combate à fome no mundo. Aliado a estas características nutricionais, o produto arroz deverá cada vez mais ser focado quanto a questões de segurança alimentar. O arroz apresenta grande potencial para uso em programas de erradicação da desnutrição e melhoria da qualidade de vida das populações carentes. A conscientização do importante papel desempenhado pelo arroz na dieta da população, como alimento funcional, pode contribuir decisivamente para a melhoria da nutrição do povo brasileiro.

A utilização das várzeas tropicais pode ser feita de forma sustentável, pois permite o cultivo de duas a três safras por ano na mesma área. Conseqüentemente, uma segunda colheita de arroz, mediante o cultivo da soca, pode ser uma das primeiras alternativas viáveis para aumentar a produtividade de grãos.

Os resultados dos esforços de pesquisa e desenvolvimento reportados nesta publicação são um marco permanente de que estamos evoluindo para o aprimoramento do processo produtivo do arroz no Brasil, levando em consideração aspectos relacionados à sustentabilidade e competitividade da cultura e a preservação do meio ambiente, e na missão de diminuir a pobreza e melhorar as condições de vida da população brasileira.

Esta publicação está subdividida em dez capítulos que abordam a importância e característica, condições de ambiente, cultivar, estabelecimento da cultura, adubação, manejo de água, doenças, pragas, sistema de colheita e análise econômica do cultivo da soca. Esperamos que estas informações sejam úteis para a melhoria do sistema de cultivo da soca de arroz irrigado e, conseqüentemente, o aumento e, ou, sustentação da produtividade da cultura no país.

Beatriz da Silveira Pinheiro
Chefe-Geral da Embrapa Arroz e Feijão

PREFÁCIO

A soca, que é a capacidade das plantas de arroz em regenerar novos perfilhos férteis após o corte dos colmos na colheita, pode se constituir numa maneira prática para aumentar a produção de arroz por unidade de área e de tempo, bem como tornar-se numa prática vantajosa para os orizicultores, à exemplo do cultivo da safrinha de milho em terras altas.

A produção de grãos da soca é obtida com menor uso de defensivos, comparativamente à do cultivo principal, pois não se empregam herbicidas e raramente é necessário o uso de fungicidas, com isso este pode ser considerado um cultivo pouco poluente, o que contribui para o equilíbrio ecológico.

Esta prática pode ser empregada pelos orizicultores em lavouras extensivas em escala empresarial, bem como em pequenas propriedades pelos produtores que não dispõem de equipamentos mecanizados para a condução de suas lavouras e utilizam o cultivo da soca para aumentar a renda familiar.

Com base nos resultados disponíveis na literatura e na experiência em nossos estudos em várzeas tropicais, são relatados, em dez capítulos, os fatores que determinam direta ou indiretamente o potencial produtivo da soca de arroz irrigado. A quase totalidade das pesquisas sobre o cultivo da soca refere-se ao sistema irrigado por inundação. Com o desenvolvimento de técnicas adequadas aos diferentes sistemas, acredita-se que o cultivo da soca possa contribuir substancialmente para aumentar a produção de arroz e atender a demanda crescente por este cereal. Esperamos que este livro sirva como referência para os interessados nos assuntos tratados e, com isso, propiciar a melhoria da produtividade de grãos de arroz irrigado, reduzir os custos de produção e o impacto ambiental decorrentes da atividade e melhorar o nível de vida dos orizicultores e de suas famílias.

Os Autores

SUMÁRIO

Capítulo 1 - IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS	15
RESUMO.....	15
INTRODUÇÃO	15
IMPORTÂNCIA.....	16
No mundo	19
No Brasil	21
CARACTERÍSTICAS.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
Capítulo 2 - CLIMATOLOGIA E ESPAÇO GEOGRÁFICO	37
RESUMO.....	37
INTRODUÇÃO	37
ELEMENTOS CLIMÁTICOS E A CULTURA DO ARROZ	38
IDENTIFICAÇÃO GEOGRÁFICA E COMPORTAMENTO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
Capítulo 3 - CULTIVAR	53
RESUMO.....	53
INTRODUÇÃO	53
POTENCIAL PRODUTIVO	54
CICLO.....	57
PERFILHAMENTO	58
SUBSTÂNCIAS DE RESERVA.....	59
ÍNDICES FISIOLÓGICOS.....	60
COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
Capítulo 4 - ESTABELECIMENTO DA CULTURA	69
RESUMO.....	69
INTRODUÇÃO	69
PREPARO DO SOLO	70
ÉPOCA DE SEMEADURA OU DE TRANSPLANTIO	70
SISTEMA DE PLANTIO.....	73
POPULAÇÃO DE PLANTAS	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
Capítulo 5 - ADUBAÇÃO	79
RESUMO.....	79
INTRODUÇÃO	79
NITROGÊNIO	80
Eficiência de uso do nitrogênio.....	81
Dose e época de aplicação	83

Fonte e método de aplicação	87
FÓSFORO	88
POTÁSSIO	90
ZINCO	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

Capítulo 6 - MANEJO DE ÁGUA.....	101
RESUMO.....	101
INTRODUÇÃO	101
MANEJO DA ÁGUA.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107

Capítulo 7 - DOENÇAS E SEU CONTROLE	109
RESUMO.....	109
INTRODUÇÃO	109
BRUSONE	109
Sintomas.....	110
Fatores que favorecem a incidência	110
MANCHAS-NOS-GRÃOS	112
Sintomas.....	112
Fatores que favorecem a incidência	113
ESCALDADURA	113
Sintomas.....	114
Fatores que favorecem a incidência	114
QUEIMA-DA-BAINHA.....	115
Sintomas.....	115
Fatores que favorecem a incidência	116
ESTRATÉGIAS PARA INTEGRAÇÃO DE RESISTÊNCIA DA CULTIVAR E PRÁTICAS CULTURAIS NO CULTIVO	
PRINCIPAL E SOCA	116
Cultivo principal	116
Brusone	116
Resistência genética.....	117
Controle cultural	118
Controle químico.....	119
Manchas-nos-grãos	120
Escaldadura.....	121
Queima-da-bainha	121
Soca	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124

Capítulo 8 - ORIZÍVOROS E SEU CONTROLE	127
RESUMO.....	127
INTRODUÇÃO	127
MASTIGADORES DA PARTE SUBTERRÂNEA.....	128
Paquinha	128

Bicho-bolo / cascudo-preto	129
Bicheira-da-raiz	131
MASTIGADORES DA PARTE AÉREA.....	134
Gafanhotos e esperanças	134
Lagarta-rosca.....	135
Lagarta-dos-arrozais.....	136
Curuquerê-dos-capinzais.....	139
Lagartas-dos-cereais	141
Dobrador-da-folha.....	142
Enrolador-da-folha	142
Lagarta-flutuante.....	143
Pulga-da-folha.....	145
Gorgulho-aquático	146
BROCADORES	147
Broca-do-colo	147
Broca-do-colmo.....	149
Gorgulho-do-colmo	152
SUGADORES	153
Cigarrinha-das-pastagens.....	153
Cicadélídeos	155
Delfacídeos	156
Pulgão-da-raiz	157
Percevejo-do-capim	158
Percevejo-do-colmo	159
Percevejo-das-panículas	162
Ácaro-da-mancha-branca-alongada	163
SOCA	164
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165
Capítulo 9 - SISTEMA DE COLHEITA	173
RESUMO.....	173
INTRODUÇÃO	173
PRÁTICAS DE COLHEITA	173
Época de colheita.....	174
Altura de corte.....	176
Operação de colheita	179
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	182
Capítulo 10 - VIABILIDADE ECONÔMICA	187
RESUMO.....	187
INTRODUÇÃO	187
CUSTO DE PRODUÇÃO DO CULTIVO PRINCIPAL.....	189
CUSTO DE PRODUÇÃO DO CULTIVO DA SOCA.....	190
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	191

Capítulo 1

IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS

Alberto Baêta dos Santos

RESUMO

O arroz é considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, e o aumento crescente de seu consumo impõe aos setores produtivos a busca de novas técnicas que possam aumentar a produção. A soca, capacidade das plantas de arroz em regenerar novos perfilhos férteis após o corte dos colmos na colheita, representa uma alternativa interessante para aumentar a produção de arroz por unidade de área e de tempo, uma vez que a duração do ciclo da soca é menor que a de um novo cultivo. Além disso, a soca pode ser cultivada com 60% menos água e, sem necessidade de preparo do solo nem de semeadura, usa 50 a 60% menos trabalho que o cultivo principal. A soca pode aumentar a produtividade onde a intensificação do cultivo de arroz é limitada pela disponibilidade de água para irrigação ou pela ocorrência de baixas temperaturas na época de seu cultivo. A quase totalidade das pesquisas sobre o cultivo da soca refere-se ao sistema irrigado por inundação. Com o desenvolvimento de técnicas adequadas aos diferentes sistemas de cultivo, como a disponibilidade de cultivares de maior potencial produtivo e de práticas de manejo apropriadas, acredita-se que o cultivo da soca possa contribuir substancialmente para aumentar a produção de arroz e atender à demanda crescente por este cereal em função do aumento populacional acelerado. Neste capítulo são relatados o papel econômico, social e nutricional do arroz, sua importância no Brasil e no mundo, as alternativas de aumento da produção de arroz irrigado, mediante a expansão da cultura em várzeas tropicais e o cultivo da soca, e as características desta prática de cultivo.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das espécies cultivadas há mais tempo na terra. Na província de Zhejiang, na China, o cultivo de arroz é conhecido há pelo menos 7.000 anos (IRRI, 1988). Cultivado e consumido em todos os continentes, o arroz se destaca pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto em nível econômico quanto social. É considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, constituindo-se alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas atualmente, e a estimativa até 2050 é para cerca de 4,6 bilhões (FAO, 2004). O arroz é a fonte primária de energia e proteína para os povos das nações mais populosas da Ásia, África e América Latina. Considerado

um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína per capita necessária ao homem (Kennedy & Burlingame, 2003), o arroz é uma cultura que apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições de solo e clima, sendo a espécie com maior potencial de aumento de produção e, possivelmente, de combate à fome no mundo. O arroz é cultivado a mais de 3.000 m de altitude no Himalaia e ao nível do mar no delta dos grandes rios, na Ásia. As cultivares flutuantes crescem em lâmina de água de até 5 m na Tailândia. No Brasil, o arroz é produzido sob diversos sistemas de cultivo, nos ecossistemas de várzeas e de terras altas. Aliado às características nutricionais, o produto arroz deverá cada vez mais ser focado quanto a questões de segurança alimentar. O aumento crescente de seu consumo impõe aos setores produtivos a busca de novas técnicas que possam aumentar a produção. A intensificação de culturas e a maior produtividade parecem ser as opções mais viáveis que podem ser buscadas mediante pesquisa, visando a minimizar o aumento da lacuna entre a produção e a demanda de alimentos.

O termo soca é originado do Tupi, soka, significa renovo, pimpolho. Vulgarmente, o rizoma ou caule subterrâneo. Significa, também, a segunda produção de uma dada cultura depois de cortada a primeira [a primeira é planta; a segunda, soca; a terceira, ressoca; a quarta, contra-soca]. Este termo tem sido usado tradicionalmente para cana-de-açúcar, abacaxi e banana e, mais recentemente, para sorgo, algodão, arroz, fumo e outras culturas. Registram-se ainda outras acepções para esse termo. É o nome que os ervateiros do Rio Grande do Sul dão às árvores de mate quando podadas. Designação do tabaco de inferior qualidade no sul de Minas Gerais. Designação vulgar das touceiras de capim. Planta gramínea angolense, aplicada nos tecidos de cestos.

IMPORTÂNCIA

As perspectivas para produção de culturas alimentares nas várzeas são promissoras, pois este ecossistema apresenta condições favoráveis para sua utilização racional, como extensão, topografia e disponibilidade de água. No Brasil, existem cerca de 35 milhões de hectares de várzeas, e o arroz irrigado é cultivado em aproximadamente 1,3 milhão de hectares, o que propicia aproximadamente 70% da produção em cerca de 40% da área. Com todo esse potencial, apenas cerca de 3,7% desta área está sendo explorada.

No Brasil Central, região dos Cerrados, há cerca de 12 milhões de hectares de várzeas, sendo a maior parte ainda sob mata ou pastagem nativa (Rassini et al., 1984). A planície sedimentar da Bacia do Araguaia, no Tocantins, ocupa cerca de 1,2 milhão de hectares de solo classificado

como Inceptissolo, existindo, atualmente, 40 mil hectares de terras sistematizadas para cultivo do arroz (Potencialidades..., 1998). Esta região é considerada uma das mais promissora para a expansão da cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins. Como exemplo da região tropical com potencial produtivo para a cultura, tem-se o vale do Javaés, uma imensa área de várzeas entre os rios Araguaia e seus afluentes, Urubu, Javaés e Formoso, com mais de 500 mil ha, considerada a maior área contínua para irrigação por gravidade do mundo. Nesta área, estão instalados os projetos Rio Formoso, no Formoso do Araguaia e o projeto Javaés, na Lagoa da Confusão. Ambos os projetos ocupam apenas 50 mil ha com a cultura do arroz, no período chuvoso, e outras espécies, na entressafra do arroz. No Estado de Goiás, dois empreendimentos de irrigação em várzeas encontram-se em implantação para incorporação ao sistema produtivo de áreas com potencial agrícola: os projetos Luís Alves e Flores de Goiás. O projeto Luís Alves encontra-se na planície do médio rio Araguaia, na divisa de Goiás com o Mato Grosso. Previsto para ocupar 30 mil hectares, sendo a metade como reserva ambiental, de um total de três etapas, a primeira, com 2 mil hectares sistematizados, já foi concluída, com estrutura de diques, sistema de captação de água por bombas adutoras e canais de irrigação e de drenagem. O projeto Flores de Goiás, localizado no nordeste do Estado, irá alcançar uma área total de irrigação de 25 mil hectares, compreendendo a faixa que vai do rio Paranã até o rio Macacão, passando por várias propriedades, entre elas, quatro assentamentos.

A presença de um período seco com a possibilidade de manejo da água dos canais e do lençol freático por subirrigação viabilizou, na entressafra do arroz irrigado, o cultivo de soja, sorgo, algodão, melancia, milho, feijão, algodão, melão, tomate industrial e abóbora, superando a expressão econômica do arroz. Portanto, em regiões tropicais, a utilização das várzeas pode ser feita de forma sustentável, pois permite o cultivo de duas a três safras por ano na mesma área. Conseqüentemente, uma segunda colheita de arroz, mediante o cultivo da soca, pode ser uma das primeiras alternativas viáveis para aumentar a produtividade de grãos.

Tem-se verificado que a produtividade da cultura de arroz irrigado na região tropical é menor que a obtida na região temperada. Isto normalmente é resultante dos efeitos prejudiciais de determinados fatores bióticos e abióticos sobre a cultura. Como fatores bióticos, consideram-se as incidências extremamente elevadas de doenças, como a brusone causada pelo fungo *Pyricularia grisea*, e de pragas, como o percevejo-das-panículas – *Oebalus spp.* Como fatores abióticos, os estresses térmicos podem estar afetando negativamente a produtividade do arroz, devido à elevação da temperatura da água de irrigação que em determinadas épocas atinge valores extremamente altos (Santos et al., 2003b). Ademais, a menor produtividade em condições tropicais também pode ser atribuída à redução do ciclo da

cultura e menor resposta aos fertilizantes, especialmente, o nitrogênio. Com isso, é necessário desenvolver sistemas de produção que possibilitem minimizar estes efeitos e fazer com que a planta de arroz possa conviver de forma sustentada com esta situação, com danos mínimos ao ecossistema várzeas. Por outro lado, as condições climáticas das várzeas da região tropical permitem o seu cultivo durante todo ano com o arroz, o cultivo da soca (Santos, 1999) ou arroz seguido de outras espécies, tendo, portanto, maior produção anual de biomassa que nas várzeas de clima temperado. O cultivo da soca, que é a capacidade das plantas de arroz em regenerar novos perfis férteis após o corte dos colmos na colheita, pode se constituir numa maneira prática para aumentar a produção de arroz por unidade de área e de tempo. Possibilita aumentar a produtividade das várzeas tropicais com qualidade de produção, reduzir a sazonalidade do uso de máquinas e implementos, aumentar a ocupação da mão-de-obra rural e incrementar a renda líquida dos produtores (Santos, 2001). Isto possibilita a obtenção da competitividade e sustentabilidade ambiental, econômica e social, tanto em empreendimentos empresariais como na agricultura familiar, com inclusão social.

Resultados de pesquisa têm mostrado que é possível sustentar a produção a longo prazo em várzeas tropicais, com o mínimo de degradação do ambiente. Produzir de forma sustentável é reduzir custos e evitar desperdícios de energia e de matérias-primas. É aumentar a produtividade, a competitividade do capital e do trabalho e abrir novos mercados, criando empregos de qualidade e incrementando a lucratividade.

No ecossistema várzeas, predominam solos de diversas classes. Com isso o solo e a água devem ser preservados, sem degradar o ambiente, o que significa dizer que os sistemas agrícolas futuros devem ser economicamente viáveis, ecologicamente sustentáveis e social e politicamente aceitáveis (Fageria et al., 1999).

Uma nova dimensão da pesquisa com arroz tem sido dada com enorme atenção ao potencial da soca. Embora o seu conceito não seja novo, com a disponibilidade de cultivares modernas, semi-anãs, responsivas aos fertilizantes e o aumento do custo de produção, o interesse no cultivo da soca tem sido renovado.

Os primeiros resultados de pesquisa sobre o cultivo da soca surgiram em Karnataka, na Índia, em 1942 - 1943, e mostraram que a cultivar S-684 de arroz produziu 2,75 t ha⁻¹ no cultivo principal e 1,01 t ha⁻¹ na soca (Krishnamurthy, 1988). O ciclo da soca foi 65% menor que o do cultivo principal. O mesmo autor relata que, desde então, 174 publicações foram divulgadas, sendo que a maioria das pesquisas refere-se à soca de arroz irrigado, cultivado em várzeas. Publicações sobre o cultivo da soca de arroz no ecossistema de terras altas são raras, como a de Arf et al. (1998).

Um intensivo programa de pesquisa foi iniciado em 1955 no Rice-Pasture Research and Extension Center para determinar a possibilidade de produção da soca de arroz no Texas (Evatt, 1966). Embora o cultivo da soca seja um objetivo de interesse nesse programa de pesquisa, a importância maior está na produtividade do cultivo principal, que constitui a maior parcela da produtividade total e apresenta maior estabilidade de produção.

Até os anos 70, a soca não era explorada de maneira sistemática na maioria das regiões produtoras de arroz do mundo, exceto no sul dos Estados Unidos (Bollich & Turner, 1988). Até então, apesar de ser praticada pelos agricultores, não era considerada como componente integrante do sistema de cultivo.

Com os objetivos de discutir as perspectivas do cultivo da soca de arroz, identificar práticas culturais mais adequadas e estabelecer trabalhos colaborativos para a obtenção de sistema de cultivo de alta capacidade produtiva da soca, foi realizado, em 1986, em Bangalore, na Índia, o Workshop on Rice Ratooning, que se constituiu no primeiro evento internacional sobre o tema. Naquela ocasião, um grande número de trabalhos foi apresentado, tendo sido publicados em 1988.

Em um dado sistema de produção de arroz, especialmente no irrigado com lâmina de água, a melhoria pode ser alcançada mediante o aumento da produção por unidade de área, com maior relação benefício/custo, ou pela manutenção do nível da produtividade com redução do custo de produção. Saran & Prasad (1952) relatam que a soca de arroz oferece uma oportunidade para aumentar a intensidade de cultivo por unidade de área cultivada devido a apresentar menor duração de ciclo que um novo cultivo. Da mesma forma, a importância da soca como uma maneira para aumentar a produção sem crescer a área de cultivo com menor custo de produção foi enfatizada por Plucknett et al. (1970) e Mahadevappa (1980).

Em razão de a soca de arroz apresentar menor duração de ciclo e menor requerimento de água de irrigação que um novo cultivo (Santos & Stone, 1987; Santos et al., 2002a), ela pode ter potencial para aumentar a produtividade onde o cultivo intensivo é limitado pela falta de água para irrigação, ou onde a época de cultivo de arroz é limitada pelas condições climáticas. O cultivo da soca pode ser uma opção viável também para áreas onde a distribuição das chuvas é irregular e a umidade do solo reduz a intensidade dos cultivos (Quddus & Pendleton, 1983).

A produção de grãos na soca é obtida com menor uso de defensivos, comparativamente à do cultivo principal, pois não se empregam herbicidas e raramente é necessário o uso de fungicidas, com isso esse pode ser considerado um cultivo pouco poluente, o que contribui para o equilíbrio ecológico.

No mundo

A prática da soca é encontrada em algumas áreas distribuídas em todos os continentes que cultivam arroz, exceto na Europa (Chauhan et al., 1985). Vários países no mundo podem ser citados onde a soca é praticada desde o final da década de 20 (De Datta & Bernasor, 1988), destacando-se os Estados Unidos (Evatt, 1958, 1966), Colômbia e Equador (Mahadevappa & Yogeesh, 1988), Índia (Saran & Prasad, 1952; Mahadevappa, 1988), Tailândia, Taiwan, Filipinas (Plucknett et al., 1970), China (Krishnamurthy, 1988; Xu et al., 1988), Suazilândia (Evans, 1957), Japão (Krishnamurthy, 1988), Malásia (Chauhan et al., 1985), Madagascar (Shari & Raharinirian, 1988), República Dominicana (Cuevas-Pérez, 1988), Bangladesh (Hossain & Farooq, 1988) e no Brasil (Faria & Soares, 1984; Santos & Gadini, 1986; Santos et al., 1986; Andrade et al., 1987, 1988).

A soca é cultivada extensivamente em escala comercial no sul dos Estados Unidos desde 1960 (Bollich & Turner, 1988). Aproximadamente, em 50% da área cultivada com arroz no Texas, 200 mil hectares, é feito o cultivo da soca, sendo também amplamente praticada na Louisiana e em cerca de 75% da limitada área cultivada com arroz na Flórida.

O arroz é cultivado na Ásia tropical nas Regiões Sul e Sudeste, numa área em torno de 88,7 milhões de hectares, com uma produção anual de aproximadamente 183,8 milhões de toneladas de grãos e uma produtividade média de 2,7 t ha⁻¹. Apenas 14% dessa área tem condições do duplo cultivo de arroz por ano, sob irrigação (Krishnamurthy, 1988). O sistema de cultivo da soca em escala comercial não tem se expandido na Ásia tropical devido, principalmente, à falta de cultivares com maior potencial produtivo na soca, com resistência às pragas e às doenças, e também devido à carência de práticas culturais adequadas. A área com potencial de utilização para cultivo da soca nessa região pode ser estimada em 30%, o que corresponde a cerca de 26,6 milhões de hectares e a uma produção de 36 milhões de toneladas de grãos, anualmente.

Chauhan et al. (1985) afirmam que a baixa aceitação do cultivo da soca em escala comercial pode ser atribuída à falta de cultivares com maior potencial produtivo, maturação desuniforme, ocorrência de pragas e de doenças, falta de práticas culturais adequadas, baixa qualidade de grãos e insegurança quanto ao retorno dos investimentos.

Na Índia, no final dos anos 70 e início dos 80, a pesquisa sobre cultivo da soca foi intensificada nas regiões de Andhara Pradesh, Assam, Bihar, Karnataka, Kerala, Orissa, Tamil Nadu, Uttar Pradesh e West Bengal (Mahadevappa, 1988), mas o progresso tem sido considerado lento, em virtude da falta de cultivares e de tecnologia de produção da soca. Porém, em várias lavouras e estações experimentais em Karnataka, têm sido obtidas

produções espetaculares da soca, o que tem estimulado o uso dessa prática em áreas extensivas.

Em Madagascar, o arroz é um alimento básico para a população e desempenha papel importante no desenvolvimento sócio-econômico do país. Da condição de exportador de arroz, esse país tornou-se importador desde 1973 (Shari & Raharinirian, 1988). Cerca de 1,2 milhão de hectares são cultivados nos mais diferentes sistemas, com uma produtividade de 1,8 t ha⁻¹. Em virtude do consumo per capita de arroz ser um dos mais altos do mundo, 150 kg ano⁻¹, e à grande necessidade de aumentar a produção para alimentar a crescente população e reduzir a importação de arroz, o cultivo da soca pode representar um papel importante em Madagascar. O país apresenta excelentes condições ambientais para o cultivo da soca e, conseqüentemente, grande potencial para aumentar a produção e tornar-se um dos maiores exportadores de arroz da África, no futuro.

Com uma oscilação de 100 a 120 mil hectares por ano, o arroz ocupa o quarto lugar em área cultivada entre as principais culturas na República Dominicana, onde o cultivo da soca de arroz é uma prática comumente usada para a obtenção da segunda colheita (Cuevas-Pérez, 1988). No inverno de 1991, cerca de 12 mil hectares foram cultivados com soca, o que correspondeu a um quarto da área total cultivada, e o duplo cultivo foi estimado em 10 mil hectares, indicando que ambas as práticas são igualmente importantes nessa estação de cultivo.

Em Bangladesh, o arroz é cultivado em cerca de 10,6 milhões de hectares. Segundo Hossain & Farooq (1988), das três épocas de plantio, o cultivo da soca parece ter maiores perspectivas durante o período de abril a agosto, ou seja, após a colheita dos plantios de novembro a abril. Entretanto, o cultivo da soca ainda não tem sido aceito, devido, entre outros, aos seguintes aspectos: falta de cultivares com alta capacidade produtiva de grãos na soca; falta de garantia de água para irrigação; baixa qualidade dos grãos; problemas fitossanitários. Flinn & Mercado (1988) enfatizaram que os produtores não utilizam extensivamente o cultivo da soca devido à dependência desta prática a expectativa sobre o clima, principalmente quanto à temperatura e a radiação solar, previsão de um futuro suprimento de água e situação sanitária do solo.

No Brasil

No Brasil, os primeiros estudos sobre o cultivo da soca de arroz foram desenvolvidos no início da década de 60 (Orsi & Godoy, 1963, 1967) em Piracicaba, SP, onde foi evidenciado que as cultivares precoces mostraram-se mais produtivas. A soca foi praticada em diversas áreas em diferentes regiões brasileiras. Alguns agricultores, que outrora usavam este sistema de cultivo, abandonaram-no em virtude da baixa capacidade produtiva das cultivares

tradicionais de arroz, com plantas altas que apresentavam alta porcentagem de acamamento e baixa capacidade produtiva na soca, aliada à utilização de cultivares de ciclo longo, que, na maioria das vezes, eram semeadas tardiamente, fazendo com que o cultivo da soca ocorresse em um período em que a temperatura estava em declínio. O cultivo da soca torna-se inviável quando ocorre acamamento das plantas do cultivo principal (Alfonso-Morel et al., 1997a, 1997b). Mesmo aqueles que ainda adotam esta prática conduzem-na sem a preocupação de empregar técnicas que possibilitem a obtenção de maiores produtividades de grãos (Santos, 1987). Embora não se disponha de levantamentos específicos quanto à área envolvida no cultivo da soca no Brasil, presume-se que vários produtores, em pequenas áreas, conhecem e utilizam este sistema de produção para aumentar a renda familiar, em diferentes regiões do país. Muitos não cultivam intensivamente suas áreas de várzeas com outras culturas, na entressafra do arroz irrigado, simplesmente as abandonam após a colheita; outros utilizam os restos de suas lavouras para a alimentação do gado, sob regime de pastoreio direto (Uchoa & Brandão, 1991), e poucos fazem o aproveitamento mais racional dos restos culturais por meio da fenação (Faria & Soares, 1984). Embora a pesquisa não tenha dado ênfase ao cultivo da soca no ecossistema de terras altas, ele tem sido praticado esporadicamente nos Estados do Mato Grosso (Figura 1.1.), Maranhão e Rondônia, alcançando



Fig. 1.1. Área de cultivo da soca da cultivar Primavera de arroz de terras altas no Estado do Mato Grosso.

produtividades de até 1.200 kg ha⁻¹, com a cultivar Primavera.

A soca foi mais cultivada em alguns Estados brasileiros, destacando-se o Rio de Janeiro, na região Norte-Fluminense (Oliveira & Amorim Neto, 1979), Minas Gerais (Faria & Soares, 1984), São Paulo, no vale do Paraíba, e Goiás, em áreas restritas (Santos, 1987). Andrade et al. (1989) relataram que, na região das baixadas litorâneas, considerada como uma área de expansão da cultura de arroz no Estado do Rio de Janeiro, é grande o potencial para o cultivo da soca, tendo sido utilizados aproximadamente 400 ha no ano agrícola 1988/1999. Relataram, também, que a utilização da soca é baixa nas regiões tradicionais, embora se tenha tecnologia disponível para o seu cultivo e, após a colheita do arroz, as áreas são usadas como pastagens. Pedroso & Souza (1974) concluíram que há viabilidade de se obterem duas colheitas por safra nas condições de Cachoeirinha, no Rio Grande do Sul, desde que seja utilizada cultivar apropriada. No Nordeste, estudos sobre o cultivo da soca de arroz irrigado mostraram ser uma prática rentável e de fácil execução pelos orizicultores da região do submédio e baixo São Francisco, em Belém do São Francisco, PE (Uchoa & Brandão, 1991) e em Neópolis, SE (Santos et al., 2002c), devido ao ciclo curto, baixo consumo de água, reduzidos trabalhos de campo, qualidade de grãos e produtividade média de grãos que corresponde a duas ou mais vezes à obtida no sistema de cultivo de terras altas, naquela região.

No Estado de Santa Catarina, visando a aumentar a rentabilidade das áreas sistematizadas nas regiões do baixo e médio vale do Itajaí e do litoral norte com sistemas de cultivo intensivos, Ramos (1982) obteve produtividade na soca da ordem de 50% daquela obtida no cultivo principal. O autor afirma que o cultivo da soca é um sistema de produção viável economicamente, sendo superado por um novo cultivo, se a produtividade for maior que 7 a 8 t ha⁻¹, tendo o cultivo da soca apresentado uma taxa de retorno de 195%. Segundo Schiocchet (2001), nessas regiões de Santa Catarina os produtores efetuavam dois cultivos de arroz por ano, utilizando cultivares de ciclo curto. Atualmente, em cerca de 80% da área cultivada, que está em torno de 25 mil hectares, o que representa aproximadamente 20% da área do Estado, o segundo cultivo foi eliminado e está sendo praticado o cultivo da soca, obtendo-se produtividade de grãos de até 4.000 kg ha⁻¹, com até 110 dias de ciclo. O custo de produção do cultivo da soca compreende somente a água, a uréia e o óleo diesel utilizado na roçada ou no preparo da soca, além da colheita. Na safra 2002/2003, nessa região onde está sendo incorporada a técnica de cultivo da soca, foi atingida a média adicional de 2.770 kg ha⁻¹ (Previsão..., 2003).

Apesar do potencial que a região tropical apresenta para o cultivo da soca, somente mais recentemente esta prática tem despertado maior interesse pelos produtores, especialmente no Estado do Tocantins (Figura

1.2), onde a soca de arroz irrigado tem-se mostrado vantajosa, em decorrência da obtenção de relação benefício/custo mais favorável. Em lavouras melhor conduzidas, em áreas de várzea, têm-se obtido produtividade de 22 sacas de 60 kg ha⁻¹, com um custo de produção equivalente a cinco sacas, com um ciclo ao redor de 50 dias. No entanto, resultados de pesquisa têm mostrado que com o uso de tecnologia é possível obter produtividades mais expressivas, o que tem estimulado o uso desta prática em áreas extensivas. O maior interesse, atualmente, dos produtores na adoção desta prática tem sido decorrente da maior capacidade produtiva das cultivares nos



Fig. 1.2. Área de cultivo da soca de arroz irrigado no Estado do Tocantins.

dois cultivos, principal e soca, do desenvolvimento de práticas culturais que possibilitam as cultivares expressarem seu potencial produtivo e da elevação do custo de produção do arroz, em função do maior aumento dos insumos, como fertilizantes, sementes, defensivos e combustíveis, entre outros, em comparação ao valor da produção agrícola. Com isso, o cultivo da soca de arroz irrigado constitui uma das estratégias de aumento da produtividade, estabilização da produção e aumento da lucratividade dos orizicultores.

CARACTERÍSTICAS

A soca de arroz oferece oportunidade para aumentar a produção de grãos por unidade de área cultivada, pois apresenta menor duração de ciclo que um novo cultivo. A sua importância como uma alternativa para aumentar a produção sem acrescer a área de cultivo e com menor custo de produção deve ser enfatizada. Assim, a grande vantagem do cultivo da soca está na possibilidade da obtenção de uma segunda colheita a um custo reduzido, em comparação ao de um novo cultivo.

A soca de arroz depende da capacidade das gemas dormentes nos colmos do cultivo principal permanecem viáveis (Chauhan et al., 1985). As gemas existem em vários estádios de desenvolvimento. O cultivo da soca é produtivo se nos colmos do cultivo principal forem deixados de dois a três nós. Os perfilhos regenerados dos nós mais altos formam mais depressa, crescem rapidamente e amadurecem mais cedo. O crescimento e vigor dos perfilhos da soca dependem das reservas de carboidrato do colmo e do sistema radicular após a colheita do cultivo principal.

A produtividade de grãos da soca da cultivar Intan foi de 140% em relação ao cultivo principal, em Karnataka, na Índia (Reddy et al., 1979). A maior produtividade obtida nos estudos realizados no International Rice Research Institute (IRRI), nas Filipinas, foi de 3,3 t ha⁻¹ com a linhagem IR 2058-78-1-3-2-3, em condições de suprimento adequado da água de irrigação (Nadal & Carangal, 1979). Na Etiópia, a cultivar IR 8 apresentou uma excepcional produtividade de grãos na soca de 8,7 t ha⁻¹ (Prashar, 1970a, 1970b).

Em inúmeros trabalhos de pesquisa referentes ao cultivo da soca, verificou-se que as produtividades de grãos variaram de 0,1 a 8,7 t ha⁻¹. Em poucos casos, a produtividade da soca excedeu a do cultivo principal.

Embora de duas a três colheitas consecutivas possam ser obtidas na soca, a produtividade de grãos declina em cada uma delas. Garcia (1962), citado por Chauhan et al. (1985), observou que a primeira soca produziu 54% menos que o cultivo principal, e a segunda, 59% menos.

Estudos realizados em diversas regiões brasileiras (Tabela 1.1) mostraram que a relação entre as produtividades da soca e do cultivo principal de diferentes cultivares e linhagens de arroz varia de 5 a 89% (Orsi & Godoy, 1963, 1967; Oliveira & Amorim Neto, 1979; Ramos & Dittrich, 1981; Ramos, 1982; Faria & Soares, 1984; Santos & Gadini, 1986; Santos et al., 1986, 2002c; Santos & Cutrim, 1987; Uchoa & Brandão, 1991; Dario, 1993). As maiores variações percentuais foram observadas nos estudos desenvolvidos em São Paulo (Orsi & Godoy, 1963, 1967) de 89%, com a cultivar Dourado Precoce, e em Goiás (Santos & Gadini, 1986; Santos, 1987) com a linhagem CNA 3771, a qual atingiu 73%. As maiores produtividades de grãos obtidas foram de 4.822 kg ha⁻¹, com esta mesma linhagem, em Goiás, (Santos & Gadini, 1986; Santos, 1987), 4.978 e 4.900 kg ha⁻¹ na região do submédio e baixo São Francisco, em Pernambuco, com a linhagem CNA 4212 (Uchoa & Brandão, 1991) e em Sergipe, com a cultivar São Francisco (Santos et al., 2002c), respectivamente.

De modo geral, os trabalhos mostram que a produtividade de grãos da soca varia de 5 a 350% daquela do cultivo principal, indicando considerável escopo para a seleção de cultivares para o cultivo da soca.

Tabela 1.1. Comportamento de soça de cultivares de arroz irrigado em trabalhos desenvolvidos em diversas regiões brasileiras.

Local	Ano	Genótipo	Ciclo (dia)		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		Referência
			CP ¹	% CP	CP	% CP	
Piracicaba - SP	1962-63	Betatais	-	-	4.751 ²	3.744 ²	Orsi & Godoy, 1963, 1967
Piracicaba - SP	1962-63	Dourado Precoce	-	-	3.473 ²	3.077 ²	Orsi & Godoy, 1963, 1967
Cachoeirinha - RS	1973-74	Yamabico	130	81	4.300	1.410	Pedroso & Souza, 1974
Cachoeirinha - RS	1973-74	Japão B	131	82	4.710	960	Pedroso & Souza, 1974
Cachoeirinha - RS	1973-74	Bluebelle	123	89	4.170	680	Pedroso & Souza, 1974
Cachoeirinha - RS	1973-74	Tajpei 127	137	88	4.780	893	Pedroso & Souza, 1974
Cachoeirinha - RS	1973-74	Ninhonshiri	134	88	2.820	364	Pedroso & Souza, 1974
Cachoeirinha - RS	1973-74	Sasamishiki	134	88	4.820	265	Pedroso & Souza, 1974
Itajaí - SC	1977-78	Labelle	-	-	5,9 ³	2,2 ³	Ramos, 1982
Campos - RJ	1978-79	De Abril	172	83	4.667	1.090	Oliveira & Amorim Neto, 1979
Campos - RJ	1978-79	IR 841-63-5	150	74	5.759	3.206	Oliveira & Amorim Neto, 1979
Campos - RJ	1978-79	P 899-55-6-4-6-1B	151	75	6.727	3.223	Oliveira & Amorim Neto, 1979
Itajaí - SC	1978-79	Labelle	-	-	4,3 ³	2,2 ³	Ramos & Dittich, 1981
Itajaí - SC	1978-79	IAC 1246	-	-	4,4 ³	2,2 ³	Ramos & Dittich, 1981
Itajaí - SC	1978-79	EMPASC 102	-	-	8,1 ³	4,0 ³	Ramos & Dittich, 1981
Itajaí - SC	1978-79	Labelle	-	-	5,6 ³	2,9 ³	Ramos, 1982
Itajaí - SC	1979-80	Labelle	-	-	5,2 ³	3,0 ³	Ramos, 1982
Leopoldina - MG	1982-83	De Abril	187	51	4.406	2.250	Faria & Soares, 1984
Leopoldina - MG	1982-83	Inca	153	85	5.396	1.667	Faria & Soares, 1984
Leopoldina - MG	1982-83	Chorinho	153	85	2.809	833	Faria & Soares, 1984
Leopoldina - MG	1982-83	Matão	170	68	5.931	833	Faria & Soares, 1984
Goianira - GO	1983-84	CICA 8	145	76	6.640	2.352	Santos et al., 1986
Goianira - GO	1983-84	Metica 1	147	74	8.290	2.844	Santos et al., 1986
Campos - RJ	1983-87	P 899-55-6-4-6-1B	145	72	5.458	1.474	Andrade et al., 1989

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Local	Ano	Genótipo	Ciclo (dias)		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		Referência
			CP1	% CP	CP	% CP	
Campus - RJ	1983-87	IR 841-63-5	145	73	50	27	Andrade et al., 1989
Campus - RJ	1983-87	PESAGRO 102	145	71	49	21	Andrade et al., 1989
Campus - RJ	1983-87	BR-Ingá 409	136	73	54	59	Andrade et al., 1989
Campus - RJ	1983-87	CNA 3771	145	76	52	35	Andrade et al., 1989
Campus - RJ	1983-87	Metica 1	146	72	49	16	Andrade et al., 1989
Campus - RJ	1983-87	PESAGRO 101	160	60	38	18	Andrade et al., 1989
Campus - RJ	1983-87	PESAGRO 103	159	62	39	9	Andrade et al., 1989
Campus - RJ	1983-87	PESAGRO 105	160	60	38	12	Andrade et al., 1989
Campus - RJ	1983-87	PESAGRO 104	133	72	54	26	Andrade et al., 1989
Campus - RJ	1983-87	De Abril	163	-	-	7	Andrade et al., 1989
Goianira - GO	1985-86	CNA 3771	135	87	64	73	Santos & Galini, 1986
Goianira - GO	1985-86	CICA 8	148	74	50	41	Santos & Galini, 1986
Piracicaba - SP	1988-89	IAC 4440	159	72	45	10	Dario, 1993
Piracicaba - SP	1988-89	PESAGRO 104	153	79	52	11	Dario, 1993
Piracicaba - SP	1988-89	CNA 3771	156	77	49	21	Dario, 1993
Belém S. Fco - PE	1987-88	CNA 4212	141	76	54	49	Uchoa & Brandão, 1991
Belém S. Fco - PE	1987-88	IR - 8	145	76	52	47	Uchoa & Brandão, 1991
Belém S. Fco - PE	1987-88	CICA 8	148	69	47	47	Uchoa & Brandão, 1991
Belém S. Fco - PE	1987-88	Metica 1	134	91	68	38	Uchoa & Brandão, 1991
Belém S. Fco - PE	1987-88	05 - SUDAP	146	69	47	40	Uchoa & Brandão, 1991
Goianira - GO	1993-94	IAC 1289	-	-	-	56	Santos et al., 1998a, 1998b
Goianira - GO	1993-94	BRS Durominas	-	-	-	34	Santos et al., 1998a, 1998b
Goianira - GO	1994-95	BRS Formoso	-	-	-	43	Santos et al., 1998a, 1998b

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Local	Ano	Genótipo	Ciclo (dia)		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		Referência		
			CP ¹	Soca	% CP	CP		Soca	% CP
Goianira - GO	1994-95	IAC 1289	-	-	-	6.645	2.478	37	Santos et al., 1998a, 1998b
Goianira - GO	1994-95	BRS Durominas	-	-	-	7.695	2.466	32	Santos et al., 1998a, 1998b
Goianira - GO	1995-96	BRS Durominas	-	-	-	7.109	3.046	43	Santos et al., 1998a, 1998b
Goianira - GO	1995-96	IAC 1289	-	-	-	4.908	3.043	62	Santos et al., 1998a, 1998b
Goianira - GO	1995-96	CMA 3771	-	-	-	6.966	2.105	30	Santos et al., 2002b
Goianira - GO	1995-96	BRS Formoso	-	-	-	5.645	1.066	19	Santos et al., 2002b
Goianira - GO	1995-96	Javaá	-	-	-	4.433	1.365	31	Santos et al., 2002b
Goianira - GO	1995-96	BR-IRGA 409	117	59	50	5.486	2.111	39	Costa et al., 2000; Santos et al., 1998a, 2003a
Goianira - GO	1995-96	Javaá	117	52	44	4.223	2.699	64	Costa et al., 2000; Santos et al., 1998a, 2003a
Goianira - GO	1995-96	BRS Formoso	148	64	43	5.089	2.702	53	Costa et al., 2000; Santos et al., 1998a, 2003a
Goianira - GO	1995-96	Metica 1	148	64	43	6.370	920	14	Costa et al., 2000; Santos et al., 1998a, 2003a
Goianira - GO	1995-96	Diamante	148	64	43	5.308	2.005	36	Costa et al., 2000; Santos et al., 1998a, 2003a
Turvo - SC	1995-97	Epagri 106	-	-	-	7.607	2.471	33	Alfonso-Morel et al., 1997a
Turvo - SC	1995-97	Epagri 106	-	-	-	6.002	2.317	39	Alfonso-Morel et al., 1997b
Goianira - GO	1997-98	BRS Formoso	139	68	49	7.421	1.812	24	Santos et al., 2002a
Neópolis - SE	1997-98	São Francisco	-	-	-	4.900	2.900	59	Santos et al., 2002c
Brotas - SP	1997-00	IAC 4440	142	65	46	7.533	1.550	21	Dario, 2001
Brotas - SP	1997-00	IAC 242	142	64	45	7.017	1.035	15	Dario, 2001

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Local	Ano	Genótipo	Ciclo (dia)		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		Referência		
			CP ¹	Soca	% CP	CP		Soca	% CP
Brotas - SP	1997-00	IAC 100	141	64	45	7.016	1.209	17	Dario, 2001
Brotas - SP	1997-00	IAC 101	140	64	46	7.357	1.233	17	Dario, 2001
Brotas - SP	1997-00	IAC 102	130	55	42	7.533	1.821	24	Dario, 2001
Goianira - GO	1988-99	BRS Formoso	139	68	49	8.497	1.274	15	Santos et al., 2002a
Lag. Confusão-TO	1988-99	Epagri 108	121	53	44	5.751	1.109	19	Santos & Prabhu, 2003
Goianira - GO	1989-00	CNA 8502	127	67	53	5.297	3.153	60	Santos et al., 2002a
Goianira - GO	1989-00	CNA 8502	-	-	-	-	3.518	-	Santos, 2001
Dueré - TO	1989-00	Epagri 108	122	54	44	5.880	2.109	36	Santos & Prabhu, 2001, 2003
Itajai - SC	1989-01	Epagri 108	156	75	48	6.370	2.625	41	Schocchet, 2001

¹ Cultivo principal

² (g parcela⁻¹)

³ (t ha⁻¹)

A emissão de colmos após a colheita do arroz obedece à predominância apical, formando-se inicialmente os brotos nos nós mais altos do colmo cortado. A duração do ciclo da soca também está associada à posição da brotação, no colmo. Quanto mais basal for a brotação maior será o ciclo (IRRI, 1985).

Exceto a viabilidade das sementes, que não diferiu entre sementes produzidas na soca e no cultivo principal, as demais características, como altura de planta, comprimento da panícula, tamanho da espigeta, número de perfilhos produtivos e coloração de grão foram menos pronunciadas na soca que no cultivo principal (Saran & Prasad, 1952).

Webb et al. (1975) verificaram que o rendimento de grãos inteiros no beneficiamento, bem como o rendimento industrial total de grãos foram geralmente menores na soca que no cultivo principal. Em vários casos, contudo, o rendimento no beneficiamento obtido na soca equiparou-se ou excedeu o obtido na primeira colheita. A temperatura de gelatinização e valores de viscosidade máxima foram consistentemente menores na soca. O teor de amilose não apresentou tendência definida, ao passo que o teor de proteína variou amplamente na soca, tendendo a ser consideravelmente maior na soca, de 1 a 5%, que no cultivo principal. Nadal & Carangal (1979) observaram que os grãos produzidos na segunda soca foram superiores àqueles da primeira soca. Nagaraja & Mahadevappa (1986) observaram que a qualidade das sementes da soca e do cultivo principal foi variável em função da cultivar estudada e que as sementes da soca deterioraram mais rapidamente que as do cultivo principal. Rosamma et al. (1988) obtiveram menor massa das sementes da soca em relação ao cultivo principal, entretanto não diferiram na germinação.

A qualidade industrial dos grãos da soca não foi afetada pelo manejo de água ou de nitrogênio (Mengel & Wilson, 1981). Andrade et al. (1989) obtiveram menor rendimento de grãos inteiros e maior percentual de grãos translúcidos na soca que no cultivo principal. Schiocchet (2001) também verificou menor rendimento de grãos inteiros na soca, possivelmente isto deve estar associado a desuniformidade de crescimento da soca e, conseqüente, floração e maturação em período mais amplo que o normal. Entretanto, Costa et al. (2000) verificaram que tanto o rendimento de grãos inteiros quanto o rendimento industrial total de grãos praticamente não variaram, no cultivo principal e na soca. Em média, os valores desses parâmetros na soca foram iguais ou superiores aos do cultivo principal. Não obstante, tem sido relatado que o arroz obtido no cultivo da soca costuma não atingir um alto percentual de grãos inteiros, sendo mais indicado para uso pela indústria de parboilização (Técnica..., 2002). Esta quebra do grão no processo industrial é explicada pela desuniformidade na maturação. A qualidade de cocção do arroz da soca é igual ou superior à do cultivo principal (Bollich & Turner, 1988). A classificação visual dos grãos da soca não foi afetada pelos manejos de água (Santos et al., 2002a).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSO-MOREL, D.; ALTHOFF, D. A.; DITTRICH, R. C. Densidade de semeadura do arroz irrigado e seu efeito na produção da soca. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997a. p. 169-172.
- ALFONSO-MOREL, D.; ALTHOFF, D. A.; DITTRICH, R. C. Soca de arroz irrigado: adubação e épocas de semeadura. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997b. p. 173-176.
- ANDRADE, W. E. de B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G. M. B. Efeito de cultivares e alturas de corte na colheita do arroz sobre a produção e qualidade do grão no cultivo da soca. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1989. p. 168-175.
- ANDRADE, W. E. de B.; AMORIM NETO, S.; OLIVEIRA, A. B. de; FERNANDES, G. M. B. Utilization of rice ratooning by farmers in Rio de Janeiro State, Brazil. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 55-60.
- ANDRADE, W. E. de B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G. M. B.; PEREIRA, R. P.; RIVERO, P. R. Y.; SILVA, V. R. da. Rendimento da soca em função da altura de corte na colheita do arroz. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa-DDT, 1987. p. 115. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 19).
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. de; CRUSCIOL, C. A. C.; BUZETTI, S. Influência da época de semeadura no comportamento da soca de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado por aspersão, na região de Selvíria, MS. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**: resumos expandidos. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1998. v. 1, p. 37-39. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 85).
- BOLLICH, C. N.; TURNER, F. T. Commercial ratoon rice production in Texas, USA. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 257-263.
- CHAUHAN, J. S.; VERGARA, B. S.; LOPEZ, F. S. S. **Rice ratooning**. Los Baños: IRRI, 1985. 19 p. (IRRI Research Paper Series, 102).
- COSTA, E. G. de C.; SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P. Características agrônômicas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 15-24, 2000. Edição Especial.
- CUEVAS-PÉREZ, F. Rice ratooning in the Dominican Republic. In: IRRI. **Rice**

ratooning. Los Baños, 1988. p. 61-67.

DARIO, G. J. A. **Desenvolvimento das plantas e viabilidade das soqueiras de três cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado em diferentes épocas de semeadura**. 1993. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DARIO, G. J. A. Viabilidade do cultivo de soqueiras de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 159-160.

DE DATTA, S. K.; BERNASOR, P. C. Agronomic principles and practices of rice ratooning. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 163-176.

EVANS, L. J. C. Ratoon rice. **World Crops**, London, v. 9, n. 6, p. 227-228, 1957.

EVATT, N. S. High annual yields of rice in Texas through ratoon or double-cropping. **The Rice Journal**, New Orleans, v. 69, n. 12, p. 10-12, 32, 1966.

EVATT, N. S. Stubble rice productions tests. **The Rice Journal**, New Orleans, v. 61, n. 6, p. 18-19, 1958.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 294 p.

FAO. **Cómo alimentar a 4000 millones de personas**: el desafío para la investigación sobre el arroz en el siglo XXI. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/V6017t/V6017T11.htm>>. Acesso em: 26 jul. 2004.

FARIA, E. A.; SOARES, P. C. Produção de soca de arroz irrigado em Minas Gerais: situação atual e perspectivas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 114, p. 51-55, jun. 1984.

FLINN, J. C.; MERCADO, M. D. Economic perspectives of rice ratooning. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 17-29.

HOSSAIN, M. M.; FAROOQ, A. K. M. Ratooning in Bangladesh: prospects and potentials. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 143-149.

IRRI. Genetic evaluation and utilization: ratooning. In: **IRRI Research Highlights 1984**. Los Baños, 1985. p. 12-14.

IRRI. IRRI rice facts. Los Baños, 1988. 1 folder.

KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice

from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, London, v. 80, n. 4, p. 589-596, Apr. 2003.

KRISHNAMURTHY, K. Rice ratooning as an alternative to double cropping in tropical Asia. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 3-15.

MAHADEVAPPA, M. Ratoon cropping of rice in Karnataka. **Indian Farming**, Bangalore, v. 30, n. 6, p. 7-8, 1980.

MAHADEVAPPA, M. Rice ratooning practices in India. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 69-78.

MAHADEVAPPA, M.; YOGESHA, H. S. Rice ratooning: breeding, agronomic practices, and seed production potentials. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 177-185.

MENGEL, D. B.; WILSON, F. E. Water management and nitrogen fertilization of ratoon crop rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, n. 6, p. 1008-1010, Nov./Dec. 1981.

NADAL, A. M.; CARANGAL, V. R. Performance of the main and ratoon crops of thirteen advanced rice selections under dry-seeded rainfed banded conditions. **Philippines Journal Crop Science**, Manila, v. 4, n. 2/3, p. 95-101, 1979.

NAGARAJA, A.; MAHADEVAPPA, M. Quality of main and ratoon crop seeds of rice. **Oryza**, Cuttack, v. 23, n. 2, p. 118-122, 1986.

OLIVEIRA, A. B. de; AMORIM NETO, S. **Produção da soca de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura, nas condições do Norte-Fluminense**. Campos: PESAGRO-RIO, 1979. 3 p. (PESAGRO-RIO. Comunicado Técnico, 31).

ORSI, E. W. de L.; GODOY, O. P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 223-224, set. 1963. Ref. I-29. Edição de resumos da XV Reunião Anual da SBPC, Campinas, SP, jul. 1963.

ORSI, E. W. de L.; GODOY, O. P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 24, p. 45-55, 1967.

PEDROSO, B. A.; SOUZA, P. R. Cultivo de soca de oito variedades de arroz, em duas densidades de semeadura. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DE ARROZ, 4., 1974, Pelotas. **Anais... Pelotas: IPEAS**, 1974. p. 48-50.

PLUCKNETT, D. L.; EVERSON, J. P.; SANFORD, W. G. Ratoon cropping.

Advances in Agronomy, New York, v. 22, p. 285-230, 1970.

POTENCIALIDADES para a agricultura irrigada. In: TOCANTINS. Sistema Estadual de Planejamento e Meio Ambiente. **Tocantins em dados**. Palmas, 1998. p. 41.

PRASHAR, C. R. K. Paddy ratoons. **World Crops**, London, v. 22, n. 3, p. 145-147, 1970a.

PRASHAR, C. R. K. Some factors governing rice ratoon yield. **Plant and Soil**, The Hague, v. 32, n. 2, p. 540-541, Apr. 1970b.

PREVISÃO e acompanhamento da safra 2002/2003: quinto levantamento junho/2003. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/safra/safra20022003Lev05.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2003.

QUDDUS, M. A.; PENDLETON, J. W. Effect of deep placement of nitrogen fertilizer on ratoon rice. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 8, n. 4, p. 22-23, Aug. 1983.

RAMOS, M. Cultivo intensivo de arroz irrigado em algumas regiões de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 6, p. 883-888, jun. 1982.

RAMOS, M. G.; DITTRICH, R. C. Efeito da altura de corte na colheita do arroz sobre o rendimento do cultivo da soca. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 11., 1981, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UEPAE de Pelotas, 1981. p. 137-140.

RASSINI J. B.; REIS, A. E. G. dos; MACEDO, J.; LEITE, J. C. **Caracterização de várzeas na região dos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1984. 16 p. (Embrapa-CPAC. Boletim de Pesquisa, 22).

REDDY, T. G.; MAHADEVAPPA, M.; KULKARNI, N. R. Rice ratoon crop management in hilly regions of Karnataka, India. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 4, n. 6, p. 22-23, 1979.

ROSAMMA, C. A.; KARUNAKARAN, K.; CHANDRIKA, P.; NAIR, N. R. Weight and germination of main and ratoon crop seeds. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 13, n. 4, p. 4, Aug. 1988.

SANTOS, A. B. dos. **Cultivo da soca de arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 40).

SANTOS, A. B. dos. Aproveitamento da soca. 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. p. 463-492.

SANTOS, A. B. dos. **Fatores que afetam a produtividade da soca de arroz irrigado**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Agricultura, 1987. 35 p.

SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos A. Comportamento de linhagens de arroz irrigado no aproveitamento da soca. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa-DDT, 1987. p. 75. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 19).

SANTOS, A. B. dos; GADINI, F. Exploração da soca de arroz irrigado. **Agricultura Irrigada**, Brasília, DF, v. 5, n. 49, p. 3-4, abr. 1986.

SANTOS, A. B. dos; PRABHU, A. S. Efeitos de sistemas de colheita e de aplicação de fungicidas no comportamento da soca do arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 572-576, set./dez. 2003.

SANTOS, A. B. dos; PRABHU, A. S. Sistema de colheita e fungicida na produtividade e na qualidade de grãos da soca de 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. 266-268.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F. Influência da fertilização nitrogenada e do manejo de água no aproveitamento da soca de arroz irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa-DDT, 1987. p. 105. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 19).

SANTOS, A. B. dos; FAGERIA, N. K.; PRABHU, A. S. Rice ratooning management practices for higher yields. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 34, n. 5/6, p. 881-918, May/June 2003a.

SANTOS, A. B. dos; SILVA, S. C. da; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeitos do manejo da irrigação na temperatura da água e no comportamento do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003b. p. 181-183.

SANTOS, A. B. dos; FERREIRA, E.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. da; RAMOS, C. G. Manejo de água no comportamento da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 10, p. 1413-1420, out. 2002a.

SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P.; SANTOS, C. Efeitos de bordaduras laterais e de cabeceira na produtividade e altura de plantas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. 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, 2002b. p. 346-349. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SANTOS, A. L. C. dos; BARROS, L. C. G.; LIMA, A. P. de. Cultivo da soca de arroz irrigado: uma alternativa para aumento da rentabilidade da rizicultura do Baixo São Francisco. 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, 2002c. p. 331-332. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SANTOS, A. B. dos; COSTA, E. G. de C.; SANTOS, C.; RAMOS, C. G. **Comportamento de cultivares e linhagens de arroz irrigado na cultura principal e na soca.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998a. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 19).

SANTOS, A. B. dos; SANTOS, C.; RAMOS, C. G. Avaliação de genótipos de arroz irrigado para o aproveitamento da soca. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas:** resumos expandidos. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1998b. v. 1, p. 147-149. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 85).

SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos A.; CASTRO, E. da M. de. Comportamento de linhagens de arroz irrigado no aproveitamento da soca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 6, p. 673-675, jun. 1986.

SARAN, A. B.; PRASAD, M. Ratooning in paddy. **Current Science**, Bangalore, v. 21, n. 8, p. 223-224, 1952.

SCHIOCCHET, M. A. Efeito de época de semeadura na produção de grãos da soca do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 172-174.

SHARI, B. B.; RAHARINIRIAN, J. Potential of rice ratooning in Madagascar. In: IRRI. **Rice ratooning.** Los Baños, 1988. p. 129-134.

TÉCNICA se multiplica com alternativas. In: **Anuário Brasileiro do Arroz 2002.** Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2002. p. 60-63.

UCHOA, B. F.; BRANDÃO, R. C. **Estudo preliminar da soca em genótipos de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) nas condições do submédio São Francisco.** Recife: IPA, 1991. 3 p. (IPA. Comunicado Técnico, 42).

WEBB, B. D.; BOLLIICH, C. N.; SCOTT, J. E. **Comparative quality characteristics of rice from first and ratoon crops.** [S.l.]: Texas Agricultural Experiment Station, 1975. 12 p. (Progress Report, 3324).

XU, X. B.; ZHANG, J. G.; JIANG, X. X. Ratooning in China. In: IRRI. **Rice ratooning.** Los Baños, 1988. p. 79-85.

Capítulo 2

CLIMATOLOGIA E ESPAÇO GEOGRÁFICO

*Silvando Carlos da Silva, Alberto Baêta dos Santos e
Neiva Maria Pio de Santana*

RESUMO

Viabilizar soluções tecnológicas para um agronegócio compreende reduzir os riscos climáticos na produção agrícola, tornando-o mais competitivo. Estudos sobre climatologia são importantes para avaliar o potencial produtivo do cultivo principal e da soca das cultivares de arroz irrigado. A cultura do arroz é submetida a condições climáticas bastante distintas, pois é realizada, no Brasil, em todos os Estados, em latitudes que variam desde 5° Norte até 33° Sul. Com isso, é uma das culturas mais influenciadas pela condições climáticas. Os elementos climáticos que mais influenciam a produtividade de grãos da cultura do arroz são a temperatura do ar, a radiação solar, a precipitação pluvial e o fotoperíodo. As exigências climáticas da planta variam conforme a sua fase de desenvolvimento. Os efeitos da temperatura do ar no crescimento das plantas e nas funções metabólicas são diversificados e complexos, afetando diferentemente as características da planta de arroz em função dos estádios de desenvolvimento. A radiação solar no estágio reprodutivo tem maior efeito sobre a produtividade de grãos que nos estádios vegetativo e de maturação. O conhecimento das características climáticas de uma região possibilita definir estratégias de manejos que minimizem os efeitos de eventos climáticos extremos sobre a produtividade de grãos da soca de arroz, como também de sua influência na incidência de pragas e doenças. O crescimento da soca varia conforme o ambiente interno e externo dos colmos, pois, além da temperatura do ar, depende da fertilidade do solo e das reservas do colmo. Neste capítulo objetivou-se caracterizar as influências dos elementos climáticos sobre o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade de grãos da soca de arroz irrigado, bem como, identificar os ambientes caracterizados como várzeas que cultivam arroz irrigado, no Brasil.

INTRODUÇÃO

Devido à grande interação do homem com a agricultura, o clima deve ser considerado como um fator decisivo sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Para tanto, conhecer o comportamento dos elementos climáticos, definidos como grandezas que quantificam o clima, ao longo dos anos, é de suma importância.

Conhecendo-se as informações climáticas de uma região, poder-se-á caracterizá-la climaticamente, possibilitando, assim, definir estratégias de manejos que minimizem o risco oriundo das variações na disponibilidade hídrica, de eventos climáticos extremos, como também de sua influência na incidência de pragas e

doenças.

ELEMENTOS CLIMÁTICOS E A CULTURA DO ARROZ

Os elementos climáticos que mais influenciam a produtividade de grãos do arroz são a temperatura do ar, a radiação solar, a precipitação pluvial e o fotoperíodo.

Segundo De Datta & Bernasor (1988), a temperatura do ar e a luminosidade são os fatores do ambiente que mais afetam o perfilhamento da soca.

A temperatura do ar afeta diferentemente as características da planta de arroz em função dos estádios de desenvolvimento. Conforme Samson (1980), plantas expostas a baixa temperatura do ar, 20/20 °C, no estádio de emborrachamento formaram três vezes mais perfilhos basais na soca que aquelas expostas a temperatura do ar alta, 35/27 °C, e duas vezes mais que as expostas a temperatura do ar normal, ou seja, em torno de 29/21 °C. Os números de perfilhos total e produtivos foram significativamente maiores sob temperatura do ar menor que 29/21 °C, embora a diferença entre o número total e o de perfilhos produtivos não tenha diferido significativamente. Entretanto, a produtividade de grãos a 20/20 °C foi significativamente menor que em temperaturas do ar alta e normal, devido à maior esterilidade de espiguetas. A produtividade de grãos na soca não diferiu nas temperaturas do ar normal e alta. A temperatura do ar também afetou a duração do ciclo da soca. O ciclo da cultura alongou-se de 56 dias, em alta temperatura do ar, para 96 dias, em baixa temperatura do ar.

Entre outras características da planta, Ichii (1982) estudou as diferenças na altura, na produtividade de grãos e na porcentagem de perfilhos no estádio inicial de desenvolvimento da soca, quando as plantas foram cortadas dez dias após a emissão das panículas e expostas a temperatura alta, 30 °C, ou a baixa. Verificou que estas características foram maiores a 30 °C. As porcentagens máximas de perfilhos a 30 °C e a 20 °C foram observadas 5 e 20 dias após o corte, respectivamente. A produtividade de grãos e a altura de plantas variam mais com a temperatura que a porcentagem de perfilhos.

A ocorrência de temperaturas do ar abaixo de 20 °C na fase de divisão-redução celular e durante a floração pode causar alta esterilidade de espiguetas. Terres & Galli (1985) mencionam que a produtividade de grãos é reduzida em consequência da alta esterilidade e atrofia das espiguetas, emissão incompleta das panículas, grãos mal formados e alongamento do período de floração, quando temperaturas do ar inferiores a 17 °C ocorrem na fase reprodutiva. Xu et al. (1988) relatam que as temperaturas baixas críticas são 13 °C para a semeadura e 23 °C para a emissão de panículas. Nesta mesma linha de estudo, Mackill & Lei (1997) citam que na fase reprodutiva, especialmente na microsporogênese, temperaturas baixas durante a noite induzem ao aumento da esterilidade das espiguetas e, conseqüentemente, à redução da produtividade de grãos.

Alvarado (2002) mostrou uma relação linear e positiva entre temperatura do ar e número de plantas por unidade de área, e relação inversa entre temperatura do ar e ciclo até o florescimento, mostrando que a redução na temperatura do ar diminui a emergência de plântulas e aumenta o ciclo até o florescimento. Neste mesmo trabalho, foi avaliado também o efeito da temperatura do ar durante cinco dias na fase de floração, mostrando que temperaturas inferiores a 17 °C podem aumentar a esterilidade de espiguetas em até 60%, como ocorreu na cultivar Diamante de arroz irrigado. Para a obtenção de altas produtividades, Jennings et al. (1979) consideram que a esterilidade normal de espiguetas deve ser de 10 a 15%.

Quando a planta de arroz é exposta a temperaturas do ar acima de 30 °C, pode ocorrer redução do número de perfilhos, altura das plantas, comprimento da raiz, produção de matéria seca da parte aérea e, conseqüentemente, da produtividade de grãos e seus componentes (Martins et al., 1981). O efeito da temperatura no crescimento das plantas e nas funções metabólicas é diversificado e complexo. A temperatura do solo afeta a fisiologia das raízes, pelo seu efeito na absorção de nutrientes e de água, e a temperatura do ar, a produção metabólica, o armazenamento de carboidratos, a alongação das células, a fotossíntese, a transpiração e a respiração da planta (Kramer & Kozlowski, 1960). Os produtos da fotossíntese são perdidos em maior quantidade em condições de tempo mais quentes, devido às taxas de respiração mais altas (Thompson, 1975). As plantas de arroz podem tolerar temperaturas máximas da água até 35 °C; acima deste valor, a produção reduz drasticamente. Avaliando os efeitos de manejos de água sobre a temperatura da água de irrigação e o comportamento de genótipos de arroz irrigado, no município de Dueré, no Estado do Tocantins, Santos et al. (2003) verificaram que foi freqüente a ocorrência de temperaturas da água acima de 35 °C no período das 12 às 18 h, atingindo índices térmicos de até 52 °C. Estes valores também ocorreram após este período, embora com menor intensidade. Os autores relataram ainda que o efeito da lâmina de água sobre a temperatura do solo é mínimo, cerca de 1 °C. Xiong et al. (1990) determinaram que as condições ambientais ótimas para o perfilhamento da soca foram temperatura média diária de 25-26 °C e 84-85% de umidade relativa, para uma produtividade de grãos de 3,4 t ha⁻¹.

A importância do estudo dos elementos climáticos sobre a produtividade de grãos de arroz é relatada por Andrade (1991), que salienta a grande influência da radiação solar e, particularmente, o efeito da temperatura do ar sobre o período reprodutivo das plantas. O autor menciona que o ambiente e a constituição genética, principalmente porte e arquitetura foliar, determinam a quantidade de radiação solar absorvida pelas plantas, indispensável para uma alta atividade fotossintética.

A produtividade de grãos do arroz irrigado pode ser expressa considerando-se o número de panículas por unidade de área, número de grãos por panícula e massa de grãos. A proporção de cada um destes componentes é quantificada em cada fase de

desenvolvimento da cultura, dependendo, obviamente, da temperatura do ar, radiação solar, da água e da disponibilidade de nutrientes (Nedel et al., 1998).

Carmona et al. (2002) concluíram que a produtividade de grãos do arroz irrigado, no Estado do Rio Grande do Sul, está significativamente correlacionada com a razão de insolação nos meses de outubro a março e com o número de dias com temperatura do ar igual ou menor que 15 °C nos meses de janeiro, fevereiro e março.

As exigências climáticas da planta variam conforme a sua fase de desenvolvimento. O parâmetro graus-dia reflete o acúmulo diário de energia que se situa acima da condição mínima e abaixo da máxima exigida pela planta. Souza & Costa (1992) observaram diferenças de graus-dia entre quatro cultivares estudadas de até 83% e que a duração do ciclo sofre influência marcante da época de semeadura. Com o objetivo de identificar os principais elementos meteorológicos que influenciam o crescimento e desenvolvimento da planta de arroz e determinar as suas exigências térmicas para a identificação de épocas de semeadura, onde a cultura possa expressar todo o seu potencial produtivo tanto no cultivo principal quanto na soca, Santos & Lobato (1996) verificaram que a fase vegetativa do cultivo principal exige cerca de 50% da soma térmica total. A exigência térmica da soca correspondeu aproximadamente à mesma da fase vegetativa do cultivo principal. Ramos (1982) considerou que o regime térmico das regiões do médio e baixo vale do Itajaí e litoral norte de Santa Catarina possibilita o cultivo intensivo das várzeas mediante o duplo cultivo de arroz ou o cultivo da soca.

McMaster & Wilhelm (1997) concluíram que a temperatura base de 10 °C foi a que apresentou melhor resultado para o crescimento do cultivo do arroz. Alves et al. (2000) estudando as exigências térmicas do arroz irrigado, observaram que a temperatura base para a cultivar IAC 4440 foi de 18,8 °C; 12,5 °C; e 11,8 °C, respectivamente, para as fases fenológicas semeadura - germinação, germinação-florescimento e florescimento-colheita. Neste mesmo estudo, concluíram que a soma térmica da semeadura até a colheita foi de 1.985 graus-dia.

Em condições de terras altas, estudos de Lobato & Silva (1995) mostraram que as exigências térmicas e as produtividades de grãos das cultivares estudadas variaram com as épocas de semeadura. Devido à ocorrência de temperaturas do ar inferiores a 15 °C e à influência de fotoperíodo sobre o crescimento da planta de arroz, os mesmos autores observaram diminuição do porte da planta, menor índice de área foliar e queda da produtividade de grãos. Revelaram, também, que outros fatores interferem na acumulação térmica durante o ciclo. O fotoperíodo faz com que a planta complete seu ciclo com maior acumulação térmica, à medida que se atrasa a semeadura, e é certamente um dos fatores condicionantes da determinação do somatório térmico em arroz de terras altas.

O requerimento em radiação solar pela cultura de arroz difere de um estágio de desenvolvimento para outro. A radiação solar no estágio reprodutivo tem

maior efeito sobre a produtividade de grãos que nos estádios vegetativo e de maturação. Radiação solar de $300 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ no estádio reprodutivo possibilita uma produtividade de grãos ao redor de 5 t ha^{-1} (Yoshida, 1981). Para Chang (1985), a radiação solar durante os estádios reprodutivo e de maturação é o principal fator que determina a produtividade de grãos de arroz.

Mota (1995) observou que as maiores produtividades de grãos do arroz irrigado ocorreram quando o ambiente apresentou altos níveis de radiação solar global e baixa ocorrência de temperaturas do ar $< 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

O sombreamento do cultivo principal afetou o perfilhamento da soca, a altura e a produtividade de grãos (Quddus, 1981; Ichii & Sumi, 1983). A duração do sombreamento também influenciou o crescimento da soca (Quddus, 1981). Sombreamento no período da floração até sete dias após a colheita do cultivo principal, compreendendo 28 dias, causou menor produtividade de grãos da soca que sombreamento no período do estádio leitoso tardio até sete dias após a colheita, 24 dias, ou da colheita até sete dias após. Plantas não sombreadas produziram 72% mais que plantas sombreadas. A aplicação de nitrogênio nos estádios leitosos inicial e tardio, em combinação com diferentes períodos de sombreamento, não afetou significativamente a produtividade de grãos.

Estudos de Garcia (1981) mostraram que a capacidade de regeneração dos perfilhos não foi afetada pelo sombreamento do cultivo principal. Contudo, o número de perfilhos produzidos na soca decresceu com o aumento do sombreamento. Em geral, sem ou com 49% de sombreamento tiveram efeitos similares sobre a produtividade de grãos, espiguetas e grãos por panícula, massa de 1.000 grãos e porcentagem de espiguetas estéreis. Entretanto, 66% de sombreamento do cultivo principal reduziu a produtividade de grãos, a qual foi atribuída aos menores números de espiguetas e de grãos por panícula e aumento da esterilidade de espiguetas. O número de panículas não foi afetado significativamente pelo sombreamento.

A altura da soca, a produtividade de grãos e a porcentagem de perfilhos de plantas submetidas a diferentes intensidades de luz: sem sombreamento, com 50% e com 75% de sombreamento, por duas semanas após o corte decresceram significativamente com o aumento do sombreamento (Ichii & Sumi, 1983). A altura máxima foi atingida aos 30 dias sem sombreamento, aos 25 dias, com 50% de sombreamento, e aos 20 dias, com 75% de sombreamento. Independentemente da intensidade de luz, os valores máximos de porcentagem de perfilhos e da altura da soca ocorreram 15 dias após o corte.

As maiores produtividades de arroz observadas nos países de clima temperado, em relação aos de clima tropical, são atribuídas às baixas temperaturas que ocorrem durante a maturação, as quais proporcionam um alongamento do ciclo nesta fase, propiciando um maior tempo para enchimento das espiguetas. Uma maior quantidade de energia solar, na duração mais prolongada deste período, contribui sensivelmente para maiores produtividade de grãos.

Além da temperatura do ar, Ichii (1988) relata que, em condições de alta luminosidade, o desenvolvimento do arroz é vigoroso em virtude da eficiente atividade fotossintética. O crescimento da soca varia conforme o ambiente interno e externo dos colmos, pois, além da temperatura do ar, depende da fertilidade do solo e das reservas do colmo.

IDENTIFICAÇÃO GEOGRÁFICA E COMPORTAMENTO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS

A distribuição dos ambientes caracterizados como várzeas que cultivam arroz irrigado, no Brasil, encontra-se na Figura 2.1. Este sistema existe desde o município de Paracaima, em Roraima, até Santa Vitória do Palmar, no Rio Grande do Sul. As várzeas situadas ao sul do Brasil são consideradas subtropicais, e as localizadas no Centro Oeste, Norte e Nordeste são citadas como tropicais. Estas características podem ser justificadas conforme informações climáticas



Fig. 2.1. Localidades que cultivam arroz irrigado em várzeas, no Brasil.

Tabela 2.1. Temperatura máxima e mínima do ar e precipitação pluvial, média mensal, de algumas localidades que cultivam arroz irrigado em várzeas, no Brasil.

Meses	Agudo – RS			Pelotas (Capão do Leão) – RS		
	Lat. 29° 38' 42"'' Long. 53° 14' 24"''			Lat. 31° 52' 00"'' Long. 52° 21' 24"''		
	Alt. 50 m			Alt. 13 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	30,4	19,1	145,1	28,7	18,1	109,3
Fev	30,0	19,5	130,2	28,7	18,0	103,3
Mar	28,2	17,9	151,7	27,1	16,1	180,3
Abr	25,0	14,5	134,7	24,1	12,4	61,6
Mai	25,0	14,5	134,7	21,0	8,7	69,1
Jun	22,1	11,8	129,1	18,8	7,7	88,0
Jul	19,2	9,3	144,0	18,3	8,7	133,1
Ago	19,6	9,5	148,6	18,5	7,5	164,9
Set	21,9	11,3	153,6	20,3	10,3	138,0
Out	24,8	13,5	145,9	22,5	11,6	85,2
Nov	27,3	15,9	132,2	24,8	14,5	93,7
Dez	29,5	18,3	133,5	27,0	16,4	95,8

Meses	Alegrete – RS			Santa Vitória do Palmar – RS		
	Lat. 29° 46' 58"'' Long. 55° 47' 31"''			Lat. 33° 31' 08"'' Long. 53° 22' 00"''		
	Alt. 120 m			Alt. 23 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	28,8	17,9	162,3	27,6	17,1	93
Fev	28,5	17,7	159,7	28,0	17,4	89
Mar	26,3	15,3	122,7	26,6	16,5	125
Abr	24,5	13,1	116,0	23,0	13,4	74,0
Mai	21,8	11,7	147,9	19,8	10,5	93,2
Jun	20,0	10,0	122,2	16,4	8,3	102,1
Jul	20,5	11,2	140,2	16,1	8,2	120,9
Ago	18,3	10,9	107,2	16,9	8,8	107,5
Set	20,0	12,7	130,8	18,1	9,7	124
Out	21,8	14,0	123,3	20,9	11,8	99
Nov	24,6	16,0	85,0	23,8	13,3	72
Dez	30,7	18,0	108,7	26,9	15,4	79

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Torres- RS			Dourados - MS		
	Lat. 29°20'34"'' Long. 49°43'39"''			Lat. 22° 13' 15"'' Long. 54° 48' 21"''		
	Alt. 6 m			Alt. 452 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	25,6	19,2	130	31,2	20,6	135,9
Fev	25,7	19,4	137	31,2	20,3	127,1
Mar	25,3	18,6	139	31,0	19,5	136,5
Abr	23,7	16,4	96,4	29,1	19,6	109,1
Mai	21,4	13,8	88,5	26,2	16,7	113,5
Jun	19,1	11,5	98,2	24,7	12,7	73,0
Jul	18,7	11,3	100,1	25,3	10,9	51,5
Ago	18,7	11,9	138,9	27,3	13,5	51,3
Set	18,6	12,4	136,2	28,0	15,1	106,0
Out	20,3	14,1	123,6	30,2	17,3	159,4
Nov	22,1	15,8	106,3	30,7	18,9	164,0
Dez	24,0	17,0	102,2	30,0	17,7	178,8

Meses	Rio Brilhante - MS			Cambuquira - MG		
	Lat. 21° 48' 07"'' Long. 54°32' 45"''			Lat. 21° 51' 07"'' Long. 45° 17' 45"''		
	Alt. 265 m			Alt. 843 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	31,2	20,6	135,9	28,4	19,1	335,0
Fev	31,2	20,3	127,1	28,6	18,8	303,4
Mar	31,0	19,5	136,5	28,8	17,3	153,9
Abr	29,1	19,6	109,1	25,8	16,2	125,7
Mai	26,2	16,7	113,5	24,8	10,3	38,4
Jun	24,7	12,7	73,0	24,4	11,3	29,8
Jul	25,3	10,9	51,5	24,2	10,6	26,8
Ago	27,3	13,5	51,3	25,6	12,1	40,7
Set	28,0	15,1	106,0	25,9	13,6	68,3
Out	30,2	17,3	159,4	26,7	15,4	147,4
Nov	30,7	18,9	164,0	26,8	16,2	176,7
Dez	30,0	17,7	178,8	27,4	17,0	248,4

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Janaúba – MG			Leopoldina – MG		
	Lat. 15° 48' 10" Long. 43° 18' 32" "			Lat. 21° 31' 55" Long. 42° 38' 34" "		
	Alt. 516 m			Alt. 268 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	30,9	20,3	190,9	31,8	21,7	241,2
Fev	31,8	20,7	87,1	32,0	21,9	186,8
Mar	32,2	20,4	56,4	31,9	21,3	127,4
Abr	31,9	20,1	20,6	29,9	19,2	55,9
Mai	30,6	19,0	6,4	27,8	16,4	29,5
Jun	30,3	18,5	5,9	25,9	14,4	11,3
Jul	29,2	16,5	0,2	26,7	14,3	22,4
Ago	29,7	17,1	12,7	28,5	15,1	14,7
Set	31,7	18,6	8,3	29,0	17,2	47,9
Out	33,0	20,6	33,2	29,8	19,4	99,4
Nov	31,8	20,8	131,4	30,5	21,3	197,4
Dez	30,8	20,9	181,3	31,2	21,1	203,0

Meses	Prudente de Morais – MG			Campos – RJ		
	Lat. 19° 28' 55" Long. 44° 09' 18" "			Lat. 21° 59' 00" Long. 42° 32' 00" "		
	Alt. 732 m			Alt. 14 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	29,6	18,8	289,5	32,3	22,7	113,4
Fev	30,6	18,8	171,8	32,4	22,8	82,6
Mar	29,7	18,4	160,0	32,3	22,8	90,1
Abr	29,0	17,0	57,3	30,3	21,2	72,5
Mai	27,1	14,1	27,0	28,1	18,9	42,3
Jun	26,3	12,3	9,4	27,4	17,8	28,1
Jul	26,7	12,3	4,0	27,2	17,3	31,4
Ago	27,8	13,2	14,6	28,0	17,8	27,2
Set	29,1	15,8	55,2	26,9	18,8	69,4
Out	29,8	17,5	78,7	28,2	20,0	104,2
Nov	28,8	18,3	250,5	28,0	20,7	142,3
Dez	29,0	18,8	310,8	30,4	21,9	135,5

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Macaé – RJ			Itaocara – RJ		
	Lat. 22° 22' 15" Long. 41° 47' 13" "			Lat. 21° 40' 44" Long. 42° 04' 55" "		
	Alt. 15 m			Alt. 61 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	30,5	21,9	156,7	33,7	22,1	192,8
Fev	28,4	20,3	100,7	34,0	22,1	107,0
Mar	30,3	21,5	100,5	33,2	21,7	100,3
Abr	28,8	20,0	101,3	30,0	19,1	73,8
Mai	27,4	17,9	71,8	28,8	16,4	42,1
Jun	24,2	15,4	52,7	27,8	15,0	20,8
Jul	25,7	15,9	65,9	26,9	14,6	14,8
Ago	26,0	16,9	47,8	28,1	15,5	28,4
Set	24,6	17,0	57,7	28,6	17,5	62,5
Out	27,0	19,6	98,6	28,9	19,2	102,7
Nov	26,1	18,7	147,9	30,4	20,5	176,3
Dez	29,4	21,1	184,5	32,4	21,4	212,6

Meses	Itaperuna – RJ			Santo Antônio de Pádua – RJ		
	Lat. 21° 12' 18" Long. 41° 53' 16" "			Lat. 21° 32' 20" Long. 42° 10' 48" "		
	Alt. 123m			Alt. 70 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	32,0	21,7	188,4	33,7	22,1	192,8
Fev	32,9	21,9	96,9	34,0	22,1	107,0
Mar	32,2	21,4	103,6	33,2	21,7	100,3
Abr	30,0	19,8	90,5	30,0	19,1	73,8
Mai	28,4	17,5	44,6	28,8	16,4	42,1
Jun	27,3	15,7	23,9	27,8	15,0	20,8
Jul	26,9	15,0	30,8	26,9	14,6	14,8
Ago	28,0	15,8	29,8	28,1	15,5	28,4
Set	27,9	17,4	56,2	28,6	17,5	62,5
Out	28,9	19,1	109,4	28,9	19,2	102,7
Nov	29,9	20,2	195,2	30,4	20,5	176,3
Dez	30,6	21,0	206,9	32,4	21,4	212,6

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Goianira – GO			Luiz Alves – GO		
	Lat. 16° 29' 45" Long. 49° 25' 33" "			Lat. 13° 16' 30" Long. 50° 09' 46" "		
	Alt. 720 m			Alt. 200 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	29,1	19,3	236,4	29,5	20,5	287,5
Fev	29,7	19,0	191,2	29,5	20,5	262,5
Mar	29,6	19,0	243,3	28,5	19,5	212,5
Abr	29,9	17,1	117,2	29,5	19,5	112,5
Mai	29,4	14,2	31,8	28,5	17,5	87,5
Jun	28,9	10,1	9,7	28,5	16,5	12,5
Jul	28,1	9,5	4,3	28,5	15,5	12,5
Ago	30,9	11,0	21,9	30,5	16,5	12,5
Set	31,7	15,0	61,2	32,5	17,5	37,5
Out	31,1	17,9	131,1	31,5	18,5	137,5
Nov	30,0	18,5	189,9	30,5	20,5	212,5
Dez	29,0	19,0	235,7	29,5	20,5	262,5

Meses	Flores de Goiás – GO			Formoso do Araguaia – TO		
	Lat. 14° 26' 56" Long. 47° 02' 60" "			Lat. 11° 47' 49" Long. 49° 31' 44" "		
	Alt. 200 m			Alt. 130 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	27,5	19,8	271,1	31,5	21,9	274,6
Fev	28,0	19,9	215,4	31,9	22,2	280,8
Mar	28,9	20,1	229,7	31,9	22,4	272,8
Abr	28,5	19,9	118,7	33,0	22,8	79,0
Mai	28,4	20,4	19,8	33,8	22,1	36,2
Jun	27,5	17,4	8,7	33,5	19,5	3,1
Jul	28,0	16,9	4,9	34,0	19,1	3,7
Ago	29,6	18,5	12,5	35,6	20,0	6,2
Set	30,6	20,2	30,0	35,9	21,2	33,7
Out	30,0	20,5	123,5	34,4	22,3	152,5
Nov	28,1	20,1	223,2	32,8	22,3	190,8
Dez	28,7	20,0	280,0	31,6	22,3	296,8

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Teresina – PI			Miguel Alves – PI		
	Lat. 05° 05' 20" ′ Long. 42° 48' 07" ′			Lat. 04° 09' 57" ′ Long. 42° 53' 42" ′		
	Alt. 74 m			Alt. 34 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	32,2	22,5	248,3	32,1	22,3	241,6
Fev	30,1	22,4	281,0	31,6	22,1	274,3
Mar	30,1	22,4	286,3	31,5	22,2	340,8
Abr	31,6	22,7	287,9	31,5	22,4	273,4
Mai	31,8	22,4	109,5	31,3	22,0	137,4
Jun	32,4	21,2	25,4	31,5	20,9	32,2
Jul	33,3	20,4	12,7	32,2	20,2	14,3
Ago	33,5	20,5	11,6	34,0	20,5	16,0
Set	35,8	22,0	16,9	35,0	21,9	13,0
Out	36,4	22,8	18,0	35,6	22,7	26,7
Nov	35,4	23,0	64,8	35,0	23,0	51,8
Dez	34,2	23,1	126,1	33,9	22,7	135,8

Meses	Buriiti dos Lopes – PI			Belém-PA		
	Lat. 03° 10' 30" ′ Long. 41° 52' 10" ′			Lat. 01° 26' 00" ′ Long. 48° 28' 00" ′		
	Alt. 23 m			Alt. 10 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	32,5	23,5	137,8	30,9	22,1	366,5
Fev	30,8	21,3	276,8	30,5	22,2	417,5
Mar	30,1	23,0	357,5	30,4	22,4	432,6
Abr	30,2	23,0	336,0	30,8	21,8	360,0
Mai	30,8	22,8	226,3	31,3	22,6	304,4
Jun	31,3	22,2	54,0	31,7	22,1	140,2
Jul	31,5	22,0	21,2	31,7	21,7	152,1
Ago	31,8	23,4	4,7	32,1	21,7	131,1
Set	32,0	23,4	2,2	32,1	21,7	140,8
Out	32,0	23,6	3,1	32,2	21,6	116,1
Nov	31,8	23,7	8,4	32,3	21,9	111,8
Dez	31,8	23,8	45,8	31,9	22,0	216,4

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Breves-PA			Iguatú-CE		
	Lat. 01° 41' 00" Long. 50° 29' 00" "			Lat. 08° 22' 00" Long. 39° 12' 00" "		
	Alt. 15 m			Alt. 217 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	31,1	21,3	307,4	33,3	22,5	145,2
Fev	30,8	21,4	294,5	32,0	22,8	170,2
Mar	30,9	21,4	319,3	31,2	20,8	248,2
Abr	31,3	22,4	311,4	29,8	21,6	214,5
Mai	31,7	21,7	237,9	27,8	21,8	101,9
Jun	32,0	21,4	188,5	27,3	21,7	385,7
Jul	32,2	21,1	133,9	28,5	20,2	248,0
Ago	32,8	21,0	75,8	33,2	21,1	115,0
Set	32,9	21,0	78,4	33,2	22,0	213,0
Out	33,3	20,9	89,8	33,9	22,7	267,7
Nov	32,9	21,2	81,3	35,2	23,2	116,9
Dez	32,3	21,4	181,0	34,7	23,5	55,7

Meses	Cabrobó-PE			Itapeva-SP		
	Lat. 08° 31' 00" Long. 30° 20' 00" "			Lat. 23° 57' 00" Long. 48° 53' 00" "		
	Alt. 341 m			Alt. 647 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Chuva (mm)
Jan	32,8	21,8	78,3	27,7	17,2	160,2
Fev	31,0	21,7	87,3	28,3	17,4	146,0
Mar	31,9	19,2	140,6	27,5	16,5	91,9
Abr	31,0	20,5	117,4	25,2	14,0	81,8
Mai	29,2	21,7	32,9	22,9	11,5	95,6
Jun	28,4	20,2	18,6	21,5	9,4	73,9
Jul	29,1	20,5	11,6	21,7	9,0	58,1
Ago	30,2	19,5	12,0	23,0	10,2	51,2
Set	32,0	21,0	3,5	23,2	12,5	88,8
Out	34,0	22,7	3,6	25,0	14,1	116,2
Nov	33,0	22,1	4,4	26,1	15,6	120,8
Dez	33,7	22,7	7,2	25,3	15,5	167,8

Tabela 2.1. Continuação.

Meses	Cáceres-MT			Linhares-ES		
	Lat. 18° 03' 00" ' Long. 57°41' 00" '		Chuva (mm)	Lat. 19° 24' 00" ' Long. 40° 04' 00" '		Chuva (mm)
	Alt. 118 m			Alt. 29 m		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)		Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	
Jan	32,3	22,5	263,2	31,0	22,3	159,2
Fev	33,9	23,6	182,1	31,8	22,4	89,5
Mar	32,3	21,9	169,6	31,4	22,2	111,2
Abr	34,2	21,0	104,4	29,8	20,7	79,7
Mai	32,8	18,9	48,2	28,6	19,0	48,1
Jun	29,7	16,4	27,5	27,3	17,4	34,9
Jul	30,9	15,6	24,1	26,5	16,6	54,5
Ago	32,3	16,9	26,0	27,0	17,2	53,9
Set	32,8	19,8	51,3	27,0	18,3	65,6
Out	32,5	21,6	78,2	28,0	19,9	125,8
Nov	35,2	22,6	155,6	29,1	20,9	188,5
Dez	34,2	22,8	218,1	30,1	21,9	189,7

especificadas na Tabela 2.1.

Com as abordagens climáticas e geográficas é possível detalhar com maior precisão áreas e épocas de semeadura mais apropriadas, conforme as características de cada cultivar. Assim, pode-se definir uma regionalização de métodos conforme variável que seja mais importante, como por exemplo, temperatura mínima do ar na região Sul, temperatura máxima do ar na Norte, água na Nordeste, dentre outras. Além disto, entende-se que o conhecimento espaço-temporal das variáveis climáticas poderá oferecer subsídios na formulação de novas diretrizes de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, J. R. Influence of air temperature on rice population, length of period from sowing to flowering and spikelet sterility. In: TEMPERATE RICE CONFERENCE, 2., 1999, Sacramento. **Proceedings...** Los Baños: IRRI, 2002. p. 63-68.

ALVES, V. C.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C.; AZZINI, L. E. Exigências térmicas do arroz irrigado 'IAC 4440'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 171-174, jul./dez. 2000.

ANDRADE, A. X. A produção de arroz e a influência dos fatores climáticos. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 44, n. 397, p. 3-4, jul./ago. 1991.

- CARMONA, L. de C.; BERLATO, M. A.; BERGONCI, J. I. Relação entre elementos meteorológicos e rendimento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 289-294, jul./dez. 2002.
- CHANG, J. H. A climatological analysis of yield difference between the first and second rice crop in Taiwan. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 36, n. 2, p. 113-120, Dec. 1985.
- DE DATTA, S. K.; BERNASOR, P. C. Agronomic principles and practices of rice ratooning. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 163-176.
- GARCIA, R. N. **The effects of growth duration and different levels of light intensity on the ratooning ability of rice**. 1981. 45 f. Thesis (Bacharelado) - University of the Philippines, Los Baños.
- ICHII, M. Some factors influencing the growth of rice ratoon. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 41-46.
- ICHII, M. The effect of light and temperature on rice plant ratoons. **Japanese Journal Crop Science**, Tokyo, v. 51, n. 3, p. 281-285, 1982.
- ICHII, M.; SUMI, Y. Effect of food reserves on the ratoon growth of rice plant. **Japanese Journal Crop Science**, Tokyo, v. 52, n. 1, p. 15-21, 1983.
- JENNINGS, P. R.; COFFMAN, W. R.; KAUFFMAN, H. E. **Rice improvement**. Los Baños: IRRI, 1979. 186 p.
- KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Physiology of trees**. New York: McGraw-Hill, 1960. 642 p.
- LOBATO, E. J. V.; SILVA, S. C. da. **Parâmetros meteorológicos, fenologia e produtividade do arroz de sequeiro sob condições de cerrado**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1995. 11 p. (Embrapa-CNPAP. Comunicado Técnico, 30).
- MACKILL, D. J.; LEI, X. Genetic variation for traits related to temperate adaptation of rice cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 4, p. 1340-1346, July/Aug. 1997.
- MARTINS, A. A. E.; GHEYI, H. R.; FAGERIA, N. K. Efeito da temperatura no crescimento, componentes de produção e rendimentos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 42-46, jan./abr. 1981.
- MCMASTER, G. S.; WILHELM, W. W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 87, n. 4, p. 291-300, 1997.
- MOTA, F. S. da. Influência da radiação solar e do "frio" no período reprodutivo sobre o rendimento do arroz irrigado em Pelotas e Capão do Leão. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 47, n. 413, p. 22-23, mar./abr. 1995.
- NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. de; CARMONA, P. S. A planta de arroz: mor-

fologia e fisiologia. In: PESKE, S. T.; NEDEL, J. L.; BARROS, A. C. S. A. (Ed.). **Produção de arroz**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1998. p. 11-65.

QUDDUS, M. A. **Effect of several growth regulators, shading and cultural management practices on rice ratooning**. 1981. 100 f. Thesis (Mestrado) - University of the Philippines, Los Baños.

RAMOS, M. Cultivo intensivo de arroz irrigado em algumas regiões de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 6, p. 883-888, jun. 1982.

SAMSON, B. T. **Rice ratooning**: effects of varietal type and some cultural management practices. 1980. 116 f. Thesis (Mestrado) - University of the Philippines, Los Baños.

SANTOS, A. B. dos; LOBATO, E. J. V. Exigências bioclimáticas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. 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-CNPAP, 1996. p. 132. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 62).

SANTOS, A. B. dos; SILVA, S. C. da; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeitos do manejo da irrigação na temperatura da água e no comportamento do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais... Itajaí: EPAGRI**, 2003. p. 181-183.

SOUZA, A.; COSTA, J. M. N. da. Temperatura base para cálculo de graus-dia para cultivares de arroz no triângulo mineiro. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 45, n. 400, p. 24-25, jan./fev. 1992.

TERRES, A. L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado. **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 83-94.

THOMPSON, L. M. Weather variability, climatic change and grain production. **Science**, Washington, v. 188, n. 4188, p. 535-541, May 1975.

XIONG, H.; FANG, W.; YU, J. Ecological conditions for axillary bud sprouting of ratooning rice. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 15, n. 1, p. 26, Feb. 1990.

XU, X. B.; ZHANG, J. G.; JIANG, X. X. Ratooning in China. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 79-85.

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

Capítulo 3

CULTIVAR

Alberto Baêta dos Santos

RESUMO

Os genótipos de arroz diferem grandemente na capacidade produtiva da soca, que é um caráter varietal potencialmente importante. Portanto, a sua herança genética deve ser aproveitada. A ampla variação na produtividade de grãos indica divergência genética entre as cultivares, a qual pode ser explorada mediante o melhoramento de plantas e o uso de práticas culturais para maior capacidade produtiva da soca. Para a obtenção da produção de uma segunda safra, é necessário que o desenvolvimento da soca ocorra num período cujas condições climáticas favoreçam a emissão de perfilhos e o desenvolvimento necessário da cultura, antes da entrada do inverno. Com isso, estas condições poderão determinar a cultivar a ser empregada. O crescimento da soca, porém, pode variar de acordo com o ambiente interno e externo dos colmos. As recomendações das cultivares de arroz para cultivo nas diferentes regiões produtoras no Brasil não se baseiam no potencial produtivo da soca, apenas do cultivo principal. Com isso, há necessidade de obtenção de genótipos com altas produtividades de grãos na soca, para o êxito desta prática. Informações relacionadas ao comportamento da soca das cultivares são apresentadas neste capítulo.

INTRODUÇÃO

A capacidade produtiva da soca é um caráter varietal potencialmente importante, porém de característica complicada (Vergara et al., 1988). A melhoria da capacidade produtiva da soca é difícil devido à arquitetura genética complexa e à influência dominante das condições agroclimáticas e práticas culturais. As características da própria planta são os fatores mais importantes no desenvolvimento da soca. O ambiente interno e externo dos colmos afeta o crescimento da soca. A grande maioria das recomendações das cultivares de arroz para cultivo nas diferentes regiões produtoras, no Brasil, não se baseia no potencial produtivo da soca, apenas do cultivo principal. Mais recentemente, em alguns programas de melhoramento, esta característica tem feito parte da avaliação final das linhagens elites selecionadas em ações de pesquisa e desenvolvimento de linhagens de alto potencial com a finalidade de lançamento como novas cultivares. De Datta & Bernasor (1988) mencionam que, para o sucesso dessa prática, há necessidade da obtenção de cultivares de ciclo curto com altas produtividades de grãos na soca.

POTENCIAL PRODUTIVO

A capacidade produtiva e outras características agronômicas da soca diferem significativamente entre os genótipos (Orsi & Godoy, 1963, 1967; Balasubramanian et al., 1970; Oliveira & Amorim Neto, 1979; Samson, 1980; Das & Ahmed, 1982; Chauhan et al., 1985; Santos & Gadini, 1986; Santos et al. 1986, 1998a, 1998b; Santos & Cutrim, 1987; Ichii, 1988; Krishnamurthy, 1988; Vergara et al., 1988; Costa et al. 2000a, 2000b). Portanto, a herança genética pode ser explorada (Chauhan et al., 1985; Krishnamurthy, 1988; Vergara et al., 1988). O crescimento da soca, porém, pode variar de acordo com os fatores internos e externos que afetam os colmos. Vergara et al. (1988) mencionam algumas características que afetam a soca: a capacidade inerente para produzir perfilhos; a origem dos perfilhos, perfilhos basais são preferidos; o atraso na senescência das folhas; a capacidade de acumulação de carboidratos, que pode ser afetada pela duração do ciclo; o vigor do sistema radicular do cultivo principal; e a viabilidade das gemas dormentes.

Na Malásia, as cultivares japônicas tiveram maior capacidade de produção de grãos na soca que as índicas, e cruzamentos entre japônica e índica apresentaram maior capacidade produtiva na soca (Krishnamurthy, 1988).

A maioria dos estudos não têm mostrado correlação positiva e significativa entre as produtividades de grãos do cultivo principal e da soca (Orsi & Godoy, 1963, 1967; Cuevas-Perez, 1980; Chauhan et al., 1985; Santos et al. 1998a, 1998b; Costa et al., 2000a; Dario, 2001). Entre os poucos trabalhos que mostraram correlação, encontra-se o de Prakash & Prakash (1988), que obtiveram coeficientes de correlação altamente significativos entre as produtividades de grãos do cultivo principal e da soca.

Avaliando o comportamento de genótipos de arroz afetados por práticas culturais na Estação Experimental de Campos, no Estado do Rio de Janeiro, Andrade et al. (1988) verificaram que a cultivar IR 841-63-5, na semeadura de setembro, apresentou o maior potencial produtivo na soca, com produtividade correspondente a 62% do cultivo principal. Ademais, a performance das cultivares modernas P 899-55-6-4-6-1B e IR 841-63-5 foi melhor que a da cultivar tradicional De Abril.

Em estudo conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, Costa et al. (2000a) consideraram as produtividades obtidas pelos genótipos de arroz de ciclo médio (Tabela 3.1), a linhagem CNA 3771 com 3.053 kg ha⁻¹ e a cultivar BRS Formoso com 2.702 kg ha⁻¹, como índices adequados de produtividade, o que justifica plenamente a utilização dessa prática cultural. Os autores verificaram, na soca, que a produtividade de grãos e o índice de colheita foram influenciados pelos genótipos dentro dos ciclos, curto e médio. Quanto à relação soca/cultivo principal, maiores percentuais foram determinados nos genótipos precoces CNA 7556, PR 380 e Javaé, que produziram acima de 55% das produtividades obtidas no cultivo principal, e pelos genótipos de ciclo médio BRS Formoso e CNA 3771, cujas relações foram superiores a 48%. Neste estudo, o valor comercial dos grãos do cultivo principal e da soca foi semelhante.

Tabela 3.1. Valores médios da produtividade do cultivo principal, da soca e total, relação soca/cultivo principal, índice de colheita (IC) e ciclo biológico de nove genótipos de arroz irrigado¹.

Genótipos	Produtividade de grãos			Soca/cultivo principal (%)	Cultivo principal		Soca	
	Cultivo principal	Soca (kg ha ⁻¹)	Total ²		IC	Ciclo ³ (dia)	IC	Ciclo ³ (dia)
Ciclos - Grupos								
Curto	4.517	2.885	7.202	80	0.41b	118	0.53	59
Médio	5.575	2.170	7.940	38	0.56a	148	0.52	64
Genótipos de ciclo curto								
CNA 7548	5.064a	2.783a	7.828a	55	0.41	117	0.52ab	65
CNA 7151	2.750b	2.833a	5.583b	103	0.40	110	0.51b	59
PR 380	5.062a	3.018a	8.079a	60	0.44	117	0.58a	59
BR-IRGA 409	5.486a	2.111b	7.597a	39	0.44	117	0.54ab	59
Javaé	4.223ab	2.899a	6.922ab	64	0.35	117	0.50ab	52
Genótipos de ciclo médio								
BRS Formoso	5.089	2.702a	7.792ab	53	0.59	148	0.54ab	64
CNA 3771	6.311	3.053a	9.364a	48	0.54	148	0.55a	64
Mética 1	6.370	920c	7.290b	14	0.54	148	0.48b	64
Diamante	5.308	2.005b	7.313b	38	0.56	148	0.50ab	64

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Produtividade do cultivo principal + soca.

³Ciclo compreendendo da semeadura até a colheita - cultivo principal e do corte até a colheita - soca.

Fonte: Adaptada de Costa et al. (2000a).

Com o objetivo de avaliar a praticabilidade do cultivo da soca das cultivares IAC-4440, IAC-242, IAC-100, IAC-101 e IAC-102 de arroz irrigado recomendadas para o Estado de São Paulo, Dario (2001) verificou que as cultivares, no cultivo principal e na soca, apresentaram comportamento muito semelhante em razão desses genótipos serem originários de parentais muito próximos, exceção à IAC-102, de menor ciclo e maior viabilidade de colmos férteis. Dario (2001) concluiu em seus estudos em Brotas, SP, que o cultivo da soca é viável e a cultivar precoce IAC-102 é a recomendada. A viabilidade do cultivo da soca da cultivar São Francisco de arroz irrigado na região do baixo São Francisco, em Sergipe, foi demonstrada na avaliação de uma Unidade de Observação implantada por Santos et al. (2002b). O cultivo da soca tem sido enfatizado como uma alternativa vantajosa para os produtores de arroz irrigado do norte catarinense até o Espírito Santo, se forem utilizadas cultivares adequadas (Técnica..., 2002; Tirando..., 2002).

Palchamy & Soundrapandian (1988) atribuíram a ampla variabilidade na produtividade diária da soca à cultivar, ao local, ao solo, à água, à época de semeadura e às práticas culturais. Nas cultivares de ciclo curto, a produtividade diária da soca variou de 6 a 80 kg ha⁻¹ dia⁻¹, enquanto no cultivo principal foi de 7 a 90 kg ha⁻¹ dia⁻¹.

Num programa de melhoramento de arroz, além do desempenho do cultivo principal, é importante avaliar a capacidade produtiva da soca das linhagens que constituem os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU). Estes

ensaios destinam-se à avaliação final das linhagens elites selecionadas em ações de pesquisa e desenvolvimento de linhagens de alto potencial para a finalidade de lançamento como novas cultivares. Mediante estes ensaios obtêm-se os requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso (VCU), para inscrição no Registro Nacional de Cultivares, segundo o anexo IV da Portaria N.º 294, de 14 de outubro de 1998, publicada no D. O. de 16/10/1998, da Secretaria de Desenvolvimento Rural. Assim, por ocasião do lançamento de uma nova cultivar, é possível também informar o seu potencial produtivo na segunda colheita (Figura 3.1). Nos estudos de avaliação das diferenças genotípicas e influência de práticas agronômicas sobre o crescimento das plantas e da capacidade produtiva, é importante o conhecimento da magnitude do efeito de bordadura para não beneficiar nem desfavorecer determinado genótipo. Avaliando a influência de bordadura no comportamento do cultivo principal e da soca de arroz irrigado, Santos et al. (2002a) verificaram que os genótipos de diferentes ciclos, curto e médio, não exercem ou sofrem competição lateral no cultivo principal. Observaram, também, que, independente das parcelas estarem sob competição ou separadas, o ideal seria para o cultivo principal 0,50 m de bordadura de cabeceira e, pelo menos, uma linha de bordadura lateral e, para o cultivo da soca, a bordadura de cabeceira seria de 1,00 m e duas linhas como bordadura lateral. Esta seria a forma de se evitar super ou subestimação da produtividade de grãos de arroz devido à competição entre genótipos.



Fig. 3.1. Avaliação do potencial produtivo da soca de linhagens de arroz irrigado no ensaio Valor de Cultivo e Uso (VCU).

O arroz híbrido tem grande potencial para aumentar a produtividade em certas áreas. O sucesso da soca no cultivo de arroz híbrido seria uma vantagem adicional na produção, servindo para compensar o custo extra da semente híbrida (Chauhan, 1988). Tem-se verificado que o arroz híbrido apresenta sistema radicular mais vigoroso e ativo, plântulas mais vigorosas e utiliza mais

eficientemente os fertilizantes aplicados, o que propicia melhor desenvolvimento e produtividade da soca. Zhang (1991) menciona que a soca de arroz híbrido produz 17% mais que a soca de cultivares tradicionais.

CICLO

Muitos estudos apresentam conclusões divergentes com relação à influência do ciclo das cultivares sobre a capacidade produtiva da soca. Algumas pesquisas têm apresentado correlações positivas entre a duração do ciclo e a capacidade de produção de grãos na soca. Mahadevappa & Yogeeshha (1988), após exaustiva revisão de literatura, encontraram uma gama de trabalhos mostrando superioridade da produtividade de grãos da soca originada de cultivares de ciclo curto, outros evidenciando melhores respostas das cultivares de ciclo médio, enquanto outros, para cultivares de ciclo longo. O ciclo do cultivo principal afeta o comportamento da soca, porquanto as cultivares de ciclo curto são recomendadas para as regiões de clima temperado, possibilitando, assim, o desenvolvimento da soca em condições climáticas favoráveis. Com isso, no Texas, nos Estados Unidos, as cultivares de ciclo de 100 dias produzem soca com sucesso, enquanto as de ciclo médio e longo não têm produtividade expressiva (Webb et al., 1975). Assim, no Golfo do Texas e em áreas de clima temperado, as cultivares de ciclo curto são recomendadas para soca e não requerem semeadura antecipada (Evatt & Beachell, 1960; Krishnamurthy, 1988). Para o cultivo da soca no norte fluminense, é recomendável que cultivares tardias sejam semeadas mais cedo (Oliveira & Amorim Neto, 1979). Estudos desenvolvidos por Orsi & Godoy (1963, 1967) evidenciaram que as cultivares precoces se mostraram mais produtivas, possibilitando um segundo corte econômico.

Na Índia, Reddy & Mahadevappa (1988), conduzindo um experimento com 25 linhagens melhoradas de arroz, observaram que os genótipos que maturaram mais tarde, em ambos os cultivos, principal e soca, escaparam de danos causados pelas baixas temperaturas na soca e apresentaram maiores produtividades, pois o florescimento ocorreu após o inverno. Nos estudos de Santos et al. (1998b), de modo geral, os genótipos de ciclo médio tiveram maior capacidade produtiva na soca que os de ciclo curto. Costa et al. (2000a) observaram que o ciclo biológico dos genótipos estudados foi de 110 a 148 dias no cultivo principal, enquanto na soca foi menor, variando de 52 a 65 dias, não diferindo significativamente entre si (Tabela 3.1).

A produtividade de grãos da soca foi relatada como sendo independente da duração do ciclo do cultivo principal e da soca (Das & Ahmed, 1982; Qiu & Jin, 1987). Correlações positivas e significativas, no entanto, também foram encontradas. A duração do ciclo do cultivo principal influencia (Cuevas-Perez, 1980) e é correlacionada positivamente com a capacidade produtiva da soca (Krishnamurthy, 1988). Ela é importante em relação ao local e aos fatores climáticos, como temperatura do ar, intensidade de luz, longitude e latitude predominantes na região.

PERFILHAMENTO

Para a obtenção da produção de uma segunda safra, é necessário que o desenvolvimento da soca ocorra num período cujas condições climáticas favoreçam a emissão de perfilhos e o desenvolvimento necessário da cultura, antes da entrada do inverno. Chang et al. (1985), estudando mais de uma centena de cultivares de arroz e suas respectivas socas, concluíram ser muito importante a capacidade de perfilhamento e a formação das panículas para obtenção de maiores produtividades de grãos. Por sua vez, Dario (2001) menciona que, provavelmente, a maior fertilidade dos colmos, traduzido em maior número de panículas, favoreceu a maior produtividade de grãos obtida pela cultivar IAC-102. Os perfilhos basais são os mais desejáveis, e, assim como a senescência tardia das folhas do cultivo principal, são considerados aspectos favoráveis para o cultivo da soca (Mahadevappa, 1980). O vigor do sistema radicular do cultivo principal e a espessura dos colmos favorecem a brotação da soca. Mahadevappa & Yogeeshha (1988) relataram como importantes objetivos do melhoramento os perfilhos basais com florescimento uniforme e a senescência tardia das folhas, além das características do colmo e da raiz.

Avaliando as características agronômicas que se correlacionam com o comportamento de ambas as colheitas, Costa et al. (2000a) concluíram que o número de panículas por m² e o de perfilhos por m² apresentaram os mais altos coeficientes de correlação com a produtividade de grãos da soca. Correlações positivas e significativas entre o número de perfilhos e a produtividade de grãos também foram verificadas nos estudos de Haque (1975) e Das & Ahmed (1982). Em estudos realizados em Karnataka, na Índia, Prakash & Prakash (1988) verificaram que o número de perfilhos regenerados foi a característica mais correlacionada com a produtividade de grãos da soca ($r = 0,88$).

As cultivares SCS BRS – 111, SCS – 112 e SCSBRS 113 – Tio Taka recomendadas para o cultivo no sistema pré-germinado para as regiões produtoras de arroz irrigado do Estado de Santa Catarina, nos anos 2000, 2000 e 2002, respectivamente, apresentaram boa capacidade de perfilhamento após a colheita do cultivo principal, podendo ser manejadas para o cultivo da soca em locais com potencial climático para o desenvolvimento das plantas na segunda colheita (EPAGRI, 2000a, 2000b, 2002).

Subramanian & Ramalingam (1990), avaliando a capacidade produtiva da soca de 24 cultivares na Índia, estabeleceram um índice baseado no vigor e no número de perfilhos da soca. Este índice foi associado positiva e significativamente com a produtividade de grãos da soca. Os autores consideram que o índice soca pode ser usado como um critério de seleção de cultivares com maior capacidade produtiva. As avaliações visuais da capacidade de perfilhamento dos genótipos, efetuadas por Santos et al. (1998b) aos 25 dias após o corte das plantas, correlacionaram positivamente com a produtividade de grãos na

soca, com valores de R entre 0,42 a 0,54. Com isso, os autores consideraram esta avaliação um bom indicativo do potencial de grãos na soca.

SUBSTÂNCIAS DE RESERVA

As cultivares diferem quanto ao armazenamento de reservas nos colmos. O desenvolvimento dos perfilhos é altamente influenciado pelos carboidratos que permanecem na resteva e nas raízes após a colheita, bem como pelo nitrogênio no solo (Krishnamurthy, 1988). A capacidade de acúmulo de carboidratos pode ser afetada pela duração do ciclo, pelo vigor das raízes e pela viabilidade das gemas dormentes (Chauhan et al., 1985). De acordo com Ichii & Sumi (1983), a capacidade produtiva da soca depende amplamente da massa e das substâncias de reserva da base do colmo. O colmo da planta de arroz é um órgão de armazenamento vital. Plantas com colmos espessos armazenam mais carboidratos que aquelas com colmos finos (Cuevas-Perez, 1980; Samson, 1980; Ichii & Sumi, 1983; Krishnamurthy, 1988) e, provavelmente, isto será refletido no potencial da soca. Palchamy et al. (1990, 1991) verificaram que a cultivar Bhavani apresentou maior produtividade de grãos na soca, teve colmos mais espessos e teor mais elevado de carboidratos que outras duas cultivares estudadas. Isto pode ter induzido a regeneração mais vigorosa dos perfilhos da soca, resultando em maior número de perfilhos e maior produtividade de grãos.

Antes do florescimento das plantas de arroz do cultivo principal, grandes quantidades de carboidratos e açúcares acumulam-se nas folhas e nos colmos. Antes da floração, a armazenagem de vários açúcares e carboidratos pela planta varia com a cultivar e pode contribuir com 20 a 40% da produtividade final do cultivo principal (Yoshida, 1972; Murata & Matsushima, 1975). Após a floração, os carboidratos acumulados são translocados para desenvolvimento dos grãos. Quando o cultivo principal aproxima-se da maturação, novos carboidratos podem acumular-se nos colmos. A segunda acumulação de carboidratos, justamente anterior à colheita do cultivo principal, pode contribuir para a produtividade de grãos na soca por afetar a regeneração dos perfilhos. Esta hipótese foi sugerida com base em estudos de crescimento de plantas em casa-de-vegetação no Estado do Oregon, Estados Unidos (Cuevas-Perez, 1980), e na determinação de perfilhos da soca nas Filipinas (Samson, 1980). Com o objetivo de determinar se as baixas produtividades da soca podem ser atribuídas à deficiência de N durante o estágio tardio de desenvolvimento do cultivo principal ou aos baixos níveis de carboidratos nos colmos e nas folhas, Turner & Jund (1993) verificaram que plantas do cultivo principal com elevados níveis de carboidratos produziram na soca até 5,3 t ha⁻¹, em média de 48 e 33% maior que plantas com baixos níveis de carboidratos, por ocasião da colheita, em 1988 e 1989, respectivamente. Observaram, também, que 66 a 90% da variabilidade da produtividade de grãos da soca pode ser atribuída aos níveis de carboidratos nos colmos e nas folhas. Devido ao maior teor de carboidratos nos colmos, que está estritamente relacionado com a brotação e a capacidade produtiva, o atraso na senescência

das folhas do cultivo principal foi relatado por Cuevas-Perez (1980) como importante na produtividade de grãos na soca, e pode ser usado com um bom critério de seleção.

Supõe-se que a rápida senescência das folhas do cultivo principal seja a causa mais importante da baixa produtividade de grãos na soca. A senescência ou degradação da clorofila reduz a fotossíntese, esgota o teor de carboidratos e decresce o nível de proteína e a atividade respiratória. O atraso na senescência está ligado, provavelmente, ao aumento do teor de carboidratos da resteva do cultivo principal, o que pode propiciar melhor desenvolvimento da soca. A concentração de carboidratos por ocasião da colheita e a porcentagem de perfilhos na soca são estreitamente associados (Cuevas-Perez, 1980; Samson, 1980). Entretanto, o número real de perfilhos na soca parece ser independente da concentração de carboidratos na colheita. Não obstante, Arumugachamy et al. (1990) verificaram baixa influência do teor de carboidratos dos colmos e a porcentagem de senescência da folha, por ocasião da colheita do cultivo principal, sobre a produtividade de grãos na soca.

O teor de N na resteva do cultivo principal correlacionou-se negativamente ($r = -0,98^{**}$) com a duração do ciclo (Garcia, 1981). Além do acúmulo de reservas na resteva, os produtos fotossintéticos das folhas também afetaram o crescimento da soca nos estádios tardios (Ichii, 1988).

ÍNDICES FISIOLÓGICOS

Vários índices fisiológicos são deduzidos e utilizados na tentativa de explicar e compreender as diferenças de comportamento das comunidades vegetais. Entre os mais utilizados, encontram-se o índice de área foliar (IAF) e a duração da área foliar (DAF) (Pereira & Machado, 1987).

As características agrônômicas (Das & Ahmed, 1982; Roy et al., 1982; Costa et al., 2000a) e os índices fisiológicos (Costa et al., 2000b) do cultivo principal não são indicadores da capacidade produtiva da soca de arroz irrigado, portanto uma cultivar produtiva no cultivo principal pode não ser na soca e vice-versa.

Costa et al. (2000b) verificaram que a produtividade de grãos do cultivo principal de arroz irrigado é correlacionada positivamente com os índices fisiológicos, tendo os mais altos coeficientes com o crescimento radicular e a duração da área foliar, enquanto a da soca somente se correlaciona com as produções de matéria seca de folhas e total da parte aérea da soca. A DAF expressa a magnitude e persistência da área foliar durante o período de crescimento do cultivo. Watson (1952) considerou o IAF e a DAF como os principais responsáveis pelas diferenças na produção biológica das culturas. Segundo Díaz Delgado (1995), o potencial produtivo de uma determinada cultivar pode estar relacionado com a DAF. Essa relação entre a produtividade de grãos e a DAF pode ser explicada em função da proporção de radiação interceptada (Stone et al., 1988).

No estudo de Costa et al. (2000b), os genótipos de arroz irrigado de ciclo médio apresentam maior produção biológica e índices fisiológicos que os de ciclo curto, tanto no cultivo principal quanto na soca (Tabela 3.2). Esta maior produção pode estar associada à maior duração do período vegetativo. Segundo Sangoi & Silva (1988), há uma tendência das cultivares tardias produzirem, sob condições similares, maior produção biológica que as precoces. Entre os genótipos de ciclo médio, a linhagem CNA 3771 apresentou, na soca, MSTotal significativamente superior aos demais genótipos, e a cultivar Metica 1, os menores valores. Na soca, observaram-se nítidas diferenças nas produções da MSTotal, tanto entre ciclos quanto entre genótipos. Entre os genótipos de ciclo curto, o PR 380 apresentou a maior MSTotal, cerca de 600 g m⁻², aos 62 dias após o corte (DAC) das plantas do cultivo principal, e o BR-Irga 409, a menor, 310 g m⁻², aos 50 DAC. Enquanto entre os de ciclo médio, o CNA 3771 obteve a maior produção, 1.040 g m⁻², e o Metica 1 produziu bem menos, 350 g m⁻², ambos aos 69 DAC. Houve correlação significativa entre a MSTotal da soca e a massa de 100 grãos ($r = 0,60^{**}$), produtividade de grãos ($r = 0,46^{**}$), número de panículas ($r = 0,54^{**}$) e de perfilhos ($r = 0,37^{*}$).

Tabela 3.2. Matéria seca total da parte aérea (MSTotal) e matéria seca de folhas (MSFolha) no cultivo principal e na soca e de duração da área foliar (DAF) no cultivo principal, em nove genótipos de arroz irrigado¹.

Tratamentos	Cultivo principal		Soca		Cultivo principal
	MSTotal ²	MSFolha ² (g m ⁻²)	MSTotal	MSFolha	DAF (dia)
Ciclo					
Curto	1.033b	187b	410b	85	178b
Médio	1.457a	277a	594a	84	326a
	Genótipos de ciclo curto				
CNA 7546	1.151	205	451	111ab	205a
CNA 7151	936	135	335	128a	139b
PR 380	1.087	236	621	78bc	184ab
IRGA 409	1.080	187	313	65c	162ab
Javáé	900	171	430	44c	202a
	Genótipos de ciclo médio				
BRS Formosa	1.459	328	688bc	108a	331
CNA 3771	1.591	233	868a	97a	323
Metica 1	1.358	248	302c	40b	312
Diamante	1.421	300	504bc	93a	337

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Produção de matéria seca total no final do ciclo.

³Produção de matéria seca de folha por ocasião da máxima produção.

Fonte: Adaptada de Costa et al. (2000b).

Houve correlação significativa entre a MSFolha da soca e o número de perfilhos ($r = 0,70^{**}$), produtividade de grãos ($r = 0,45^{**}$) e o número de panículas ($r = 0,38^{*}$).

COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE

Os estudos desenvolvidos por Santos et al. (1998b) indicaram que a herança genética da capacidade produtiva da soca pode ser explorada, pois os genótipos comportaram-se diferentemente no cultivo principal e na soca (Tabela 3.3). Em geral, na maioria dos genótipos avaliados houve redução dos componentes da produtividade: o número de panícula por área, o número de grãos por panícula, a massa de 100 grãos e, conseqüentemente, da produtividade de grãos na soca, em relação à do cultivo principal. Entre estes componentes, o número de grãos por panícula foi o que apresentou maiores diferenças entre as duas colheitas, havendo redução em torno de 50%. Os autores concluíram que, para aumentar a produtividade da soca, há necessidade de aumentar este componente, seja mediante um programa de melhoramento de plantas ou do emprego de técnicas apropriadas de manejo da cultura. Em alguns genótipos, o número de panículas por área da soca foi semelhante ou até superior ao obtido no cultivo principal.

Tabela 3.3. Produtividade de grãos e seus componentes de genótipos de arroz irrigado mais produtivos no cultivo da soca (1993/94, 1994/95 e 1995/96).

Genótipos	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)			Panícula (n° m ⁻²)		Grãos (n° panícula ⁻¹)		Massa de 100 grãos (g)	
	CP	Soca	Total	CP	Soca	CP	Soca	CP	Soca
-----1993/94-----									
IAC 1289	5581	3141	8721	-	504	84	47	2,88	2,50
CNA 7857	5738	2484	8222	-	591	82	30	2,72	2,82
BRS Osrominas	7134	2489	9603	-	658	80	32	2,85	2,75
CNA 7801	8889	2422	9311	-	878	103	43	2,48	2,47
SC 2	6134	2141	8274	-	548	72	45	2,56	2,24
-----1994/95-----									
BRS Ferrnosa	7425	3189	10615	403	364	87	47	2,87	2,71
CNA 3771	7670	3030	10700	387	305	98	57	2,88	2,79
PR 308	8329	2829	9258	347	383	128	86	2,87	2,48
IAC 1289	8845	2478	9123	378	245	100	53	2,72	2,71
BRS Osrominas	7695	2486	10181	473	389	88	44	2,72	2,62
CNA 7857	5738	2485	8200	371	318	82	48	2,79	2,70
CNA 7545	5888	2306	7994	418	372	82	80	2,93	2,27
-----1995/96-----									
CNA 8033	8824	3482	10086	852	848	80	38	2,87	2,80
PR 380	4902	3412	8314	713	823	67	37	2,48	2,41
CNA 8041	5586	3326	8912	698	856	72	34	3,00	2,79
PR 308	7253	3251	10504	588	548	85	52	2,84	2,52
BRS Osrominas	6709	3179	9888	601	644	71	41	2,83	2,50
CNA 3771	7109	3046	10155	593	405	96	42	2,40	2,83
IAC 1289	4908	3043	7951	538	425	82	48	2,55	2,42
CNA 7545	5581	2885	8445	701	671	57	34	3,07	2,41

Adaptada de Santos et al. (1998b).

Em várzeas tropicais, Costa et al. (2000a) verificaram que o número de panículas por m² foi o principal componente na determinação da produtividade da soca. O ciclo e o número de grãos por panícula foram maiores no cultivo principal. Em média, os valores de massa de 100 grãos obtidos em ambos os cultivos ficaram próximos aos 2,5 g, considerados ideais para o arroz. No cultivo principal, as características que mais se correlacionaram com a produtividade de grãos foram a altura de plantas e o índice de colheita, enquanto na soca, foram o número de panículas e o de perfilhos por m² (Tabela 3.4 e 3.5).

A produtividade da soca de arroz se correlaciona com a sua produção de matéria seca total da parte aérea (Costa et al., 2000b).

Tabela 3.4. Valores médios de perfilhos por m² e altura de plantas do cultivo principal e da soca e notas da avaliação visual da capacidade de perfilhamento, em nove genótipos de arroz irrigado¹.

Tratamentos	Cultivo principal		Soca		Capacidade de perfilhamento
	Perfilhos (n° m ²)	Altura das plantas (cm)	Perfilhos (n° m ²)	Altura das plantas (cm)	
Ciclos - Grupos					
Corte	612	68b	648	67	3.95
Médio	623	75a	590	62	4.06
Genótipos de ciclo curto					
CNA 7548	585ab	71b	685a	68ab	3.75
CNA 7161	606ab	68b	754a	68ab	4.63
PR 380	694a	59c	682ab	69a	4.00
BR-Irã 409	431b	69a	494b	68ab	3.00
Jeveé	741a	57c	644ab	63b	4.38
Genótipos de ciclo médio					
BRS Formoso	666	70b	682a	60b	4.63
CNA 3771	588	75ab	667a	67a	5.00
Mética 1	665	60a	364b	62ab	2.38
Diamante	574	76a	670a	58b	4.25

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Notas: 1- muito baixa capacidade de perfilhamento; 2- baixa; 3- média; 4- alta; 5- muito alta.

Fonte: Adaptada de Costa et al. (2000a).

Neste mesmo estudo, houve redução em torno de 48% no número de grãos por panícula da soca em relação ao do cultivo principal, redução semelhante à obtida por Santos et al. (1998b). Além da redução deste componente da produtividade, Roy et al. (1982) atribuíram a menor produtividade na soca em relação ao cultivo principal à menor massa de 1.000 grãos e à maior esterilidade de espiguetas.

Tabela 3.5. Valores médios dos componentes da produtividade de grãos de nove genótipos de arroz irrigado, no cultivo principal e na soca¹.

Tratamentos	Cultivo Principal				Soca			
	Panículas (n° m ²)	Grãos (n°panícula ²)	Massa 100 grãos (g)	Fertilidade espiguetas ² (%)	Panículas (n° m ²)	Grãos (n°panícula ²)	Massa 100 grãos (g)	Fertilidade espiguetas ² (%)
Ciclos - Grupos								
Curto	395b	78	2.72	85	546	40	2.36b	85a
Médio	550a	73	2.62	87	546	39	2.53a	78b
Genótipos de ciclo curto								
CNA 7546	453ab	75b	2.63b	86ab	548ab	37b	2.65a	85
CNA 7151	316b	69b	2.18c	79b	564ab	45a	2.15b	82
PR 380	472a	88b	2.96ab	85ab	610a	40a	2.37ab	88
BR-liga 409	322ab	131a	2.59bc	89a	443b	43a	2.35ab	84
Jareé	413ab	50c	3.24a	67a	564b	36b	2.28ab	87
Genótipos de ciclo médio								
BRS Fomoso	551	58c	2.79a	91a	631a	40a	2.58	78b
CNA 3771	586	72bc	2.81a	88a	599a	42a	2.76	86a
Mética 1	566	89a	2.19b	80b	340b	37b	2.36	73b
Diamante	526	73b	2.70a	89a	592a	35b	2.40	74b

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Análise efetuada com os dados transformados para arcoseno 0100.

Fonte: Adaptada de Costa et al. (2000a).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, W. E. de B.; AMORIM NETO, S.; OLIVEIRA, A. B. de; FER-NANDES, G. M. B. Utilization of rice ratooning by farmers in Rio de Janeiro State, Brazil. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 55-60.
- ARUMUGACHAMY, S.; VIVEKANANDAN, P.; SUBRAMANIAN, M. Effect of leaf senescence and stubble carbohydrate. Content on ratoon rice yield. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v.15, n. 3, p.10, June 1990.
- BALASUBRAMANIAN, B.; MORACHAN, Y. B.; KALIAPPA, R. Studies on ratooning in rice. I. Growth attributes and yield. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v. 57, n. 11, p. 565-570, 1970.
- CHANG, L. Z.; HSIEH, S. C.; PAI, C. Variations in ratooning ability of rice. **Bulletin of Taichung District Agricultural Improvement Station**, Taiwan, v. 11, p. 93-100, 1985.
- CHAUHAN, J. S. Use of ratooning in hybrid rice. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 151-154.
- CHAUHAN, J. S.; VERGARA, B. S.; LOPEZ, F. S. S. **Rice ratooning**. Los Baños: IRRI, 1985. 19 p. (IRRI Research Paper Series, 102).

COSTA, E. G. de C.; SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P. Características agronômicas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 15-24, 2000a. Edição Especial.

COSTA, E. G. de C.; SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P. Crescimento da cultura principal e da soca de genótipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 10, p. 1949-1958, out. 2000b.

CUEVAS-PEREZ, F. E. **Inheritance and associations of six agronomic traits and stem-base carbohydrate concentrations on ratooning ability in rice (*Oryza sativa* L.)**. 1980. 102 p. Thesis (Doutorado) - Oregon State University, Oregon.

DARIO, G. J. A. Viabilidade do cultivo de soqueiras de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 159-160.

DAS, G. R.; AHMED, T. The performance of semidwarf varieties on ratoon crop after summer harvest. **Oryza**, Cuttack, v. 19, n. 3/4, p. 159-161, 1982.

DE DATTA, S. K.; BERNASOR, P. C. Agronomic principles and practices of rice ratooning. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 163-176.

DÍAZ DELGADO, A. Analisis de crecimiento de la biomasa y el area foliar en la variedad de arroz: oryzica yacu-9. **Arroz**, Santafé de Bogotá, v. 44, n. 399, p. 41-48, nov./dic. 1995.

EPAGRI. **SCSBR5 113-Tio Taka**: cultivar de arroz irrigado da Epagri (sistema pré-germinado). Florianópolis, 2002. 1 folder.

EPAGRI. **SCS-BRS-111**: cultivar de arroz irrigado da Epagri (sistema pré-germinado). Florianópolis, 2000a. 1 folder.

EPAGRI. **SCS-112**: cultivar de arroz irrigado da Epagri (sistema pré-germinado). Florianópolis, 2000b. 1 folder.

EVATT, N. S.; BEACHELL, H. M. Ratoon cropping of short season rice varieties in Texas. **International Rice Commission Newsletter**, Roma, v. 9, n. 3, p. 1-4, 1960.

GARCIA, R. N. **The effects of growth duration and different levels of light intensity on the ratooning ability of rice**. 1981. 45 f. Thesis (Bacharelado) - University of the Philippines, Los Baños.

HAQUE, M. M. **Varietal variations and evaluation procedures for ratooning in rice (*Oryza sativa* L.)**. 1975. 110 f. Thesis (Mestrado) - University of the

Philippines, Los Baños.

ICHII, M. Some factors influencing the growth of rice ratoon. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 41-46.

ICHII, M.; SUMI, Y. Effect of food reserves on the ratoon growth of rice plant. **Japanese Journal Crop Science**, Tokyo, v. 52, n. 1, p. 15-21, 1983.

KRISHNAMURTHY, K. Rice ratooning as an alternative to double cropping in tropical Asia. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 3-15.

MAHADEVAPPA, M. Ratoon cropping of rice in Karnataka. **Indian Farming**, Bangalore, v. 30, n. 6, p. 7-8, 1980.

MAHADEVAPPA, M.; YOGEESSHA, H. S. Rice ratooning: breeding, agronomic practices, and seed production potentials. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 177-185.

MURATA, Y.; MATSUSHIMA, S. Rice. In: EVANS, L. T. (Ed.). **Crop physiology**. London: Cambridge University Press, 1975. p. 73-99.

OLIVEIRA, A. B. de; AMORIM NETO, S. **Produção da soca de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura, nas condições do Norte-Fluminense**. Campos: PESAGRO-RIO, 1979. 3 p. (PESAGRO-RIO. Comunicado Técnico, 31).

ORSI, E. W. de L.; GODOY, O. P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 223-224, set. 1963. Ref. I-29. Edição de resumos da XV Reunião Anual da SBPC, Campinas, SP, jul. 1963.

ORSI, E. W. de L.; GODOY, O. P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 24, p. 45-55, 1967.

PALCHAMY, A.; SOUNDRAPANDIAN, G. Status of and potential for rice ratoon cropping in Tamil Nadu. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 111-117.

PALCHAMY, A.; PURUSHOTHAMAN, S.; RAJAGOPAL, A. Effect of stem thickness and carbohydrate content on ratoon rice yield. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 15, n. 2, p. 10, Apr. 1990.

PALCHAMY, A.; PURUSHOTHAMAN, S.; RAJAGOPAL, A. Influence of variety, irrigation, and N level on production of effective ratoon tillers. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 16, n. 1, p. 8, Feb. 1991.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: IAC, 1987. 33 p. (IAC. Boletim Técnico,

114).

PRAKASH, K. S.; PRAKASH, B. G. Screening rice genotypes for ratooning ability in the Tungabhadra River Project of Karnataka. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 265-269.

QIU, B.; JIN, Q. Ratooning ability of IR varieties in Hangzhou, China. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 12, n. 3, p. 7, June 1987.

REDDY, T. G.; MAHADEVAPPA, M. Rice ratoon crop management in the hilly region of Karnataka. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 87-95.

ROY, S. K. B.; GHOSH, R.; MONDAL, J. Yield and yield-contributing characters of photoperiod-sensitive rice varieties and their ratoons. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 7, n. 3, p. 19, June 1982.

SAMSON, B. T. **Rice ratooning**: effects of varietal type and same cultural management practices. 1980. 116 f. Thesis (Mestrado) - University of the Philippines, Los Baños.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da. Distribuição e acúmulo de matéria seca em duas cultivares de girassol em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 5, p. 489-502, maio 1988.

SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos A. Comportamento de linhagens de arroz irrigado no aproveitamento da soca. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa-DDT, 1987. p. 75. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 19).

SANTOS, A. B. dos; GADINI, F. Exploração da soca de arroz irrigado. **Agricultura Irrigada**, Brasília, DF, v. 5, n. 49, p. 3-4, abr. 1986.

SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P.; SANTOS, C. Efeitos de bordaduras laterais e de cabeceira na produtividade e altura de plantas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. 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. 346-349. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SANTOS, A. L. C. dos; BARROS, L. C. G.; LIMA, A. P. de. Cultivo da soca de arroz irrigado: uma alternativa para aumento da rentabilidade da rizicultura do Baixo São Francisco. 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, 2002b. p. 331-332. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SANTOS, A. B. dos; COSTA, E. G. de C.; SANTOS, C.; RAMOS, C. G. **Comportamento de cultivares e linhagens de arroz irrigado na cultura princi-**

- pal e na soca.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998a. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 19).
- SANTOS, A. B. dos; SANTOS, C.; RAMOS, C. G. Avaliação de genótipos de arroz irrigado para o aproveitamento da soca. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas:** resumos expandidos. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1998b. v. 1, p. 147-149. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 85).
- SANTOS, A. B. dos; CUTRIM, V. dos A.; CASTRO, E. da M. de. Comportamento de linhagens de arroz irrigado no aproveitamento da soca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 6, p. 673-675, jun. 1986.
- STONE, L. F.; PORTES, T. de A.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. II. Crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 5, p. 503-510, maio 1988.
- SUBRAMANIAN, M.; RAMALINGAM, A. Association of rice ratooning ability and vigor with grain yield. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 15, n. 3, p. 9-10, June 1990.
- TÉCNICA se multiplica com alternativas. In: **Anuário Brasileiro do Arroz 2002.** Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2002. p. 60-63.
- TIRANDO mais uma safra da sobra. In: **Anuário Brasileiro do Arroz 2002.** Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2002. p. 58-59.
- TURNER, F. T.; JUND, M. F. Rice ratoon crop yield linked to main crop stem carbohydrates. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 1, p. 150-153, Jan./Feb. 1993.
- VERGARA, B. S.; LOPEZ, F. S. S.; CHAUHAN, J. S. Morphology and physiology of ratoon rice. In: IRRI. **Rice ratooning.** Los Baños, 1988. p. 31-40.
- WATSON, D. J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, New York, v. 4, p. 101-145, 1952.
- WEBB, B. D.; BOLLICH, C. N.; SCOTT, J. E. **Comparative quality characteristics of rice from first and ratoon crops.** [S.l.]: Texas Agricultural Experiment Station, 1975. 12 p. (Progress Report, 3324).
- YOSHIDA, S. Physiological aspects of grain yield. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 23, p. 437-464, 1972.
- ZHANG, J. G. Hybrid rice ratoon exploited in Sichuan, China. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 16, n. 5, p. 27-28, Oct. 1991.

ESTABELECIMENTO DA CULTURA

Alberto Baêta dos Santos

RESUMO

As práticas culturais empregadas no estabelecimento do cultivo principal afetam diferentemente o desempenho da soca de arroz irrigado. De modo geral, as de maior influência no desenvolvimento da soca são o preparo do solo, a época de semeadura ou de transplântio, o sistema de plantio e a população de plantas. Tem sido relatado que o preparo do solo afeta o perfilhamento e, conseqüentemente, um dos componentes da produtividade, o número de panículas por área. A época de semeadura ou de transplântio expõe as plantas a diferentes condições dos elementos climáticos que exercem efeitos no crescimento e desenvolvimento do arroz, sendo a temperatura a de maior importância, com conseqüências na produtividade e na qualidade dos grãos. De modo geral, as épocas de semeadura do cultivo principal mais favoráveis ao cultivo da soca correspondem ao início da época recomendada de plantio para a região. O sistema de plantio pode exercer influência no número de plantas por unidade de área, bem como no custo de implantação do cultivo principal. A população de plantas por unidade de área determina a competição intra-específica. Para determinada condição de solo, clima, cultivar e sistema de plantio, existe um número de plantas por unidade de área que conduz às mais altas produtividades no cultivo principal e na soca. Com isso, uma população adequada e uniforme de plantas é um pré-requisito para uma soca produtiva. Neste capítulo são compiladas as práticas culturais empregadas no estabelecimento do cultivo principal e suas implicações no cultivo da soca.

INTRODUÇÃO

Um sistema adequado de manejo das culturas requer uso de práticas culturais apropriadas, desde a semeadura até a colheita para a obtenção de produtividade com relação benefício/custo favorável, sem degradar o ambiente. A constituição genética das cultivares, o ambiente e o manejo de ambos os cultivos, principal e soca, afetam diretamente o crescimento e desenvolvimento e a produtividade de grãos da soca (Mengel & Wilson, 1981; Santos, 1999b). Conseqüentemente, os cuidados com o cultivo da soca começam com o manejo do cultivo principal. Entretanto, algumas práticas específicas determinam, em grande parte, o sucesso do cultivo da soca. Chauhan et al. (1985) relatam que, além do manejo de água e de fertilizantes, a capacidade produtiva da soca é influenciada pelas práticas empregadas no estabelecimento da cultura, como profundidade de aração, época de semeadura ou de transplântio, sistema de plantio e população de plantas. As

cultivares respondem na soca diferentemente às práticas culturais empregadas no cultivo principal. Não obstante, os efeitos do manejo no cultivo principal sobre o comportamento da soca não têm sido estudados em grande escala.

PREPARO DO SOLO

O sucesso do cultivo da soca é, em grande parte, dependente do preparo do solo do cultivo principal. O objetivo principal do preparo do solo é criar condições favoráveis para o plantio, germinação das sementes, emergência das plântulas e crescimento das plantas de arroz. Com isso, as plantas daninhas e os resíduos da cultura anterior devem ser incorporados ao solo, mediante diversos equipamentos agrícolas. O nivelamento do solo é muito importante para se obter profundidade uniforme da lâmina de água. A aração profunda propiciou alongamento dos colmos e aumentou o número de panículas por planta. Na aração a 25 cm de profundidade obteve-se maior produtividade de grãos que no preparo do solo superficial (Parago, 1963 e Hsieh et al., 1968, citados por Chauhan et al., 1985).

Em estudos desenvolvidos no IRRI, o comportamento da soca foi significativamente influenciado pelo preparo do solo (Bahar & De Datta, 1977). As plantas da soca, onde foi efetuada aração seguida por gradagem no estabelecimento do cultivo principal, tiveram maior produtividade de grãos, maior número de panículas por m² e menor porcentagem de esterilidade de espiguetas que aquelas provenientes da semeadura sem preparo (Tabela 4.1). Houve uma tendência do preparo mais intensivo do solo, aração e gradagem, produzir mais perfilhos na soca. Contudo, o método de preparo do solo não afetou o número de grãos por panícula e o número de colmos que não rebrotaram (Samson, 1980).

Tabela 4.1. Efeitos de métodos de preparo do solo sobre o comportamento da soca da cultivar IR 28 de arroz irrigado¹.

Método de preparo do solo	Produtividade de grãos (t ha ⁻¹)	Panículas (nº m ⁻²)	Espiguetas vazias (%)
Sem preparo	0,27d	244b	50a
Paraquat seguido por gradagem	0,65c	226b	49a
Gradagem	0,78b	277a	47a
Aração seguida por gradagem	1,11a	271a	38c

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade.

Fonte: Adaptada de Bahar & De Datta (1977).

ÉPOCA DE SEMEADURA OU DE TRANSPLANTIO

Épocas de semeadura ou de transplântio diferentes expõem as plantas do cultivo principal e da soca a diferentes comprimentos do dia, temperaturas e condições de luz, que, por sua vez, influenciam o comportamento da soca

(Chauhan et al., 1985). A ocorrência de baixas temperaturas é relatada como o elemento climático que exerce maior efeito na variabilidade de crescimento e desenvolvimento das plantas de arroz, com conseqüências na produtividade e na qualidade dos grãos. As temperaturas mínima, ótima e máxima para a germinação das sementes de arroz são 8-10°C, 30-32°C e 42°C, respectivamente. Yoshida (1981) relatou que a temperatura ótima para a germinação do arroz é 20-35°C, para o perfilhamento, 25-31°C, para diferenciação de panícula, 25-28°C, e maturação dos grãos, 20-25°C. Baixa temperatura no estágio tardio de crescimento do cultivo principal pode aumentar a esterilidade de espiguetas e também reduzir o desenvolvimento da soca.

Os efeitos da época de semeadura do cultivo principal sobre a duração do ciclo e a produtividade de grãos da soca de três cultivares foram estudados por Oliveira & Amorim Neto (1979), nas condições do Norte Fluminense. Dentre as épocas estudadas, que variaram de 18 de setembro a 22 de fevereiro, com intervalos de 30 dias, a semeadura de setembro propiciou a maior produtividade de grãos em todas as cultivares, em comparação com as épocas mais tardias, devido, principalmente, ao fato de a temperatura e a luminosidade favorecerem o desenvolvimento das plantas. A produtividade de grãos declinou rapidamente com cada data de semeadura posterior. Nenhuma produção na soca foi obtida nas semeaduras após novembro. A duração de crescimento não mostrou nenhuma tendência consistente com o atraso na semeadura.

Para o Estado de Santa Catarina, Ramos & Dittrich (1981), avaliando cultivares de ciclo médio em duas épocas, verificaram que setembro foi a época de semeadura do cultivo principal que mais favoreceu o cultivo da soca de três cultivares, em comparação a outubro. As produtividades de grãos obtidas na soca alcançaram de 42 a 51% das obtidas no cultivo principal. Baixas temperaturas nos estágios tardios de crescimento do cultivo principal impossibilitaram o desenvolvimento da soca. Para o cultivo da soca, Ramos (1982) verificou que a semeadura pode ser efetuada no final de setembro. Neste estudo, a produtividade de grãos da soca variou com a época de semeadura, alcançando 3,0 t ha⁻¹, correspondendo a 50% do cultivo principal. Estes resultados foram corroborados pelos estudos de Alfonso-Morel et al. (1997b) e de Schiocchet (2001). Para a obtenção de maior potencial produtivo do cultivo principal e da soca da cultivar Epagri 106, de ciclo curto, no município de Turvo, em Santa Catarina, Alfonso-Morel et al. (1997b) verificaram que a época mais indicada corresponde à semeadura realizada antes do período normal recomendado, ou seja, de 15 de setembro a 10 de outubro. Entre as épocas de semeadura estudadas por Schiocchet (2001), a maior produtividade de grãos da soca da cultivar Epagri 108, no município de Itajaí, também em Santa Catarina, foi verificada na semeadura do cultivo principal em 15 de setembro e colheita em torno do dia 20 de fevereiro, seguida da semeadura em 15 de outubro e colheita em torno do dia 15 de março. Nestas duas épocas de semeadura, verificou-se também a maior produtividade total de grãos, cultivo principal e soca.

Bollich & Turner (1988), em estudo desenvolvido no Texas, também verificaram efeitos da época de semeadura sobre a duração do ciclo e a produtividade de grãos da soca. A ocorrência de baixas temperaturas alongou o tempo para maturação.

A viabilidade do cultivo da soca foi verificada por Dario (1993), nas condições de Piracicaba, no Estado de São Paulo, desde que a semeadura seja realizada no início do período da safra. Com semeadura realizada depois do mês de outubro, houve diminuição do desenvolvimento vegetativo, ciclo e produtividade de grãos e seus componentes. Nenhuma soca foi obtida a partir de novembro nas três cultivares estudadas.

As cultivares de arroz irrigado avaliadas por Santos (1987, 1999b) em Goianira, no Estado de Goiás, comportaram-se diferentemente nas distintas épocas de semeadura, quanto à duração do ciclo e à produtividade de grãos no cultivo principal e na soca. Em função das épocas de semeadura em todos os meses do ano, o ciclo das cultivares variou de 115 a 198 dias no cultivo principal e de 60 a 147 dias na soca. De modo geral, os períodos mais favoráveis ao cultivo da soca corresponderam às semeaduras realizadas de agosto a outubro. O autor considerou que o duplo cultivo de arroz numa mesma área na região é inviável, pois a semeadura do segundo cultivo coincidiria com períodos de alta precipitação pluvial. Entretanto, o aproveitamento mais intensivo das várzeas pode ser obtido com o cultivo da soca de arroz, que apresenta menor custo de produção e menos tempo de cultivo.

Os efeitos de seis épocas de semeadura, de setembro a fevereiro, no desenvolvimento e produtividade da soca de nove genótipos de arroz do ecossistema de terras altas, com irrigação por aspersão, foram avaliados por Arf et al. (1998) em área experimental pertencente a UNESP – Campos de Ilha Solteira, no município de Selvíria, no Mato Grosso do Sul. A semeadura realizada no mês de novembro propiciou maior produtividade de grãos nas duas colheitas, sendo muito baixas as produtividades de grãos na soca nas semeaduras a partir desta época. A maior resposta foi obtida com a cultivar IAC 202 com 844 kg ha⁻¹, atingindo 17% da produtividade obtida no cultivo principal.

A definição das épocas de plantio se baseia no conhecimento das condições climáticas predominantes na região e na disponibilidade de água para irrigação. Como exemplo, podem ser citados os Estados de Goiás e Tocantins, caracterizados pela ocorrência de dois regimes pluviais bastante definidos: o período de maio a setembro com índices de pluviosidade muito baixos, considerada época seca, e, de outubro a abril, o período de maior ocorrência de chuvas, que é a época predominante de cultivo de arroz irrigado. Como, no início da época recomendada de plantio, que vai de outubro a dez de dezembro, o nível do lençol freático e dos rios está baixo na grande maioria das áreas, a semeadura é dependente da ocorrência da precipitação pluvial. De modo geral, as épocas de semeadura do cultivo principal mais favoráveis ao cultivo da soca

correspondem ao início da época recomendada de plantio para a região.

SISTEMA DE PLANTIO

A semeadura direta, em solo seco ou úmido, e o transplântio constituem os dois sistemas de plantio de arroz. A grande diferença entre estes sistemas é que, na semeadura direta, como o nome indica, as sementes são distribuídas diretamente no solo, quer seja na forma de sementes secas ou pré-germinadas, a lanço ou em linhas, em solo seco ou inundado, e, no sistema de transplântio, as plântulas são produzidas primeiramente em viveiros ou sementeiras, antes de serem levadas para o local definitivo (Santos, 1999a). Embora os seus efeitos sobre o comportamento da soca não tenham sido estudados exaustivamente, a grande maioria das pesquisas, no Brasil, referentes ao cultivo da soca de arroz foi conduzida mediante a semeadura direta em solo seco. Uma das vantagens da semeadura direta no cultivo da soca, em comparação ao transplântio, é o grande número de plantas por unidade de área. Com isso, poucos perfilhos por planta da soca são necessários para produzir um grande número de perfilhos por unidade de área. Para aumentar o potencial de perfilhos na soca no arroz transplantado, a população de plantas no cultivo principal pode ser aumentada pela redução do espaçamento.

Utilizando o sistema plantio direto no segundo cultivo de arroz na mesma área, Ramos (1982) obteve produtividade de $3,3 \text{ t ha}^{-1}$, destacando-se economicamente, da mesma forma que o cultivo da soca. Segundo este autor, o cultivo da soca e o sistema plantio direto, no segundo cultivo de arroz na mesma área, são os sistemas que podem proporcionar maior rentabilidade no cultivo intensivo. Verificou também que, no segundo cultivo de arroz na mesma área, o cultivo mínimo foi semelhante ao preparo convencional do solo, com produtividade média de $3,7 \text{ t ha}^{-1}$. De acordo com o sistema de preparo do solo utilizado, o intervalo entre os dois cultivos pode ser reduzido. Segundo De Datta et al. (1979), os sistemas plantio direto e cultivo mínimo têm sido avaliados com o propósito de se estabelecer a semeadura com maior rapidez, e vários trabalhos têm demonstrado que estas técnicas possibilitam economizar tempo, trabalho, capital e energia, sem perdas significativas de produtividade.

Em virtude de a colheita do arroz irrigado ser realizada, na maioria das áreas, com drenagem imperfeita do solo e do sistema de rodagem das colhedoras, a superfície do terreno torna-se bastante irregular, fazendo com que este sistema acarrete mais danos aos colmos remanescentes do cultivo principal, além de exigir sucessivas gradagens para o nivelamento do solo visando à semeadura de outras espécies na entressafra do arroz. O cultivo do arroz irrigado em plantio direto e cultivo mínimo podem propiciar maior sustentação dos solos de várzeas aos equipamentos de colheita e, com isso, minimizar os danos causados pelas esteiras das colhedoras às plantas de arroz,

favorecendo o cultivo da soca, bem como formar menores sulcos na superfície do solo, favorecendo o seu preparo para o cultivo subsequente.

Comparando três sistemas de plantio de arroz em duplo cultivo, Bahar & De Datta (1977) verificaram que as produtividades máximas totais foram, respectivamente, de 11,7, 10,4 e 8,7 t ha⁻¹ para as duas culturas transplantadas, para o transplântio seguido de semeadura direta sem preparo do solo e para o transplântio seguido do cultivo da soca. Ainda que o cultivo da soca tenha apresentado menor produtividade de grãos (Tabela 4.2), teve a vantagem de requerer menos dias para maturação, água, trabalho e menor custo de produção. Assim, torna-se uma alternativa para aumentar a produção

Tabela 4.2. Produtividade de grãos no segundo cultivo de seis cultivares de arroz irrigado em três sistemas de plantio.

Sistemas de plantio	Cultivares					
	IR	IR	IR	IR	IR	IR
	2061-464-2	1561-228-3	747Bz-6	28	2061-465-1	2061-632-3-1
	Produtividade de grãos (t ha ⁻¹)					
Soca	1,5c	1,2c	0,7b	2,1c	1,6b	2,1b
Semeadura direta	3,7b	3,6b	3,2a	2,8b	4,1a	3,8a
Transplântio	4,6a	5,3a	3,9a	4,4a	4,5a	4,4a

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade.

Fonte: Adaptada de Bahar & De Datta (1977).

de arroz em áreas com recursos limitados para dois plantios.

Empregando o sistema de transplântio, Santos et al. (2002) obtiveram produtividade de grãos de 4.900 kg ha⁻¹ no cultivo da soca da cultivar São Francisco de arroz irrigado na região do baixo São Francisco, no Nordeste.

POPULAÇÃO DE PLANTAS

A competição intra-específica, ou seja, entre plantas de mesma espécie, estabelece, para cada cultivar, a população de plantas que propicia maior produtividade e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. A população de plantas influencia os estádios iniciais do crescimento dos cultivos, pois determina a área foliar disponível para a interceptação máxima de radiação. Uma população adequada de plantas apresenta índice de área foliar (IAF) que resulta em maior interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, acumulação de matéria seca e produtividade de grãos. A população de plantas por unidade de área é definida pela combinação entre espaçamento entrelinhas e o número de plantas na linha. A competição entre plantas por nutrientes, água e luz é determinada, em grande parte, por esses dois fatores. A população de plantas pode ser um importante fator que afeta o comportamento da soca, visto que

seus perfilhos surgem de gemas dormentes da resteva do cultivo principal. Para determinada condição de solo, clima, cultivar e sistema de plantio existe um número de plantas por unidade de área que conduz às mais altas produtividades no cultivo principal e na soca. Gravois & Helms (1996) também informaram que o estabelecimento de uma população adequada de plantas é essencial para a obtenção de maiores produtividades de grãos de arroz.

Segundo Chauhan et al. (1985), o perfilhamento da soca é afetado pelo manejo da cultura, temperatura do ar, umidade e fertilidade do solo, altura de corte do cultivo principal, fotoperíodo e densidade de sementeira. Com o aumento da densidade de sementeira, aumenta também o potencial do número de perfilhos da soca por unidade de área. Contudo, este maior perfilhamento não implica necessariamente no aumento da produtividade de grãos, pois o número de perfilhos improdutivos também é aumentado.

Maiores populações de plantas no cultivo principal aumentam o número de perfilhos por unidade de área (Wells & Faw, 1978) e, com isso, é também aumentado o número potencial de perfilhos na soca. Não obstante, este acréscimo não é proporcional para aumentar a população da soca, pois maior número de plantas também propicia maior número de perfilhos inviáveis (Bahar & De Datta, 1977). A população de plantas, apesar de afetar o número de perfilhos inviáveis na soca, pode não afetar significativamente a produtividade de grãos.

Orsi & Godoy (1963, 1967) obtiveram maiores produtividades no cultivo principal e na soca da cultivar precoce Batatais com a densidade de sementeira de 3 g de sementes que 6 g de sementes por metro de sulco, bem como no espaçamento de 20 cm em comparação com 40 e 60 cm entrelinhas.

Estudando a influência de espaçamentos entre covas no transplântio de duas cultivares de arroz irrigado, Bahar & De Datta (1977) verificaram que a produtividade de grãos do cultivo principal decresceu com os espaçamentos mais amplos, mas a da soca não foi afetada significativamente. O número de perfilhos improdutivos no espaçamento de 20 x 20 cm foi significativamente menor que no de 15 x 15 cm e não diferiu daquele de 25 x 25 cm, sendo, portanto, considerado o melhor para a produtividade de grãos da soca. Menor número de perfilhos foi produzido na soca no espaçamento mais amplo.

Em estudo desenvolvido por Jones & Snyder (1987), os tipos de plantas altas e semi-anãs responderam similarmente à densidade de sementeira e ao espaçamento entrelinhas, em sementeira direta em solo seco. As densidades de sementeira 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de sementes e suas interações não afetaram significativamente a produtividade de grãos da soca. Os espaçamentos entrelinhas de 15, 20 e 25 cm não tiveram efeito sobre os componentes da produtividade da soca, enquanto o aumento na densidade de sementeira incrementou o número de panículas por metro quadrado e decresceu o número de grãos por panícula na soca. Estes foram considerados os componentes

primários da produtividade de grãos da soca, explicando mais de 85% da variação. Não houve correlação significativa entre as produtividades de grãos da soca e do cultivo principal.

Srinivasan & Purushothaman (1990) também não obtiveram efeito significativo dos espaçamentos estudados, 15 x 10, 20 x 10 e 25 x 10 cm, sobre a produtividade de grãos da soca, embora no cultivo principal transplantado isto tenha ocorrido. O número de perfilhos por metro quadrado e a produção de matéria seca da soca foram significativamente maiores nos menores espaçamentos. A correlação do número de plantas por metro quadrado com a produtividade de grãos da soca foi positiva e significativa.

Nas condições do Sul do Estado de Santa Catarina, no município de Turvo, Alfonso-Morel et al. (1997a), avaliando os efeitos das densidades de semeadura de 100 a 260 kg ha⁻¹ de sementes, verificaram que as produtividades e massas de grãos da cultivar Epagri 106 no cultivo principal e na soca não diferiram, no sistema pré-germinado. Com isso, os autores consideraram a recomendação da densidade de semeadura de 130 kg ha⁻¹ de sementes para o sistema de produção de arroz irrigado como válida.

Chauhan et al. (1985) mencionam que, independentemente do sistema de plantio, uma população adequada e uniforme de plantas é um pré-requisito para uma soca produtiva, mas outros fatores são igualmente importantes na determinação da produtividade de grãos da soca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSO-MOREL, D.; ALTHOFF, D. A.; DITTRICH, R. C. Densidade de semeadura do arroz irrigado e seu efeito na produção da soca. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997a. p. 169-172.

ALFONSO-MOREL, D.; ALTHOFF, D. A.; DITTRICH, R. C. Soca de arroz irrigado: adubação e épocas de semeadura. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997b. p. 173-176.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. de; CRUSCIOL, C. A. C.; BUZETTI, S. Influência da época de semeadura no comportamento da soca de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado por aspersão, na região de Selvíria, MS. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**: resumos expandidos. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1998. v. 1, p. 37-39. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 85).

BAHAR, F. A.; DE DATTA, S. K. Prospects of increasing tropical rice production through ratooning. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 4, p.536-540, July/Aug. 1977.

BOLLICH, C. N.; TURNER, F. T. Commercial ratoon rice production in Texas, USA. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 257-263.

CHAUHAN, J. S.; VERGARA, B. S.; LOPEZ, F. S. S. **Rice ratooning**. Los Baños: IRRI, 1985. 19 p. (IRRI Research Paper Series, 102).

DARIO, G. J. A. **Desenvolvimento das plantas e viabilidade das soqueiras de três cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado em diferentes épocas de semeadura**. 1993. 110 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DE DATTA, S. K.; BOLTON, F. R.; LIN, W. L. Prospects for using minimum and zero tillage in tropical lowland rice. **Weed Research**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 9-15, Feb. 1979.

GRAVOIS, K. A.; HELMS, R. S. Seeding rate effects on rough rice yield, head rice, and total milled rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 1, p. 82-84, Jan./Feb. 1996.

JONES, D. B.; SNYDER, G. H. Seeding rate and row spacing effects on yield and yield components of ratoon rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 4, p. 627-629, July/Aug. 1987.

MENGEL, D. B.; WILSON, F. E. Water management and nitrogen fertilization of ratoon crop rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, n. 6, p. 1008-1010, Nov./Dec. 1981.

OLIVEIRA, A. B. de; AMORIM NETO, S. **Produção da soca de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura, nas condições do Norte-Fluminense**. Campos: PESAGRO-RIO, 1979. 3 p. (PESAGRO-RIO. Comunicado Técnico, 31).

ORSI, E. W. de L.; GODOY, O. P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 223-224, set. 1963. Ref. I-29. Edição de resumos da XV Reunião Anual da SBPC, Campinas, SP, jul. 1963.

ORSI, E. W. de L.; GODOY, O. P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 24, p. 45-55, 1967.

RAMOS, M. Cultivo intensivo de arroz irrigado em algumas regiões de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 6, p. 883-888, jun. 1982.

RAMOS, M. G.; DITTRICH, R. C. Efeito da altura de corte na colheita do arroz sobre o rendimento do cultivo da soca. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 11., 1981, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UEPAE de Pelotas, 1981. p. 137-140.

SAMSON, B. T. **Rice ratooning**: effects of varietal type and same cultural management practices. 1980. 116 f. Thesis (Mestrado) - University of the Philippines, Los Baños.

SANTOS, A. B. dos. Sistema de plantio. 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, 1999a. p. 354-374.

SANTOS, A. B. dos. Aproveitamento da soca. 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, 1999b. p. 463-492.

SANTOS, A. B. dos. **Fatores que afetam a produtividade da soca de arroz irrigado**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Agricultura, 1987. 35 p.

SANTOS, A. L. C. dos; BARROS, L. C. G.; LIMA, A. P. de. Cultivo da soca de arroz irrigado: uma alternativa para aumento da rentabilidade da rizicultura do Baixo São Francisco. 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. 331-332. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SCHIOCCHET, M. A. Efeito da época de semeadura na produção de grãos da soca do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 172-174.

SRINIVASAN, K.; PURUSHOTHAMAN, S. Effect of plant spacing on ratoon rice performance. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 15, n. 4, p. 21, Aug. 1990.

WELLS, B. R., FAW, W. F. Short-statured rice response to seeding and N rates. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, n. 3, p. 477-480, May/June 1978.

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

ADUBAÇÃO

Nand Kumar Fageria e Alberto Baêta dos Santos

RESUMO

A fertilidade do solo afeta direta ou indiretamente o crescimento do cultivo principal e da soca de arroz, que é uma planta bastante exigente em nutrientes, sendo necessário que eles estejam prontamente disponíveis nos momentos de demanda, para não limitar a produtividade de grãos. Um sistema somente é produtivo nas duas colheitas, principal e soca, quando as recomendações de fertilizantes são feitas com base nas análises do solo, especialmente para P e K. Além disso, as épocas e os métodos de aplicação dos fertilizantes também devem ser baseados nos resultados experimentais de campo. O nitrogênio, o fósforo e o potássio são requeridos pela cultura de arroz em grandes quantidades, em comparação aos outros nutrientes. O nitrogênio e o fósforo afetam o crescimento da soca, pois promovem, respectivamente, o perfilhamento e o desenvolvimento das raízes. Conseqüentemente, a disponibilidade destes nutrientes no solo em quantidades apropriadas é importante durante o cultivo da soca para a obtenção de produtividade máxima econômica.

INTRODUÇÃO

As doses, métodos e épocas de aplicação adequadas de fertilizantes de fontes apropriadas são práticas importantes para a obtenção de altas produtividades de grãos no cultivo principal, o que irá refletir na produtividade da soca. Entre os nutrientes essenciais, as principais deficiências verificadas no cultivo de arroz irrigado em várzeas são a de N, P, K e Zn, particularmente quando são usadas cultivares modernas e práticas culturais melhoradas (De Data, 1981; Yoshida, 1981; Fageria, 1992; Jongkaewwattana et al., 1993; Fageria et al., 1997b; Fageria & Baligar, 1999, 2001a; Fageria & Gheyi, 1999. Zitong (1991) relatou que na China, maior produtor mundial, a produtividade de arroz aumentou na última década e este aumento está associado à melhoria das condições do solo e à aplicação de fertilizantes, especialmente N e P.

Dentre os macronutrientes, o nitrogênio é o elemento que maior resposta tem proporcionado à soca de arroz. Quantidades adequadas de fósforo e de potássio aplicadas no cultivo principal têm propiciado aumento significativo na produtividade de grãos da soca, mostrando, com isso, que ainda se encontram disponíveis para o crescimento e desenvolvimento da soca. Entretanto, os efeitos do fósforo e do potássio no comportamento da soca foram avaliados em um número reduzido

de trabalhos, não estando, portanto, suficientemente esclarecidos.

NITROGÊNIO

O nitrogênio é o nutriente mais importante para produção das culturas e sua deficiência ocorre na maioria dos solos, a menos que seja aplicado fertilizante (Yoshida, 1981; Fageria, 1992). Na América tropical, a deficiência de N é a principal limitação do solo em cerca de 93% da região ocupada por solos ácidos (Sanchez & Salinas, 1981). Pesquisas com fertilizantes conduzidas no Japão indicam que o arroz em várzea responde melhor à aplicação de N que a de P e K (Yoshida, 1981). Vários estudos, como os de Fageria & Baligar (1996, 1999, 2001b) e de Fageria & Barbosa Filho (2001) em um Inceptissolo, no Brasil, e de Jongkaewwattana et al. (1993), na Califórnia, obtiveram aumentos significativos na produtividade de grãos de arroz irrigado em várzeas com a aplicação de N. Donovan et al. (1999) relataram que os fertilizantes nitrogenados e fosfatados correspondem a aproximadamente 20% dos custos totais de produção de arroz irrigado, na África ocidental. Em sistemas de cultivo intensivo de arroz, Cassman et al. (1995) e Olk et al. (1996) verificaram, com o tempo, tendência de declínio na capacidade de suprimento de N pela matéria orgânica, apesar de os níveis totais de N se terem mantido constantes ou crescentes. Olk et al. (1996) também relataram que aumentando o número de cultivo de arroz inundado por ano no sistema de rotação arroz-soja ou arroz em monocultura contínua resultou em matéria orgânica do solo com característica mais fenólica, a qual pode estar relacionada ao decréscimo da mineralização do N líquido.

O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura do arroz irrigado, proporcionando retornos em produtividade bastante significativos (Snyder & Slaton, 2001). No entanto, o ambiente aquático no qual o arroz é cultivado gera instabilidade na maioria das formas inorgânicas do nutriente presentes no solo. O nitrogênio amoniacal, presente na superfície do solo ou na água de irrigação, está sujeito à volatilização, enquanto a forma nítrica, sob condições de anaerobiose, pode ser perdida por lixiviação ou desnitrificação. Ambas podem, porém, ser convertidas à forma orgânica, por imobilização microbiana (Wells et al., 1993). As perdas do nutriente do sistema solo-planta oneram os custos de produção e representam um sério risco de poluição ambiental, comprometendo a sustentabilidade do sistema produtivo.

Resultados de pesquisa demonstram que o parcelamento e a época de aplicação do nitrogênio contribuem sobremaneira para o sucesso da produção de arroz (Wilson Junior et al., 1998).

As principais razões da ocorrência da deficiência de N são: i) perda de N por lixiviação, volatilização e desnitrificação; ii) aplicação de menores doses de N comparadas às quantidades de N extraídas na colheita; iii) baixa eficiência de uso de N; iv) uso de cultivares mais produtivas responsivas ao N; e vi)

degradação do solo com cultivos sucessivos. Mais de 90% do arroz é produzido na Ásia e o aumento estimado de 24% na sua produção, de 1965 a 1980, foi atribuído ao uso de fertilizantes, principalmente N (De Datta & Buresh, 1989).

O N é componente da clorofila e seus efeitos na fisiologia das plantas são observados no aumento dos componentes da produtividade. O nitrogênio aumenta o índice de área de folha (IAF), o número de panículas por área, o número de grãos por panícula, a massa dos grãos e reduz a esterilidade de espiguetas (Yoshida, 1972; Yoshida & Parao, 1976). Os três componentes que determinam a produtividade de grãos de arroz são: número de espiguetas por área, massa de grãos e porcentagem de espiguetas férteis (Yoshida, 1981). Segundo Yoshida & Parao (1976), o número de espiguetas por metro quadrado contribui com, aproximadamente, 60% da variação na produtividade do arroz. Fageria & Baligar (2001b) relataram que o número de panículas e o comprimento das panículas apresentaram as mais altas correlações com a produtividade de grãos ($r = 0,78^{**}$ e $0,70^{**}$); a produtividade máxima de grãos foi alcançada com, aproximadamente, 583 panículas m^{-2} . Os componentes da produtividade não são independentes; um aumento em um componente a um certo nível, freqüentemente, propicia uma diminuição em outro (Fageria, 1992; Dofing & Knight, 1994). Os componentes da produtividade desenvolvem sucessivamente; os componentes que desenvolvem mais cedo influenciam aqueles que desenvolvem mais tarde (Thomas et al., 1970). Em geral, o número de panículas ou espigas por planta reduz com o aumento do número de plantas por área. Do mesmo modo, a massa de grãos diminui com o aumento do número de grãos por panículas ou espiga. Isto significa que, para a obtenção de uma produtividade máxima, todos os componentes da produtividade devem estar em um equilíbrio apropriado.

Eficiência de uso do nitrogênio

O termo “eficiência de uso de nutriente mineral” tem sido usado e definido de muitas formas. Portanto, qualquer uso deste termo precisa ser acompanhado de uma definição apropriada. Eficiência de uso de nitrogênio pode ser dividida em componentes múltiplos que identificam os processos da planta e do solo que contribuem no uso global do N (Huggins & Pan, 1993; Gardner et al., 1994; Paponov et al. 1996; Cassman et al., 1998). Fageria et al. (1997b) e Fageria & Baligar (2001b) relataram que a eficiência nutricional pode ser expressa e calculada de cinco maneiras diferentes (Tabela 5.1). Fageria & Baligar (2001b) também determinaram essas eficiências para o arroz irrigado, em diferentes níveis de N. De acordo com estes autores, todas as eficiências de uso de N diminuíram significativamente com o aumento das doses de N, exceto a eficiência fisiológica. A eficiência agrônômica foi de 23 kg de grãos produzidos por kg de N aplicado e a eficiência fisiológica foi de 146 kg de produção biológica (palha mais grãos) por unidade de N acumulada. A eficiência agrofisiológica foi de 63 kg de grãos produzidos por kg de N acumulado nos

grãos e na palha. A eficiência de recuperação foi de 39% e a eficiência de utilização foi de 58 kg de grãos produzidos por kg de N utilizado.

A eficiência agrônômica em arroz irrigado nas regiões tropicais situa-se entre 15 a 25 kg de grãos produzidos por kg de N aplicado (Yoshida, 1981). Os

Tabela 5.1. Definições e métodos de calcular a eficiência de uso de nutriente.

Eficiência de nutrientes	Definições e fórmulas para cálculo da eficiência de nutrientes
Eficiência Agrônômica (EA)	A eficiência agrônômica é definida como a produtividade econômica (grãos, no caso de culturas anuais) obtida por unidade de nutriente aplicado. Pode ser calculada por: $EA \text{ (kg kg}^{-1}\text{)} = PG_{ca} - PG_{sa} / N_a$ onde, PG_{ca} é a produtividade de grãos com adubação (kg), PG_{sa} é a produtividade de grãos sem adubação (kg), e N_a é a quantidade de nutriente aplicada (kg).
Eficiência Fisiológica (EF)	A eficiência fisiológica é definida como a produtividade biológica obtida por unidade de nutriente absorvido. Pode ser calculada por: $EF \text{ (kg kg}^{-1}\text{)} = PB_{ca} - PB_{sa} / N_{ca} - N_{sa}$ onde, PB_{ca} é a produtividade biológica (grãos mais palha) com adubação (kg), PB_{sa} é a produtividade biológica sem adubação (kg), N_{ca} é a acumulação de nutriente (grãos mais palha) com adubação (kg), e N_{sa} é a acumulação de nutriente (grãos mais palha) sem adubação (kg).
Eficiência Agrofisiológica (EAF)	Eficiência agrofisiológica é definida como a produtividade econômica (grãos, no caso de culturas anuais) obtida por unidade de nutriente absorvido. Pode ser calculada por: $EAF \text{ (kg kg}^{-1}\text{)} = PG_{ca} - PG_{sa} / N_{ca} - N_{sa}$ onde, PG_{ca} é a produtividade de grãos com adubação (kg), PG_{sa} é a produtividade de grãos sem adubação (kg), N_{ca} é a acumulação de nutriente (grãos mais palha) com adubação (kg), e N_{sa} é a acumulação de nutriente (grãos mais palha) sem adubação (kg).
Eficiência de Recuperação (ER)	Eficiência de recuperação é definida como a quantidade de nutriente absorvida por unidade de nutriente aplicada. Pode ser calculada por: $ER \text{ (\%)} = (N_{ca} - N_{sa} / N_a) \times 100$ onde, N_{ca} é a acumulação de nutriente (grãos mais palha) com adubação (kg), N_{sa} é a acumulação de nutriente (grãos mais palha) sem adubação (kg), e N_a é a quantidade de nutriente aplicado (kg).
Eficiência de Utilização (EU)	Eficiência de utilização é o produto da eficiência fisiológica e da eficiência de recuperação. Pode ser calculada por: $EU \text{ (kg kg}^{-1}\text{)} = EF \times ER$

Fonte: Fageria et al. (1997b); Fageria & Baligar (2001b).

resultados dos estudos de Fageria & Baligar (2001b) estão dentro desta faixa. A maior eficiência fisiológica (kg kg^{-1}) comparada à eficiência agrofisiológica (kg kg^{-1}) pode ser devido à inclusão da matéria seca no cálculo desta eficiência. Singh et al. (1998) relataram eficiência agrofisiológica de cerca de 64 kg de grãos por kg de N absorvido e eficiência agrônômica de 37 kg grãos por kg de N aplicado em 20 genótipos de arroz irrigado em várzea. Uma eficiência de recuperação de 39% por doses de N é bastante baixa. A porcentagem de recuperação de N varia com as propriedades do solo, métodos, doses e épocas de aplicação de fertilizante e outras práticas de manejo. A eficiência de recuperação de nitrogênio do arroz irrigado em várzea é menor que 40% do N aplicado (De Datta, 1981, 1986; Craswell & Vlek, 1979). Prasad & De Datta (1979) relataram que a eficiência de recuperação de N normalmente varia de 30 a 50% nas regiões tropicais. Estudos conduzidos no sul dos Estados Unidos sobre a influência de épocas de aplicação

e estratégias de manejo de N em arroz mostraram recuperação na maturação de 17 a 61% do N aplicado (Westcott et al., 1986; Norman et al., 1989). Singh et al. (1998) obtiveram eficiência de recuperação de N de 37% em 20 genótipos de arroz irrigado. Wopereis et al. (1999) observaram que a recuperação do N variou de 30 a 40% na África Ocidental.

A baixa eficiência de recuperação de N em arroz irrigado em várzea pode estar relacionada às perdas de N do solo por nitrificação - desnitrificação, volatilização da amônia ou lixiviação (De Datta & Buresh, 1989; Craswell & Vlek, 1979). A eficiência de utilização para produção de grãos nas regiões tropicais é aproximadamente de 50 kg de grãos por kg que N absorvido e esta eficiência parece ser quase constante, indiferente das produtividades de arroz obtidas (Yoshida, 1981). O emprego de dose adequada e a aplicação de acordo com as exigências do crescimento da cultura são estratégias importantes para melhorar a eficiência de uso.

Dose e época de aplicação

Tradicionalmente, a dose adequada de fertilização tem sido aquela que resulta na produtividade máxima econômica (Jongkaewwattana et al., 1993; Fageria et al., 1997a). A dose adequada de N varia com as propriedades do solo, potencial produtivo da cultivar, níveis de P e K no solo, manejo de água, controle de doenças, pragas e plantas daninhas. Estes são os fatores tecnológicos. Porém, a dose de aplicação de fertilizante também é determinada pelos fatores econômicos e sociais. Estes fatores são custo de produção, situação econômica dos produtores, eficiência do serviço de extensão e disponibilidade de crédito para os produtores (Fageria et al., 1997b).

Fageria & Baligar (2001b) determinaram o uso de 90 a 120 kg ha⁻¹ de N com 90% da produtividade máxima de 6.345 a 6.400 kg ha⁻¹ de arroz irrigado em um Inceptissolo. O N foi aplicado um terço na semeadura, um terço no perfilhamento ativo, 45 dias depois da semeadura, e um terço na diferenciação do primórdio floral, 70 dias depois da semeadura, para uma cultivar de 140 dias de ciclo. Em outro estudo, Fageria & Prabhu (2000) avaliaram a resposta do arroz irrigado cultivado em um Inceptissolo à aplicação parcelada de 90 kg ha⁻¹ de N e obtiveram resultados semelhantes.

O uso da dose adequada de N não só é importante para o máximo retorno econômico, mas também para reduzir a poluição ambiental. Aplicação excessiva de N pode resultar em grandes quantidades residuais de N no solo após a colheita. O NO₃⁻ residual no solo pode ficar disponível para as culturas na próxima estação, mas é suscetível à lixiviação durante os períodos de pousio, caracterizados por alta precipitação pluvial e baixa evaporação (Bundy & Malone, 1988). As doses e épocas adequadas de aplicação de N em diferentes países são apresentadas na Tabela 5.2.

Com o objetivo de determinar a influência de épocas e métodos de aplicação de N sobre o comportamento do cultivo principal de arroz irrigado, Santos et al. (2002) conduziram dois experimentos, sendo um na Fazenda Tabela 5.2. Dose e época de aplicação de N recomendadas para arroz irrigado em diferentes países.

País/Estado	Solo	Dose de N (kg ha ⁻¹)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Época de aplicação	Referência
Brasil Goiás	Inceptissolo	90-120	6345-8400	1/3 na S + 1/3 na PA + 1/3 na DPF	Fageria & Baligar (2001b)
Brasil Tocantins	Inceptissolo	90	7093	1/2 na S + 1/2 na PA	Fageria & Prabhu (2000)
USA Califórnia	Não informado	130	7000	Todo na Semeadura	Jongjirawatthens et al. (1983)
USA Louisiana	Alfissolo	134	7017	Todo na Semeadura	Mengel & Wilson (1981)
IRRI	Molissolo	80	6494	1/2 na S + 1/2 DPF	Ladha et al. (2000)
IRRI	Entissolo	225	5050	1/4 na S + 1/4 na PM + 1/4 na DPF + 1/4 na F	Hussain et al. (2000)
Índia Panjab	Entissolo	240	6410	1/3 na S + 1/3 na PM + 1/3 na DPF	Hussain et al. (2000)
Bangladesh	Inceptissolo	135	6312	1/3 AT + 1/3 na PM + 1/3 aos 3 a 5 DADPF	Tinina et al. (1998)
IRRI	Molissolo	240	6100	100 kg no PM + 100 kg na DPF + 40 kg N na F	Feng & Cassman (1988)

S, semeadura; AT, antes do transplante; PA, perfilhamento ativo; PM, perfilhamento médio; DPF, diferenciação do primórdio floral; F, floração; e DADPF, dias após a diferenciação do primórdio floral.

Palmital, da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Goianira, GO, e o outro na Fazenda Xavante Agroindustrial de Cereais SA, no município de Dueré, TO, em solos classificados como Inceptissolos. Verificaram que, de modo geral, as maiores produtividades de grãos foram verificadas quando parte do N foi aplicado por ocasião da semeadura e parte em duas coberturas, ou seja até 65 dias após a emergência. A aplicação de todo nitrogênio por ocasião do plantio propiciou menor resposta do arroz, indicando a ocorrência de maiores perdas de NH₃⁺. Nos dois experimentos, a produtividade da soca não foi afetada pelo manejo de nitrogênio, indicando que, uma vez efetuada uma aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N logo após o corte das plantas, o manejo de N no cultivo principal não tem efeito residual sobre a produtividade da soca.

Inúmeros estudos demonstraram que a aplicação de nitrogênio aumenta a produtividade de grãos da soca (Evatt, 1958; Cheaney & Neira, 1972; Balasubramanian et al., 1970; Charoendham, 1975; Bahar & De Datta, 1977; Reddy et al., 1979; Samson, 1980; Mengel & Wilson, 1981; Quddus, 1981; Santos & Gadini, 1986; Santos & Stone, 1987; Turner & McIlrath, 1988) e as cultivares diferem na resposta ao nitrogênio aplicado na soca (Balasubramanian et al., 1970; Santos & Gadini, 1986; Santos & Stone, 1987). De modo geral, as cultivares com

maior potencial produtivo na soca são mais responsivas ao fertilizante.

A maioria dos trabalhos mostra que a melhor época de aplicação do nitrogênio na soca é, no máximo, aos 15 dias após a colheita do cultivo principal, pois assim tem-se uma rápida brotação e abundante perfilhamento. O fertilizante nitrogenado aplicado imediatamente após o corte do cultivo principal teve maior influência na produtividade da soca que na aplicação antes da colheita do cultivo principal. A disponibilidade desse elemento imediatamente após a remoção da parte aérea das plantas do cultivo principal é importante na utilização das reservas de carboidratos acumuladas na base do colmo e, eventualmente, no crescimento da soca (Turner & McIlrath, 1988). Aplicado nesta época, o nitrogênio promove a brotação mais cedo, perfilhos mais sadios e favorece a produtividade de grãos e seus componentes, bem como a produção de matéria seca de palha (Srinivasan & Purushothaman, 1989).

Palchamy & Soundrapandian (1988) não observaram comportamento consistente dos genótipos nas mesmas doses de nitrogênio em anos e locais distintos. Evatt & Beachell (1960) e Evatt (1966), em seus estudos sobre requerimento de fertilizante na soca, verificaram que a produtividade de grãos foi maior na dose de nitrogênio correspondente a 75% daquela aplicada no cultivo principal. Ganguli & Ralwani (1954) obtiveram pequena diferença na produtividade da soca entre as aplicações de 22 e 44 kg ha⁻¹ de N, mas na testemunha sem N foi registrada uma redução de 25%. Resultados semelhantes foram observados por Cheaney & Neira (1972). Com 50 kg ha⁻¹ de N, a produtividade de grãos da soca dobrou em comparação à testemunha não fertilizada (Charoendham, 1975; Prakash & Prakash, 1987). Os resultados de Setty et al. (1993) mostraram que o aumento da produtividade de grãos da soca se deu até essa mesma dose.

Aplicações de 60 e 80 kg ha⁻¹ de N após a colheita do cultivo principal não propiciaram diferenças na produtividade de grãos da soca nos estudos de Bahar & De Datta (1977), porém estas doses aumentaram a produtividade em 50%, em comparação à ausência desse elemento. Mengel & Wilson (1981) obtiveram resposta linear na produtividade até 90 kg ha⁻¹ de N, e a qualidade industrial de grãos da soca não foi afetada pela fertilização nitrogenada. Produções máximas foram registradas por Palchamy & Soundrapandian (1988) e por Turner & McIlrath (1988) com aplicações de 112 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. A produtividade de grãos e de palha e a produtividade diária na soca foram significativamente maiores na dose de 125 kg ha⁻¹ de N que com 75 kg ha⁻¹, nos estudos de Balasubramanian & Ali (1990), na Índia.

Estudos desenvolvidos por Santos & Stone (1987) e Santos (1987) na Embrapa Arroz e Feijão, em Goianira, GO, no ano agrícola 1984/85, demonstraram que as cultivares IR 841 e BR-Irga 409 aumentaram a produtividade de grãos em 373 e 507 kg ha⁻¹, respectivamente, quando se aplicaram 60 kg ha⁻¹ de N imediatamente após a colheita do cultivo principal,

enquanto as cultivares CICA 8 e Metica 1 não responderam ao fertilizante. No ano seguinte, as cultivares CICA 8, CNA 3771, RJ 010 e CNA 3879 foram avaliadas com relação às aplicações de 0,30 e 60 kg ha⁻¹ de N após o corte do cultivo principal. Não houve diferença significativa na produtividade de grãos entre as doses de 30 e 60 kg ha⁻¹ de N, mas estas proporcionaram acréscimos ao redor de 500 kg ha⁻¹ em comparação à testemunha.

Com o objetivo de determinar a resposta da soca da linhagem CNA 8502 de arroz irrigado ao N aplicado em épocas distintas, Santos (2002) avaliou quatro doses de N: 0; 30; 60 e 90 kg ha⁻¹ e três épocas de aplicação: época 1 – todo N logo após o corte das plantas; época 2 – todo N aos 25 dias após o corte – DAC e época 3 – ½ logo após o corte e ½ 25 DAC. Na época 1, as doses de N reduziram linearmente a porcentagem de fertilidade de espiguetas e aumentaram a massa dos grãos. Em todas as épocas de aplicação, as doses de N reduziram linearmente o número de perfilhos férteis e, conseqüentemente, o índice de colheita (IC). Como era esperada, a produção de matéria seca (MS), tanto de palha como de grãos, aumentou com as doses de N. Apenas houve efeito quadrático na época 3, obtendo-se os valores máximos com 75 e 56 kg ha⁻¹ de N para MS de palha e MS grãos, respectivamente. Com isso, as produções de MS total tiveram o mesmo comportamento, ou seja, linear nas épocas 1 e 2, e quadrático, na época 3, sendo a MS total máxima estimada com 63 kg ha⁻¹ de N. Na época 1, as doses de N tiveram efeito quadrático sobre o número de grãos por panícula e a produtividade, sendo os valores máximos de 44 grãos por panícula e 3.518 kg ha⁻¹ estimados com 54 e 56 kg ha⁻¹ de N (Figura 5.1), respectivamente. Na época 2, o N não teve efeito sobre a produtividade. Isto pode ser explicado, pois, aos 25 dias após a colheita do cultivo principal, o perfilhamento já estava definido, não contribuindo, portanto, para aumentar a produtividade. Na época 3, em função do parcelamento do N,

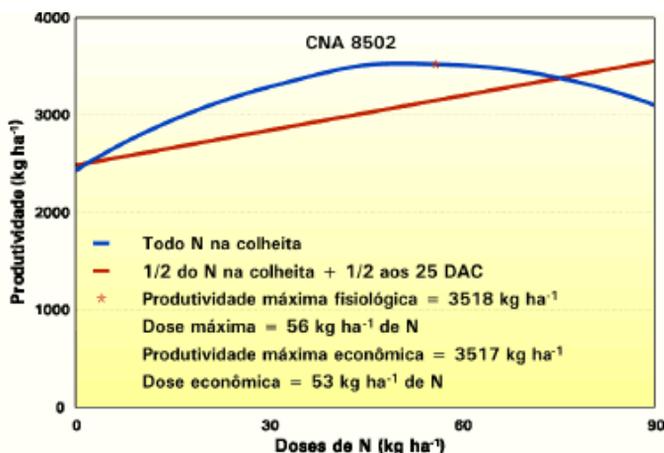


Fig. 5.1. Resposta da soca de arroz irrigado à fertilização nitrogenada.

o efeito foi linear e, para se ter efeito sobre a produtividade, há necessidade de doses mais elevadas. A segunda aplicação de N na adubação parcelada favorece uma nova brotação, ocasionando maior desuniformidade no desenvolvimento e maturação da soca, afetando a qualidade do produto colhido. A partir da função da produtividade de grãos obtida na aplicação de todo N logo após o corte das plantas, foi possível determinar a dose econômica, que foi de 53 kg ha^{-1} de N para uma produtividade de 3.517 kg ha^{-1} de grãos, ou seja, bem próximas da dose ótima e da produtividade máxima fisiológica, o que resulta em maior eficiência de utilização de nitrogênio pela soca de arroz. Portanto, o nitrogênio deve ser aplicado na soca logo após a colheita do cultivo principal (Figura 5.2), pois assim obtém-se uma brotação mais rápida e perfilhos mais saudáveis, o que incrementa a produtividade. A disponibilidade deste elemento imediatamente após o corte das plantas é importante na utilização das reservas de carboidratos acumuladas na base do colmo e no crescimento da soca.

Fonte e método de aplicação

A dose, a época e o modo de aplicação de nitrogênio alteram a eficiência de sua utilização. As fontes e os métodos de aplicação de nitrogênio influenciam

Fig. 5.2. Adubação nitrogenada na soca de arroz irrigado efetuada logo após a colheita do cultivo principal.



significativamente a eficiência de absorção pelas plantas do cultivo principal e da soca de arroz, a qual depende da época de aplicação. As plantas podem absorver as duas formas NO_3^- e NH_4^+ igualmente, no entanto nos solos em condições anaeróbicas a forma NH_4^+ apresenta-se em maior quantidade. A taxa de absorção de NH_4^+ é de 5 a 20 vezes maior que na forma NO_3^- . O N-nitrato (NO_3^-) é formado pela nitrificação do fertilizante aplicado e pela mineralização e nitrificação da matéria orgânica do solo. A forma predominante de N disponível na maioria dos solos oxidados é NO_3^- . O N-nitrato é altamente solúvel em água e conseqüentemente, é suscetível à lixiviação (Wienhold et al., 1995). O

fertilizante nitrogenado ainda pode ser perdido por desnitrificação, especialmente em solos inundados. Perdas por desnitrificação reduzem a eficiência de uso do fertilizante e constitui uma preocupação ambiental devido à ação potencial do N_2O na redução da camada de ozônio na atmosfera (Keeney, 1982).

A uréia e o sulfato de amônio são as principais fontes de N. O nitrogênio aplicado na semeadura deve estar na forma de amônio (NH_4^+). A fonte de N usada em cobertura é menos problemática devido à rápida absorção pelas plantas. As formas NH_4^+ e NO_3^- parecem ser igualmente efetivas. Isto porque, quando a cultura se encontra em estágio mais avançado, a forma NO_3^- de N é absorvida rapidamente antes de ser lixiviada abaixo da camada reduzida do solo, onde poderá ser perdida por desnitrificação (De Datta, 1981).

Além dos fertilizantes inorgânicos, o N orgânico do solo tem um papel importante no suprimento de N para arroz. É relatado que mais de 50% do N absorvido pela cultura do arroz vem das reservas do solo (Sahrawat, 1983). A matéria orgânica é a fonte de produção de amônio como também a fonte de energia para os microrganismos anaeróbicos que se desenvolvem nos solos de arroz submersos (Sahrawat & Narteh, 2001). Vários autores relataram a importância da matéria orgânica na produção de amônio em solos submersos (Sahrawat, 1983; Ando et al., 1992; Narteh & Sahrawat, 1997).

O fertilizante aplicado na soca deve ser colocado próximo às fileiras da resteva para a rápida absorção e crescimento (Chauhan et al., 1985). O método de aplicação não afetou significativamente o número de falhas da brotação da soca (Samson, 1980). A colocação do nitrogênio em profundidade apresentou significativamente maior produção na soca que a aplicação a lanço. A maior produtividade de grãos foi associada às plantas da soca mais vigorosas, mais panículas por planta e grãos por panícula. Maiores doses de nitrogênio também aumentaram o vigor da planta, mas, no mesmo nível, houve menos plantas vigorosas com a aplicação a lanço que com a colocação em profundidade (Quddus, 1981).

FÓSFORO

A deficiência de fósforo em arroz irrigado foi relatada no Brasil (Fageria et al. 1997a, 1997b), na África (Soil..., 1990) e na Ásia (De Datta, 1981). A deficiência de fósforo limita a produtividade de arroz em Oxissolos, Ultissolos, Andossolos e algum Vertissolos (De Datta et al., 1993; Ramirez et al., 2001; Sahrawat et al., 2001). No Brasil, foi verificada, também, deficiência de P em arroz irrigado em Inceptissolos (Fageria et al., 1997a, 1997b).

O fósforo representa um papel chave no metabolismo energético e reação biosintética, com isso a deficiência de P pode afetar o crescimento da planta de várias maneiras. Crescimento retardado da planta, perfilhamento reduzido, folhas menores e eretas com coloração verde escura, folhas mais velhas que

se tornam púrpura e maturação atrasada são comuns no arroz (Fageria & Barbosa Filho, 1994; Fageria & Gheyi, 1999; Fageria et al., 1999). A eficiência da utilização de P para grãos é maior nos estádios precoces do crescimento que nos tardios, porque o P é necessário para o perfilhamento (Yoshida, 1981; Fageria et al., 1997a, 1997b). Além disso, se for absorvido P suficiente no estádio precoce, ele será redistribuído para os órgãos de crescimento (De Datta et al., 1993).

Se a disponibilidade de P for adequada, a deficiência de fósforo pode ocorrer por causa de várias interações (pH, Eh, argila, húmus, Al, Ca, Fe, Mn, Zn, temperatura e cultivar) (De Datta et al., 1993). Uma grande proporção de P absorvido pelo arroz irrigado vem do teor de P nativo do solo, em consequência da diminuição do teor de P, ele deveria ser suprido principalmente pelos fertilizantes de P inorgânicos (Sanyal & De Datta, 1991).

As recomendações de fósforo para uma determinada cultura geralmente são feitas com base nos estudos de calibração do solo, que é o processo de determinação do requerimento de nutriente pela cultura em diferentes teores do solo. Além da calibração do solo, há termos como correlação de análise de solo e concentração crítica do solo que deveriam ser definidos para não criar confusão. Correlação de análise do solo é o processo de determinar a relação entre absorção de nutriente pela planta ou produtividade e a quantidade de nutriente extraída por um método de análise de solo particular. Já a análise de concentração crítica do solo é a concentração de um nutriente extraído acima da qual não se espera resposta de uma cultura à adição do nutriente (Soil Science Society of America, 1997).

A disponibilidade de análises específicas de P para solo com várias propriedades pedogênicas é bem documentada (Kleinman et al., 2001). Vários extratores (Bray-1, Mehlich-1 e 3, Olsen-P) têm sido extensivamente usado em diferentes partes do mundo para avaliar o status de P do solo disponível para a planta (Kamprath & Watson, 1980; Cope & Evans, 1985; Cox, 1994; Sharpley et al., 1994). Muitos destes extratores tendem para baixo ou superestimam a disponibilidade de P para as plantas, e é relatado que os níveis críticos de P variam com o "tipo" de solo e com as espécies de planta. Por exemplo, o Bray-1, Mehlich-1 e Mehlich-3 não são considerados satisfatórios para solos calcários, porque o P solúvel pode ser precipitado por CaF_2 , um produto da reação entre NH_4F e CaCO_3 (Smillie & Syers, 1972). Geralmente, os extratos ácidos proporcionam determinações inconsistentes de P em solos calcários (Fixen & Grove, 1990). Alguns métodos de extração, como Olsen, são considerados satisfatórios para uma ampla faixa de solo, de ácidos aos calcários (Kamprath & Watson, 1980). O P do solo extraível pelo método Mehlich-1 tem sido usado em programas de fertilização de P, extensivamente correlacionados com o P absorvido e calibrados com a produtividade da cultura em várias classes de solo (Kamprath & Watson, 1980, Cox, 1994, Lins et al., 1985). Fageria

et al. (1997b) fizeram calibração de análise de P do solo para a resposta do arroz irrigado cultivado em um Inceptissolo brasileiro para aplicação de P e estabeleceram as recomendações de adubação fosfatada (Tabela 5.3).

Avaliando a resposta da soca da cultivar Epagri 106 à aplicação NPK, em Santa Catarina, Alfonso-Morel et al. (1997) consideraram a metade da recomendação para o cultivo principal como sendo a adubação mais indicada para a soca de arroz irrigado.

Tabela 5.3. Interpretação dos teores de fósforo extraído pelo extrator Mehlich-1 e recomendações de adubação fosfatada para a cultura de arroz irrigado, em solo de várzea.

Teor de P no solo (mg kg ⁻¹)	Interpretação da análise do solo	Produtividade relativa (%)	Recomendação de adubação (kg ha ⁻¹ de P)
0 – 2.6	Muito baixo	0 – 70	66
2.6 – 8.8	Baixo	70 – 95	66
8.8 – 13.0	Médio	95 – 100	44
> 13.0	Alto	100	22

Fonte: Adaptada de Fageria et al. (1997a).

POTÁSSIO

A importância da fertilização de potássio na produção das culturas aumentou recentemente devido à maior utilização de cultivares modernas, incluindo o arroz irrigado (Fageria et al., 1997a, 1997b; Fageria & Baligar, 2001b). Ademais, este elemento é importado pela maioria dos países produtores de arroz. Conseqüentemente, seu uso adequado pode refletir na economia da produção de arroz. Seu papel primário é um ativador de enzima. Tem sido relacionado em mais de 60 reações enzimáticas que são envolvidas em muitos processos na planta, como fotossíntese, respiração, metabolismo de carboidrato, translocação e síntese de proteína. O potássio equilibra carga de ânions e influencia sua absorção e transporte. Outra função importante é a manutenção do potencial osmótico e absorção de água. Estas duas funções de K são manifestadas na abertura dos estômatos. Outro papel importante do potássio na planta de arroz é redução na incidência de doenças fúngicas, como brusone (*Pyricularia grisea*) e mancha-de-folha (*Bipolaris oryzae*) (Fageria et al., 1997b).

O potássio é um nutriente móvel na planta e, conseqüentemente, seus sintomas de deficiência aparecem primeiro nas folhas mais velhas, as quais apresentam coloração de amarelado-laranja para amarelado-dourado, começando da ponta da lâmina foliar, progredindo gradualmente para a base (Fageria & Barbosa Filho, 1994). Geralmente, a planta mostra redução no perfilhamento e suas folhas são curvas. Mancha necróticas na lâmina foliar são freqüentemente associadas com a deficiência de potássio. O tamanho e a massa dos grãos podem ser reduzidos (Yoshida, 1981; Fageria & Barbosa

Filho, 1994).

O potássio é considerado nutriente imóvel no solo e seu movimento para as raízes se dá principalmente por difusão. Conseqüentemente, são exigidos estudos de calibração do solo para se fazer recomendações de fertilizante potássico. Alguns dados são disponíveis nos estudos de calibração de K do solo para arroz inundado. Fageria et al. (1990) conduziram um estudo para determinar a dose adequada de K para arroz irrigado cultivado em um Inceptissolo do Brasil Central. A fertilização de potássio aumentou significativamente a produtividade do arroz no primeiro ano e também com cultivos subseqüentes na mesma área. O arroz cultivado em um Inceptissolo não respondeu significativamente à fertilização de K, quando os teores do solo eram em torno de 50 mg dm⁻³ de K (Fageria & Gheyi, 1999). No Brasil, a maioria dos laboratórios de análise de solos usa extrator ácido duplo (H₂SO₄ 0,0125 M + HCl 0,05 M) para extração de K. Dobermann et al. (2000) relataram que no IRRRI são aplicados 50 kg ha⁻¹ de K nos experimentos de campo para a obtenção de máxima produtividade de arroz inundado. Fageria & Baligar (2001b) aplicaram 66 kg ha⁻¹ de K em arroz irrigado e obtiveram produtividade de grãos cerca de 7.000 kg ha⁻¹ em um Inceptissolo.

ZINCO

A deficiência de zinco em arroz de irrigado tem sido relatada no Brasil (Fageria, 2001), Filipinas (De Datta, 1981) e Índia (Mandal et al., 2000). A deficiência de Zn pode estar relacionada ao baixo nível de zinco no solo e aumenta com o aumento do pH com a inundaçãõ da cultura do arroz. É relatado que o nível crítico de Zn no solo está na faixa de 1 a 3 mg kg⁻¹, dependendo de suas propriedades (Fageria, 1992). A deficiência de zinco pode ser corrigida com a aplicação de 5 a 10 kg ha⁻¹ de Zn por ocasião da semeadura do arroz, na forma de sulfato de zinco (Fageria & Barbosa Filho, 1994).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSO-MOREL, D.; ALTHOFF, D. A.; DITTRICH, R. C. Soca de arroz irrigado: adubação e épocas de semeadura. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais..** Itajaí: EPAGRI, 1997. p. 173-176.

ANDO, H.; AROGONES, R. C.; WADA, G. Mineralization pattern of soil organic nitrogen of several soils in the tropics. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 38, p. 227-234, 1992.

BAHAR, F. A.; DE DATTA, S. K. Prospects of increasing tropical rice production through ratooning. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 4, p. 536-

540, July/Aug. 1977.

BALASUBRAMANIAN, R.; ALI, A. M. Effect on variety, nitrogen, and stubble height on ratoon rice yield. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 15, n. 6, p. 7, Dec. 1990.

BALASUBRAMANIAN, B.; MORACHAN, Y. B.; KALIAPPA, R. Studies on ratooning in rice. I. Growth attributes and yield. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v. 57, n. 11, p. 565-570, 1970.

BUNDY, L. G.; MALONE, E. S. Effect of residual profile nitrate on corn response to applied nitrogen. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 52, n. 5, p. 1377-1383, Sept./Oct. 1988.

CASSMAN, K. G.; DE DATTA, S. K.; OLK, D. C.; ALCANTARA, J. M.; SAMSON, M. I.; DESCALSOTA, J. P.; DIZON, M. A. Yield decline and the nitrogen economy of long-term experiments on continuous, irrigated rice systems in the tropics. In: LAL, R.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soil management: experimental basis for sustainability and environmental quality**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 181-222.

CASSMAN, K. G.; PENG, S.; OLK, D. C.; LADHA, J. K.; REICHHARDT, W.; DOBERMANN, A.; SINGH, U. Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 56, n. 1/2, p. 7-39, Mar. 1998.

CHAROENDHAM, P. **Effect of nitrogen level and cutting height on the ratoon yield of RD1 and RD5 rice**. 1975. 100 f. Thesis (Mestrado) - Faculty of Agriculture, University of Sydney, Sydney.

CHAUHAN, J. S.; VERGARA, B. S.; LOPEZ, F. S. S. **Rice ratooning**. Los Baños: IRRI, 1985. 19 p. (IRRI Research Paper Series, 102).

CHEANEY, R. L.; NEIRA, P. S. Plantio na soca da variedade CICA 4. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 25, n. 268, p. 51-52, jul./ago. 1972.

COPE, J. T.; EVANS, C. E. Soil testing. **Advances in Soil Science**, New York, v. 1, p. 201-228, 1985.

COX, F. R. Current phosphorus availability indices: characteristics and shortcomings. In: HAVLIN, J. L.; JACOBSEN, J. S. (Ed.). **Soil testing: prospects for improving nutrient recommendations**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 101-113. (SSSA. Special Publication, 40).

CRASWELL, E. T.; VLEK, P. L. G. Fate of fertilizer nitrogen applied to wetland rice. In: IRRI. **Nitrogen and rice**. Los Baños, 1979. p. 175-192.

DE DATTA, S. K. Improving nitrogen fertilizer efficiency in lowland rice in Tropical Asia. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 9, p. 171-186, 1986.

- DE DATTA, S. K. **Principles and practices of rice production**. New York: J. Wiley, 1981. 618 p.
- DE DATTA, S. K.; BURESH, R. J. Integrated nitrogen management in irrigated rice. **Advances in Soil Science**, New York, v. 10, p. 143-169, 1989.
- DE DATTA, S. K.; NEUE, H. U.; SENADHIRA, D.; QUIJANO, C. Success in rice improvement for poor soils. In: WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANTS TO SOIL STRESSES, 1993, Lincoln. **Proceedings...** Lincoln: University of Nebraska, 1993. p. 248-268. (INTSORMIL Publication, 94-2).
- DOBERMANN, A.; DAWE, D.; ROETTER; R. P.; CASSMAN, K. G. Reversal of rice yield decline in a long-term continuous cropping experiment. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 4, p. 633-643, Jul./Aug. 2000.
- DOFING, S. M.; KNIGHT, C. W. Yield component compensation in unicultm barley lines. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 2, p. 273-276, Mar./Apr. 1994.
- DONOVAN, C.; WOPEREIS, M. C. S.; GUINDO, D.; NEBIE, B. Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions of West Africa. II. Profitability and risk analysis. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 61, n. 2, p. 147-162, Apr. 1999.
- EVATT, N. S. High annual yields of rice in Texas through ratoon or double-cropping. **The Rice Journal**, New Orleans, v. 69, n. 12, p. 10-12, 32, 1966.
- EVATT, N. S. Stubble rice productions tests. **The Rice Journal**, New Orleans, v. 61, n. 6, p. 18-19, 1958.
- EVATT, N. S.; BEACHELL, H. M. Ratoon cropping of short season rice varieties in Texas. **International Rice Commission Newsletter**, Roma, v. 9, n. 3, p. 1-4, 1960.
- FAGERIA, N. K. **Maximizing crop yields**. New York: Marcel Dekker, 1992. 274 p.
- FAGERIA, N. K. Screening method of lowland rice genotypes for zinc uptake efficiency. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 623-626, jul./set. 2001.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Improving nutrient use efficiency of annual crops in Brazilian acid soils for sustainable crop production. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 7/8, p. 1303-1319, 2001a.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Lowland rice response to nitrogen fertilization. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 9/10, p. 1405-1429, 2001b.

- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Response of lowland rice and common bean grown in rotation to soil fertility levels on a varzea soil. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 45, n. 1, p. 13-20, 1996.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Yield and Yield Components of Lowland Rice as Influenced by Timing of Nitrogen Fertilization. **Journal Plant Nutrition**, New York, v. 22, n. 1, p. 23-32, 1999.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Deficiências nutricionais na cultura de arroz: identificação e correção**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1994. 36 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 42).
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Nitrogen use efficiency in lowland rice genotypes. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 13/14, p. 2079-2089, 2001.
- FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. **Efficient crop production**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 547 p.
- FAGERIA, N. K.; PRABHU, A. S. **Relatório anual do projeto manejo de fertilizantes e doenças em arroz irrigado no Estado do Tocantins**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2000, 10p.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; WRIGHT, R. J.; CARVALHO, J. R. P. Lowland rice response to potassium fertilization and its effect on N and P uptake. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 21, p. 157-162, 1990.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1997a. 624 p.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; BALIGAR, V. C. Phosphorus Soil Test Calibration for Lowland Rice on an Inceptisol. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 5, p. 737-742, Sept./Oct. 1997b.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 294 p.
- FIXEN, P. E.; GROVE, J. H. Testing soils for phosphorus. In: WESTERMAN, R. L. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. 3. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1990. p. 141-180.
- GANGULI, B. D.; RALWANI, L. L. Possibilities of growing ratoon crop of paddy and increasing its yield under irrigated conditions. **Science and Culture**, Calcutta, v. 19, n. 7, p. 350-351, 1954.
- GARDNER, J. C.; MARANVILLE, J. W.; PAPAROZZI, E. T. Nitrogen use efficiency among diverse sorghum cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 3, p. 728-733, May/June 1994.

- HUGGINS, D. R.; PAN, W. L. Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 4, p. 898-905, Jul./Aug. 1993.
- HUSSAIN, F.; BRONSON, K. F.; SINGH, Y.; SINGH, B.; PENG, S. Use of chlorophyll meter sufficiency indices for nitrogen management of irrigated rice in Asia. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 5, p. 875-879, Sept./Oct. 2000.
- JONGKAEWWATTANA, S.; GENG, S.; BRANDON, D. M.; HILL, J. E. Effect of nitrogen and harvest grain moisture on head rice yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 6, p. 1143-1146, Nov./Dec. 1993.
- KAMPRATH, E. J.; WATSON, M. E. Conventional soil and tissue tests for assessing the phosphorus status of soil. In: KHASAWNEH, F. E.; SAMPLE, E. C.; KAMPRATH, E. J. (Ed.). **The role of phosphorus in agriculture**. Madison: ASA: CSSA: SSSA, 1980. p. 433-469.
- KEENEY, D. R. Nitrogen management for maximum efficiency and minimum pollution. In: STEVENSON, F. J. (Ed.). **Nitrogen in agricultural soils**. Madison: ASA: CSSA: SSSA, 1982. p. 605-649. (Agronomy Monograph, 22).
- KLEINMAN, P. J. A.; SHARPLEY, A. N.; GARTLEY, K.; JARRELL, W. M.; KUO, S.; MENON, R. G.; MYERS, R.; REDDY, K. R.; SKOGLEY, E. O. Interlaboratory comparison of soil phosphorus extracted by various soil test methods. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 15/16, p. 2325-2345, 2001.
- LADHA, J. K.; DAWE, D.; VENTURA, T. S.; SINGH, U.; VENTURA, W.; WATANABE, I. Long-term effects of urea and green manure on rice yields and nitrogen balance. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 64, n. 6, p. 1993-2001, Nov./Dec. 2000.
- LINS, I. D. G.; FOX, F. R.; NICHOLAIDES, J. J. Optimizing phosphorus fertilization rates for soybean grown on oxisols and associated Entisols. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 49, n. 6, p. 1457-1460, Nov./Dec. 1985.
- MANDAL, B.; HAZRA, G. C.; MANDAL, L. N. Soil management influences on zinc desorption for rice and maize nutrition. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 64, n. 5, p. 1699-1705, Sept./Oct. 2000.
- MENGEL, D. B.; WILSON, F. E. Water management and nitrogen fertilization of ratoon crop rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, n. 6, p. 1008-1010, Nov./Dec. 1981.
- NARTEH, L. T.; SAHRAWAT, K. L. Potentially mineralizable nitrogen in West Africa lowland rice soils. **Geoderma**, Amsterdam, v. 76, n. 1/2, p. 145-154, Mar. 1997.

- NORMAN, R. J.; WELLS, B. R.; MOLDENHAUER, K. A. K. Effect of application method and dicyandiamide on urea-nitrogen-15 recovery in rice. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 53, n. 4, p. 1269-1274, July/Aug. 1989.
- OLK, D. C.; CASSMAN, K. G.; RANDALL, E. W.; KINCESH, P.; SANGER, L. J.; ANDERSON, J. M. Changes in chemical properties of organic matter with intensified rice cropping lowland soil. **European Journal Soil Science**, v. 47, p. 293-303, 1996.
- PALCHAMY, A.; SOUNDRAPANDIAN, G. Status of and potential for rice ratoon cropping in Tamil Nadu. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 111-117.
- PAPONOV, L.; AUFHAMMER, W.; KAUL, H. P.; EHMELE, F. P. Nitrogen efficiency components of winter cereals. **European Journal Agronomy**, Amsterdam, v. 5, n. 1-2, p. 115-124, 1996.
- PENG, S.; CASSMAN, K. G. Upper thresholds of nitrogen uptake rates and associated nitrogen fertilizer efficiencies in irrigated rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 2, p. 178-185, Mar./Apr. 1998.
- PRAKASH, K. S.; PRAKASH, B. G. Effect of nitrogen source and insect control on growth of a ratoon crop. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 12, n. 3, p. 41-42, June 1987.
- PRASAD, R.; DE DATTA, S. K. Increasing fertilizer nitrogen efficiency in wetland rice. In: IRRI. **Nitrogen and rice**. Los Baños, 1979. p. 465-484.
- QUDDUS, M. A. **Effect of several growth regulators, shading and cultural management practices on rice ratooning**. 1981. 100 f. Thesis (Mestrado) - University of the Philippines, Los Baños.
- RAMIREZ, R.; FERNANDEZ, S. M.; LIZASO, J. I. Changes of ph and available phosphorus and calcium rhizosphere of aluminum-tolerant maize germplasm fertilized with phosphate rock. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 9/10, p. 1551-1565, 2001.
- REDDY, T. G.; MAHADEVAPPA, M.; KULKARNI, N. R. Rice ratoon crop management in hilly regions of Karnataka, India. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 4, n. 6, p. 22-23, 1979.
- SAHRAWAT, K. L. Nitrogen availability indexes for submerged rice soils. **Advances in Agronomy**, New York, v. 36, p. 415-451, 1983.
- SAHRAWAT, K. L.; NARTEH, L. T. Organic matter and reducible iron control of ammonium production in submerged soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 9/10, p. 1543-1550, 2001.

SAHRAWAT, K. L.; JONES, M. P.; DIATTA, S.; ADAM, A. Response of upland rice to fertilizer phosphorus and its residual value in an Ultisol. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 15/16, p. 2459-2468, 2001.

SAMSON, B.T. **Rice ratooning**: effects of varietal type and same cultural management practices. 1980. 116 f. Thesis (Mestrado) - University of the Philippines, Los Baños.

SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. **Advances in Agronomy**, New York, v. 34, p. 279-406, 1981.

SANTOS, A. B. dos. **Desenvolvimento de técnicas para a produção de grãos em várzeas**: desenvolvimento de técnicas para o cultivo do feijoeiro em várzeas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 17 p. (Embrapa. Programa 04 – Sistemas de Produção de Grãos. Projeto 04.1999.079). Projeto concluído.

SANTOS, A. B. dos. **Fatores que afetam a produtividade da soca de arroz irrigado**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Agricultura, 1987. 35 p.

SANTOS, A. B. dos; GADINI, F. Exploração da soca de arroz irrigado. **Agricultura Irrigada**, Brasília, DF, v. 5, n. 49, p. 3-4, abr. 1986.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F. Influência da fertilização nitrogenada e do manejo de água no aproveitamento da soca de arroz irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa-DDT, 1987. p. 105. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 19).

SANTOS, A. B. dos; FERREIRA, E.; FAGERIA, N. K.; BARRIGOSI, J. A. F.; FREITAS, V. M. de. Manejo de nitrogênio em arroz irrigado. 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. 565-568. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SANYAL, S. K.; DE DATTA, S. K. Chemistry of phosphorus transformation in soil. **Advances in Soil Science**, New York, v. 16, p. 1-120, 1991.

SETTY, T.K.P.; PARAMESHWAR, N.S.; MAHADEVAPPA, M. Response of Mukthi (CTH1) ratoon to nutrition in coastal Karnataka, India. **International Rice Research Notes**, Manila, v.18, n.1, p.42-43, 1993.

SHARPLEY, A. N.; SIMS, J. T.; PIERZYNSKI, G. M. Innovative soil phosphorus availability indices: assessing inorganic phosphorus. In: HAVLIN, J. L.; JACOBSEN, J. S. (Ed.). **Soil testing**: prospects for improving nutrient recom-

mendations. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 115-142. (SSSA. Special Publication, 40).

SINGH, U.; LADHA, J. K.; CASTILLO, E. G.; PUNZALAN, G.; TIROL-PADRE, A.; DUQUEZA, M. Genotypic variation in nitrogen use efficiency in medium and long duration rice. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 58, n. 1, p. 35-53, July 1998.

SMILLIE, G. W.; SYERS, J. K. Calcium fluoride formation during extraction of calcareous soil with fluoride: II. Implications to Bray P-1 test. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 36, n. 1, p. 25-30, Jan./Feb. 1972.

SNYDER, C. S.; SLATON, N. A. Rice production in the United States - an overview. **Better Crops with Plant Food**, Norcross, v. 85, n. 3, p. 3-7, 2001.

SOIL nutrient deficiencies studies. In: **Annual Report 1990**. Bouake: WARDA, 1990. p. 24-25.

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Glossary of soil science terms**. Madison, 1997. 134 p.

SRINIVASAN, K; PURUSHOTHAMAN, S. Effect of N application timing on ratoon rice. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 14, n. 6, p. 16, Dec. 1989.

THOMAS, R. L.; GRAFIUS, J. E.; KAHN, S. K. Genetic analysis of correlated sequential characters. **Heredity**, v. 26, p. 177-188, 1970.

TIMSINA, J.; SINGH, U.; BADARUDDIN, M.; MEISNER, C. Cultivar, nitrogen, and moisture effects on a rice-wheat sequence: experimentation and simulation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 2, p. 119-130, Mar./Apr. 1998.

TURNER, F.T.; McLLRATH, W. O. N fertilizer management for maximum ratoon crop yields. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 187-194.

WELLS, B. R.; NORMAN, R. J.; WILSON JUNIOR, C. E. Response of rice to polyolefin-coated ureas as nitrogen sources. Fayetteville: Arkansas Agricultural Experiment Station, 1993. **Arkansas Experiment Station Research Series**, v.436, p.155-159, 1993.

WESTCOTT, M. P.; BRANDON, D. M.; LINDAU, C. W.; PATRICK, W. H. Jr. Effects of seeding method and time of fertilization on urea-nitrogen-15 recovery in rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, n. 3, p. p. 474-478, May/June 1986.

WIENHOLD, B.; TROOIJEN, T. P.; REICHMAN, G. A. Yield and nitrogen use efficiency of irrigated corn in the northern great plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 5, p. 842-846, Sept./Oct. 1995.

WILSON JUNIOR, C. E.; BOLLIICH, P. K.; NORMAN, R. J. Nitrogen application timing effects on nitrogen efficiency of dry-seeded rice. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 62, n. 4, p. 959-964, July/Aug. 1998.

WOPEREIS, M. C. S.; DONOVAN, C.; NEBIE, B.; GUINDO, D.; N'DIAYE, M. K. Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions of West Africa. I. Agronomic analysis. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 61, n. 2, p. 125-145, Apr. 1999.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of Rice Crop Science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.

YOSHIDA, S. Physiological aspects of grain yield. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 23, p. 437-464, 1972.

YOSHIDA, S.; PARAO, F. T. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics. In: IRRI. **Climate and rice**. Los Baños, 1976. p. 471-494.

ZITONG, G. Acid rice growing soils of tropical and subtropical China. In: DETURCK P.; PONNAMPERUMA F. N. (Ed.). **Rice production on acid soils of the tropics**. Kandy: Institute of Fundamental Studies, 1991. p. 9-15.

Capítulo 6

MANEJO DE ÁGUA

Luís Fernando Stone e Alberto Baêta dos Santos

RESUMO

O manejo adequado da irrigação é importante fator de sucesso no cultivo da soca de arroz, que apresenta como principais vantagens o baixo requerimento de água e maior eficiência de seu uso. Na maioria dos estudos, a drenagem efetuada alguns dias antes da colheita do cultivo principal, deixando o solo apenas saturado e retornando a irrigação quando a soca estiver desenvolvida, favorece a produtividade de grãos da soca. Este capítulo reúne informações sobre o efeito do manejo de água no desempenho da soca de arroz. São informações relativas à época de drenagem do cultivo principal e de reinício da inundação após a colheita, assim como a sua relação com a produtividade da soca de arroz. Além disso, discorre sobre a interação da altura de corte do cultivo principal com o manejo de água.

INTRODUÇÃO

O suprimento adequado de água é um fator indispensável no aumento da produtividade de grãos do cultivo principal e da soca. O baixo requerimento de água e a maior eficiência de seu uso são relatados como as principais vantagens do cultivo da soca (Prashar, 1970a, 1970b; Santos & Stone, 1987). Entretanto, embora o requerimento de água da soca seja apenas cerca de 60% do normalmente requerido pelo cultivo principal, o manejo adequado da irrigação é essencial para o seu sucesso. A época de irrigação afeta o crescimento e a produtividade de grãos da soca. Santos (1999) menciona que o menor consumo de água apresenta maior importância nas regiões onde a água de irrigação é bombeada e tem grande participação no custo de produção do arroz.

MANEJO DA ÁGUA

A drenagem do tabuleiro antes da colheita do cultivo principal é uma prática recomendada para maior produção de perfilhos e uniformidade no florescimento e na maturação da soca (Chauhan et al., 1985). O manejo da água pode afetar também o desenvolvimento radicular do arroz. As plantas de arroz irrigado são adaptadas ao crescimento em ambiente anaeróbico provocado pela inundação contínua. Além da alta capacidade de perfilhamento, um vigoroso sistema radicular é uma importante característica que as cultivares devem apresentar para a obtenção de

altas produtividades de grãos na soca. A disponibilidade de água no solo favorece a taxa fotossintética nas folhas, o acúmulo de massa e a produção de carboidratos. Entretanto, este efeito pode ocorrer em solo apenas saturado, não dependendo da presença da lâmina de água sobre a superfície.

Trabalhos mais antigos (Evans, 1957) recomendavam que, para promover a produção da soca, a lavoura deveria ser mantida úmida, mas não inundada, por duas semanas antes do fim da maturação do cultivo principal. A drenagem da lavoura por vários dias após a colheita do cultivo principal também favoreceria a produção da soca. A inundação feita imediatamente após a colheita poderia causar apodrecimento dos colmos, impossibilitando a soca. Assim, a inundação deveria ser feita logo que os perfilhos da soca atingissem 10 a 15 cm de altura. A lâmina de irrigação deveria ser rasa nos estádios iniciais da soca, mas a inundação era essencial imediatamente após a aplicação de fertilizante. Uma semana mais tarde, a lavoura deveria ser drenada e capinada, se necessário, para em seguida ser irrigada por inundação intermitente até o final do ciclo da soca.

Pesquisas conduzidas em diversas regiões do mundo indicam que a capacidade produtiva da soca é influenciada pelo manejo de água antes (Votong, 1975) e após (Prashar, 1970a, 1970b; Bahar & De Datta, 1977; Mengel & Wilson, 1981; Coale & Jones, 1994; Palchamy et al., 1995; Santos et al., 2002) a colheita do cultivo principal e por técnicas de colheita do cultivo principal (Bahar & De Datta, 1977; Chauhan et al., 1985; Santos & Prabhu, 2001, 2003). A disponibilidade de água, isoladamente, não garante êxito na produção da soca; é necessário haver água disponível para o cultivo na época adequada. A resposta da soca de arroz irrigado à época de retorno da inundação está relacionada à altura de corte das plantas. Prashar (1970a, 1970b) obteve interação significativa entre altura de corte e época da primeira irrigação sobre a porcentagem de perfilhamento; quando a palhada é cortada mais baixo, o atraso no reinício da inundação de quatro para seis dias após a colheita do cultivo principal propiciou percentuais superiores aos da irrigação efetuada um dia após o corte. Prashar (1970b) observou que o atraso foi melhor que inundação um dia após o corte.

A importância da drenagem antes da colheita do cultivo principal foi verificada por Votong (1975). A produtividade de grãos e a produção de matéria seca da soca aumentaram com a duração do período de drenagem até a colheita do cultivo principal. A drenagem do cultivo principal aumentou o número de panículas da soca por m² e diminuiu as porcentagens de perfilhos inviáveis e de esterilidade de espiguetas. O intervalo entre a colheita do cultivo principal e o reinício da irrigação teve efeito pouco consistente na produtividade da soca. Coale & Jones (1994), estudando os efeitos dos períodos de drenagem de 0, 5, 15, 25, 35 e 45 dias a partir da maturação do cultivo principal obtiveram resposta quadrática sobre a produtividade de grãos da soca, em solo orgânico, sendo a produtividade máxima estimada com 28 dias. Os autores sugeriram que esta resposta resultou dos efeitos combinados do aumento do estresse hídrico e da disponibilidade de

nitrogênio mineral com o aumento do período de drenagem, expressando alterações (quadráticas) no número e na massa dos grãos. Para períodos de drenagem menores que 28 dias, o efeito benéfico do aumento da disponibilidade do N, resultante da oxidação da matéria orgânica, resultou em menores incrementos na produtividade de grãos da soca. Ao invés, para períodos de drenagem maiores que 28 dias, o impacto negativo do estresse hídrico prolongado dominou a resposta ao período de reinício da irrigação, e a produtividade da soca declinou.

Em várzeas tropicais, Santos et al. (2002), por sua vez, estudando a combinação de quatro períodos de drenagem, 0, 10, 20 e 30 dias antes da colheita do cultivo principal, com quatro períodos de reinício da irrigação, 0, 10, 20 e 30 dias após a colheita, verificaram que o manejo da irrigação antes da colheita não afetou o desempenho da soca de arroz irrigado. Entretanto, esta foi afetada pelos períodos de reinício da irrigação. Em anos de ocorrência de temperaturas desfavoráveis para a produção da soca, o atraso no reinício da inundação após a colheita do cultivo principal reduziu a produtividade da soca (Figura 6.1). Em condições climáticas favoráveis, a produtividade da soca apresentou resposta quadrática aos períodos de reinício da irrigação, sendo o melhor desempenho da soca, 3.335 kg ha⁻¹, obtido quando a inundação foi iniciada nove dias após a colheita (Figura 6.1). Esta produtividade foi refletida pelo maior número de panículas por área, fertilidade de espiguetas e, conseqüentemente, maior número de grãos por panícula, neste período. Este resultado é importante em condições de lavoura, pois possibilita a brotação das plantas danificadas pelo pisoteio das esteiras das colhedoras antes do reinício da irrigação. Os autores determinaram, também, o consumo de água durante o período de irrigação da soca (64, 54,

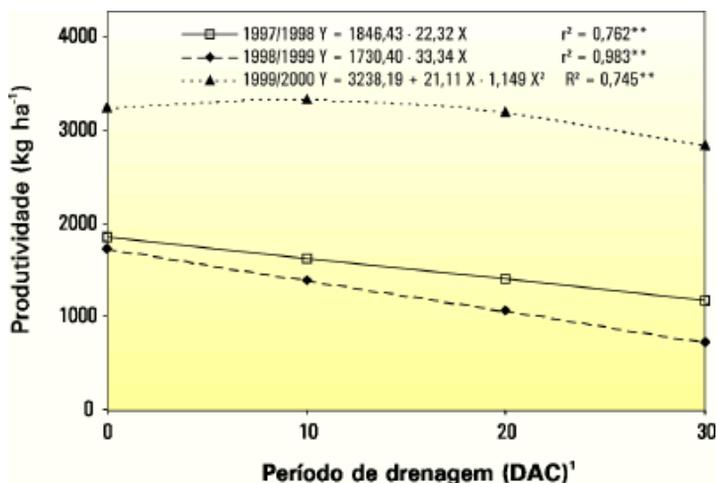


Fig. 6.1. Efeitos do manejo de água na produtividade da soca de arroz irrigado.

¹ Dias após a colheita do cultivo principal.

Fonte: Adaptada de Santos et al. (2002).

44 e 34 dias) para os quatro períodos de reinício da irrigação (0, 10, 20 e 30 dias após a colheita do cultivo principal), o qual pode ser observado na Tabela 6.1. A área experimental apresenta elevadas perdas por percolação e fluxo lateral, assim qualquer redução no período de irrigação acarreta considerável economia de água. O tratamento que propiciou maior produtividade, drenagem por nove dias, apresentou consumo de água igual a 3.443 mm. Isto significa uma economia de água de cerca de 14% em relação ao tratamento em que não houve período de drenagem.

Mengel & Wilson (1981) verificaram que a drenagem da lavoura após a colheita do cultivo principal não é essencial para a obtenção de maior produtividade de grãos na soca. Estes autores observaram que a aplicação de inundação contínua com lâmina rasa, de 5 a 8 cm, imediatamente após a colheita do cultivo principal foi melhor que a aplicação de inundações por curto prazo, “banhos”, para prover

Tabela 6.1. Percolação e fluxo lateral, evapotranspiração e consumo de água durante o período de irrigação da soca: 64, 54, 44 e 34 dias para os quatro períodos de reinício da irrigação 0, 10, 20 e 30 dias após a colheita do cultivo principal.

Período de reinício da irrigação (DAC) ¹	Duração da irrigação (dia)	Percolação e fluxo lateral (mm)	Evapotranspiração (mm)	Consumo total (mm)
0	64	3.731,2	279,8	4.011,0
10	54	3.148,2	235,9	3.384,1
20	44	2.585,2	195,3	2.780,5
30	34	1.982,2	148,4	2.130,6

¹Dias após a colheita do cultivo principal.

Fonte: Adaptada de Santos et al. (2002).

umidade adequada para a brotação, seguida por inundação contínua quando os perfilhos da soca tinham 10 a 15 cm de altura, aproximadamente três semanas após a colheita. As parcelas com inundação imediata produziram cerca de 68% mais que aquelas com banhos (Figura 6.2), independente das taxas de aplicação de N. Segundo esses autores, a antecipação da inundação criou condições mais favoráveis para uma brotação mais rápida e uniforme, resultando em plantas com maior capacidade de utilização de nitrogênio. Na colheita, as plantas foram cortadas de 40 a 45 cm de altura, não havendo, portanto, risco de apodrecimento dos colmos pela submersão. Não foi observado efeito significativo do manejo de água sobre o rendimento industrial de grãos. Ichii (1983) não observou crescimento rápido com a inundação imediata, mas Mengel & Wilson (1981) observaram que a inundação imediata promoveu o crescimento mais rápido e uniforme dos perfilhos que a inundação mais tardia e propiciou maior altura das plantas na soca. É evidente que esses resultados dependem das características do solo e da cultivar. No Texas, EUA, conforme relatado por Coale & Jones (1994), a recomendação para solos argilosos é que a fertilização nitrogenada e o reinício da inundação sejam feitos imediatamente

após a colheita do cultivo principal. Para solos franco arenosos, é recomendado um período de drenagem de 15 a 20 dias após a colheita do cultivo principal com a aplicação parcelada do fertilizante nitrogenado.

A interação entre altura de corte e manejo da água antes e após a colheita do cultivo principal é de grande importância. A combinação apropriada de altura de corte e época de reinício da inundação deve ser considerada. Inundação com corte muito baixo pode resultar em estande pobre pelo aumento no número de plantas que não rebrotam, enquanto o atraso na inundação pode resultar em severa competição

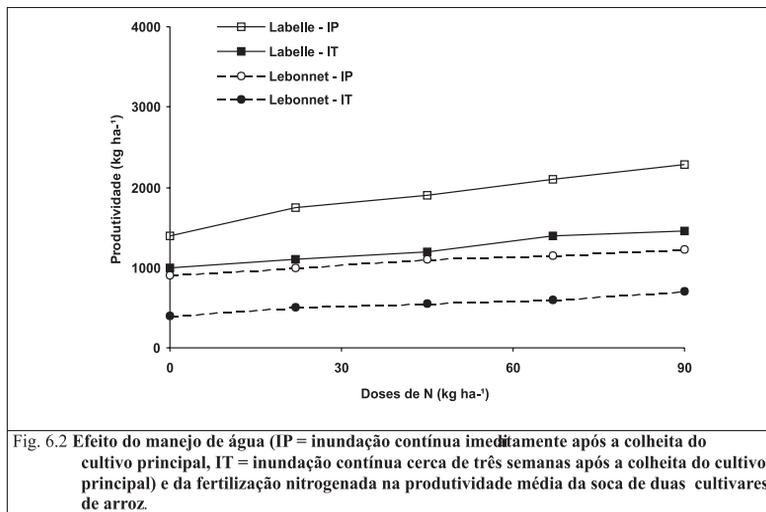


Fig. 6.2 Efeito do manejo de água (IP = inundação contínua imediatamente após a colheita do cultivo principal, IT = inundação contínua cerca de três semanas após a colheita do cultivo principal) e da fertilização nitrogenada na produtividade média da soca de duas cultivares de arroz.

Fig. 6.2. Efeito do manejo de água (IP = inundação contínua imediatamente após a colheita do cultivo principal, IT = inundação contínua cerca de três semanas após a colheita do cultivo princiapl) e da fertilização nitrogenada na produtividade média da soca de duas cultivares de arroz.

Fonte: Adaptada de Mengel & Wilson (1981).

entre as plantas daninhas e o cultivo da soca (Chauhan et al., 1985).

Bahar & De Datta (1977), utilizando inundação contínua com lâmina rasa, de 5 a 7 cm, também verificaram que a altura de corte do cultivo principal influencia o momento de reiniciar a inundação da lavoura. Quando o corte foi feito ao nível do solo, a produtividade de grãos da soca aumentou com o atraso da inundação até 12 dias após a colheita do cultivo principal. Entretanto, quando o corte foi feito a 15 cm de altura, a época de reinício da inundação, considerando até 16 dias após a colheita do cultivo principal, não teve efeito na produtividade da soca (Tabela 6.2). Quando as parcelas foram drenadas durante a colheita do cultivo principal e inundadas 12 dias após, cortes ao nível do solo ou a 15 cm de altura resultaram em produtividades da soca comparáveis, mas a drenagem da

lavoura aumentou a ocorrência de plantas daninhas, que competiram severamente com a soca. A maior produtividade de grãos da soca observada quando o corte foi feito a 15 cm foi devido à menor porcentagem de plantas que não rebrotaram (Tabela 6.3). Esta porcentagem aumentou à medida que a inundação foi feita mais próxima da colheita do cultivo principal, quando o corte foi feito ao nível do solo. Contudo, quando o corte foi feito a 15 cm de altura, o tempo de reinício da irrigação não afetou essa porcentagem.

Ichii (1983) observou que o manejo de água não afetou significativamente a porcentagem de perfilhos na soca nem na altura da soca, quando a cultura foi cortada a 5 ou 20 cm, provavelmente porque a habilidade de produção de grãos na soca depende grandemente das reservas de alimento na base do colmo e da temperatura. Muitos perfilhos morrem quando a cultura é cortada no nível do solo e a água permanece com 5 cm de profundidade.

Inundação (DAC) ¹	Produtividade de grãos (t ha ⁻¹)		
	Altura de corte ²		Diferença
	Nível do solo	15 cm	
0	0,0c	2,5a	-2,5**
4	1,7ab	2,4a	-0,7ns
8	1,9ab	2,4a	-0,5ns
12	2,4a	2,3a	0,1ns
16	2,3a	2,6a	-0,3ns

¹Dias após a colheita do cultivo principal

²Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade, ns = não significativo

Fonte: Adaptada de Bahar & De Datta (1977).

Tabela 6.3. Efeitos da altura de corte e do manejo de água na porcentagem de plantas da cultivar IR 2061-632-3-1 de arroz que não rebrotaram.

Inundação (DAC) ¹	Plantas que não rebrotaram (%)		
	Altura de corte ²		Diferença
	Nível do solo	15 cm	
0	79c	3a	76**
4	33b	2a	31**
8	25ab	2a	23*
12	18ab	1a	17*
16	16a	1a	15ns

¹Dias após a colheita do cultivo principal

²Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade.

**, * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ns = não significativo

Fonte: Adaptada de Bahar & De Datta (1977).

Com relação ao sistema de irrigação, Santos & Stone (1987), comparando três manejos de água em Goiânia: inundação contínua durante todo o ciclo da soca;

inundação intermitente, banhos, até 25 dias após o corte e posterior inundação contínua; e inundação intermitente durante todo o ciclo, verificaram que não houve efeito do manejo de água na produtividade de grãos da soca. Contudo, o uso de banhos periódicos durante o desenvolvimento da soca proporcionou uma redução no consumo de água de $1 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, em comparação ao emprego de lâmina contínua, sem afetar a produtividade de grãos. Palchamy et al. (1995), na Índia, por sua vez, verificaram que a produtividade da soca foi maior quando a cultura foi inundada intermitentemente com uma lâmina de 5 cm de profundidade do que quando submetida à inundação contínua com a mesma altura de lâmina de água.

Nas condições brasileiras, uma preocupação é que o solo esteja seco por ocasião da colheita mecanizada do cultivo principal, de maneira que a colhedora não provoque sulcos no solo e destrua os colmos das plantas de arroz. Colmos danificados não se recuperam, ou recuperam-se tardiamente, resultando em inferior qualidade industrial de grãos (Bollich & Turner, 1988). Assim, durante a colheita do cultivo principal, o solo deve estar seco o suficiente para suportar as máquinas pesadas. Entretanto, se o solo for drenado mais cedo que três semanas após o início da emissão das panículas, o solo pode secar tanto que o perfilhamento da soca seja suprimido. Bollich & Turner (1988) relataram que assim que o cultivo principal é colhido e o fertilizante aplicado, a lavoura deve ser inundada com uma lâmina de 8 a 10 cm de profundidade. Se o atraso no reinício da irrigação após a colheita do cultivo principal for excessivo, os grãos que caem no solo durante a colheita mecanizada germinarão e competirão com a soca por luz e nutrientes. Nos Estados Unidos, recomenda-se que a água seja colocada na lavoura para propiciar umidade adequada para a brotação, mas a inundação deve ser retardada até que os novos perfilhos da soca atinjam 10 a 15 cm de altura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHAR, F. A.; DE DATTA, S. K. Prospects of increasing tropical rice production through ratooning. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 4, p. 536-540, July/Aug. 1977.

BOLLICH, C. N.; TURNER, F. T. Commercial ratoon rice production in Texas, USA. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 257-263.

CHAUHAN, J. S.; VERGARA, B. S.; LOPEZ, F. S. S. **Rice ratooning**. Los Baños: IRRI, 1985. 19 p. (IRRI Research Paper Series, 102).

COALE, F. J.; JONES, D. B. Reflood timing for ratoon rice grown on Everglades Histosols. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 3, p. 478-482, May/June 1994.

EVANS, L. J. C. Ratoon rice. **World Crops**, London, v. 9, n. 6, p. 227-228, 1957.

ICHII, M. The effect of water management on ratoon ability of rice plants.

- Technical Bulletin of Faculty of Agriculture**, Kagawa University, v. 34, n.2, p.123-128, Mar. 1983.
- MENGEL, D. B.; WILSON, F. E. Water management and nitrogen fertilization of ratoon crop rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, n. 6, p. 1008-1010, Nov./Dec. 1981.
- PALCHAMY, A.; PURUSHOTHAMAN, S.; RAJAGOPAL, A. Ratoon cropping in rice for better water resource management in river command area in Tamil Nadu. **Madras Agricultural Journal**, Madras, v. 82, n. 1, p. 33-36, 1995.
- PRASHAR, C. R. K. Paddy ratoons. **World Crops**, London, v. 22, n. 3, p. 145-147, 1970a.
- PRASHAR, C. R. K. Some factors governing rice ratoon yield. **Plant and Soil**, The Hague, v. 32, n. 2, p. 540-541, Apr. 1970b.
- SANTOS, A. B. dos. Aproveitamento da soca. 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. p. 463-492.
- SANTOS, A. B. dos; PRABHU, A. S. Efeitos de sistemas de colheita e de aplicação de fungicidas no comportamento da soca do arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 572-576, 2003.
- SANTOS, A. B. dos; PRABHU, A. S. Sistema de colheita e fungicida na produtividade e na qualidade de grãos da soca de 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. 266-268.
- SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F. Influência da fertilização nitrogenada e do manejo de água no aproveitamento da soca de arroz irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa-DDT, 1987. p. 105. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 19).
- SANTOS, A. B. dos; FERREIRA, E.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. da; RAMOS, C. G. Manejo de água no comportamento da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 10, p. 1413-1420, out. 2002.
- VOTONG, V. **The effect of time of drainage and time of rewatering on the yield of ratoon rice**. 1975. 98 f. Thesis (Mestrado) - University of Sydney, Faculty of Agriculture, Sydney.

DOENÇAS E SEU CONTROLE

Anne Sitarama Prabhu e Alberto Baêta dos Santos

RESUMO

A relevância do cultivo da soca para reduzir o custo de produção do cultivo principal em função de controle de doenças deve merecer maior atenção pela pesquisa. O fungicida continua sendo um componente importante no manejo da brusone no cultivo principal devido à curta durabilidade de resistência das cultivares de arroz irrigado. O conhecimento dos fatores climáticos e dos aspectos fisiológicos da soca, em relação à incidência das principais doenças, permite um bom manejo, evitando o uso de defensivos. Os fungicidas propiciam maiores produtividades e menor incidência de doenças nos grãos e, conseqüentemente, melhor qualidade do produto colhido. A integração da resistência da cultivar e de práticas culturais no cultivo principal e suas influências na soca requerem estudos quanto à busca de novas alternativas de controle de mais de uma doença, tais como o emprego da adubação silicatada, mediante a nutrição de plantas, para redução da dependência do uso de fungicidas, minimizando os danos ao ambiente. As doenças esporádicas de menor importância econômica causam danos somente em condições específicas e não devem ser levadas em consideração na adoção de medidas de controle.

INTRODUÇÃO

As doenças mais importantes para a cultura de arroz irrigado, tanto nas condições tropicais como subtropicais, são brusone, escaldadura, mancha-nos-grãos e queima-da-bainha. Todas as doenças que afetam o cultivo principal afetam também a soca, mas a incidência e severidade de cada uma delas são variáveis. Em geral, os fatores que propiciam alta severidade de doenças em arroz irrigado são manejo inadequado da água de irrigação, elevada população de plantas, homogeneidade genética da cultivar e cultivo intensivo com uso de quantidades excessivas de fertilizantes.

BRUSONE

A brusone causada por *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc (= *P. oryzae* Cavara) que corresponde ao estágio sexual *Magnaporthe grisea* (T.T. Hebert) Yaegashi & Udagawa, não ocorre nas condições naturais em lavouras de arroz. Esta constitui uma das principais doenças no cultivo principal de arroz irrigado, provocando perdas significativas na produtividade das cultivares suscetíveis,

quando as condições ambientais são favoráveis. No Brasil, a brusone ocorre em praticamente todas as regiões onde o arroz é cultivado, sendo variáveis os prejuízos. No Rio Grande de Sul, a brusone causa danos menores à produtividade de grãos de arroz irrigado (Ribeiro, 1984) que no Estado de Tocantins, devido às condições climáticas favoráveis para a sua incidência e severidade (Prabhu et al., 1999).

A brusone nas folhas durante a fase vegetativa causa redução na altura de planta, no número de perfilhos por área, no número de grãos por panícula e na massa de grãos, além dos efeitos indiretos na produtividade de grãos causados pelas reduções na taxa de fotossíntese e respiração. Os efeitos diretos causados pela brusone nas panículas incluem redução da produtividade, massa de grãos, porcentagem de grãos formados, número de grãos por panícula e índice de colheita.

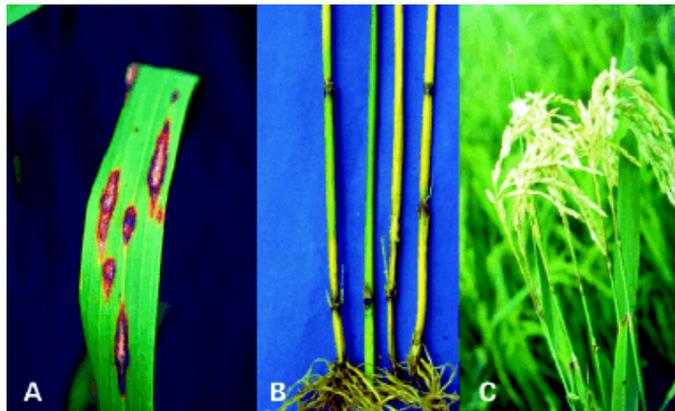
Sintomas

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 margem marrom e centro cinza (Figura 7.1A). Em condições favoráveis, as lesões coalescem, causando morte das folhas e, muitas vezes, da planta inteira. Os sintomas nos nós aparecem, geralmente, na fase de planta madura (Figura 7.1B). A área infectada do nó torna-se escura, impedindo a circulação da seiva na planta e provocando, então, o acamamento da planta ou a quebra do colmo no ponto de infecção do nó. A infecção da aurícula ou da lígula, principalmente da folha bandeira, é comum na fase de emissão da panícula. A infecção no primeiro nó, abaixo da panícula, é referida como brusone do pescoço (Figura 7.1C). Diversas partes da panícula, como ráquis, ramificações primárias, secundárias e pedicelos também são infectadas. Quando a infecção ocorre antes da fase leitosa, a panícula inteira morre, apresentando coloração parda, diferente da coloração esbranquiçada, característica das panículas atacadas pela broca-do-colmo. As infecções mais tardias das panículas causam perdas somente nas partes afetadas e ocorre redução na massa dos grãos. As espiguetas, quando atacadas, apresentam manchas marrons do tamanho da cabeça de um alfinete localizadas nas glumas e glumelas, as quais são facilmente confundidas com manchas causadas por outros fungos.

Fatores que favorecem a incidência

A brusone é transmitida pela semente infectada, sendo esta uma das fontes primárias de inóculo. Porém as sementes infectadas não provocam epidemia sob condições de lavouras bem conduzidas, onde há uniformidade de semeadura e controle adequado de lâmina de água. Outra fonte de inóculo primário são os esporos dos fungos que sobrevivem nos restos culturais. Os esporos, trazidos

Fig. 7.1. Brusone nas folhas (A); Brusone nos nós (B); Brusone no pescoço da panícula (C)



pelo vento, produzidos nas lavouras vizinhas ou distantes, plantadas mais cedo constituem-se em fontes mais importantes de inóculo primário.

Todas as fases do ciclo da doença, desde a germinação dos esporos até o desenvolvimento de lesões, são influenciados em grande parte pelos fatores climáticos. A deposição de orvalho e de gotas de chuvas nas folhas são essenciais para a germinação dos conídios e o início da infecção. A temperatura ideal para o rápido desenvolvimento da brusone varia entre 20 e 25 °C. O desenvolvimento da infecção é acelerado quando a umidade relativa do ar for superior a 93%. Um alto índice de produção de esporos ocorre de três a oito dias após o aparecimento da lesão. A esporulação em uma lesão pode continuar por mais de 20 dias. As chuvas lavam os esporos das plantas reduzindo a quantidade de inóculo e, em dias chuvosos, a disseminação de esporos é menor.

A maior susceptibilidade das folhas à brusone ocorre na fase vegetativa entre 30 a 50 dias após a emergência. O aumento da resistência com a idade da planta de 55 a 60 dias reduz a severidade da brusone nas três folhas superiores. Durante o enchimento de grãos, o período compreendido entre as fases de grãos leitosos e pastosos, ou seja, dez a 20 dias após a emissão das panículas, é fase mais suscetível a brusone. A ocorrência de chuvas durante o enchimento de grãos reduz a severidade da brusone nas panículas.

Desequilíbrios nutricionais aumentam a severidade da brusone. Doses excessivas de nitrogênio são causadoras desse aumento. Tanto a brusone nas folhas como nas panículas aumenta com a elevação das doses de nitrogênio. Da mesma forma, a aplicação total de nitrogênio no sulco por ocasião da semeadura aumenta significativamente a severidade da brusone, comparada com a aplicação parcelada desse nutriente. A influência do nitrogênio sobre a brusone varia de acordo com a forma disponível e a suscetibilidade de planta é maior quando o nitrogênio é aplicado na forma de nitrato (NO_3^-) que na forma amoniacal (NH_4^+).

Altas doses de nitrogênio diminuem o conteúdo de sílica na parede celular, reduzindo a resistência mecânica à penetração do fungo na planta. O potássio diminui a incidência de brusone em solos deficientes e tem pouco efeito, ou pode até aumentar a severidade da brusone, quando se encontra em quantidade suficiente para o desenvolvimento da planta.

MANCHAS-NOS-GRÃOS

As manchas-nos-grãos estão associadas com mais de um patógeno fúngico ou bacteriano e podem ser consideradas como um dos principais problemas da cultura do arroz, no ecossistema de várzeas. Os principais patógenos causadores de manchas-nos-grãos incluem *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker, *Alternaria padwickii* (Ganguly) Ellis, *Pyricularia grisea* (Sacc.) Cooke, *Monographella albescens* (Thumen) Parkinson et al., *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams, *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch & Van Kesteren, diferentes espécies de Drechslera, Curvularia, Nigrospora, Fusarium, Coniothyrium, Epicoccum, Pithomyces e Chetomium além das bactérias *Pseudomonas spp.* e *Erwinia spp.*

As manchas-nos-grãos podem causar perdas na massa de grãos e no número de grão por panícula, dependendo do grau de suscetibilidade de cultivar, além de depreciar a aparência e a qualidade de grãos (Prabhu & Vieira, 1989).

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. As manchas-nos-grãos causadas principalmente por *Bipolaris oryzae* manifestam-se durante a emissão das panículas, com manchas de coloração marrom-avermelhada nas espiguetas, idênticas às manchas causadas por outros fungos (Figura 7.2A). As glumelas dos grãos infectados com *Monographella albescens* apresentam grande número de pontuações avermelhadas do tamanho de cabeça de alfinete. Os sintomas causados por *P. grisea* consistem em manchas marrons do tamanho da cabeça de alfinete, localizadas nas glumas e glumelas, são semelhantes aos causados por Escaldadura. Em arroz irrigado, é difícil identificar os patógenos envolvidos com o aparecimento de manchas-nos-grãos apenas pelo sintoma. Estas manchas causam gessamento e quebra dos grãos durante o beneficiamento (Figura 7.2B). Os sintomas de mancha parda nas folhas na fase inicial são confundidos com manchas causada por brusone. A mancha parda causa lesões redondas e ovais (Figura 7.3A) e a brusone, manchas elípticas com centro cinza (Figura 7.3B). Altas severidades de mancha parda geralmente aparecem nas folhas bandeiras e penúltimas, por ocasião de emissão das panículas. A relação entre severidade de mancha parda nas folhas e mancha-nos-grãos em diferentes

cultivares é positiva
importantes na etiologia

Fig. 7.2. Mancha-nos-grãos (A); Quebra de grãos causada por Mancha-nos-grãos (B).

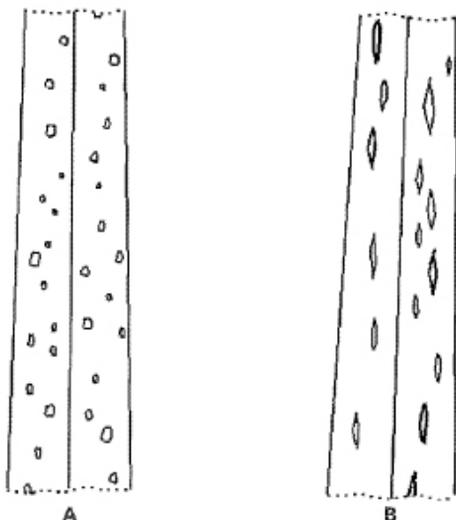


Fig. 7.3. Lesões nas folhas causadas por mancha parda (A); Lesões nas folhas causadas por brusone (B).

Fatores que favorecem a incidência

Chuva e alta umidade durante a formação dos grãos favorecem a ocorrência das manchas. O acamamento, por provocar o contato das panículas com o solo úmido, contribui para aumentar a descoloração dos grãos. Danos causados por insetos no campo, principalmente o percevejo, predispõem os grãos à infecção por microrganismos. Adicionalmente, a severidade da queima das glumelas na lavoura é maior quando a emissão das panículas do arroz coincide com períodos chuvosos.

ESCALDADURA

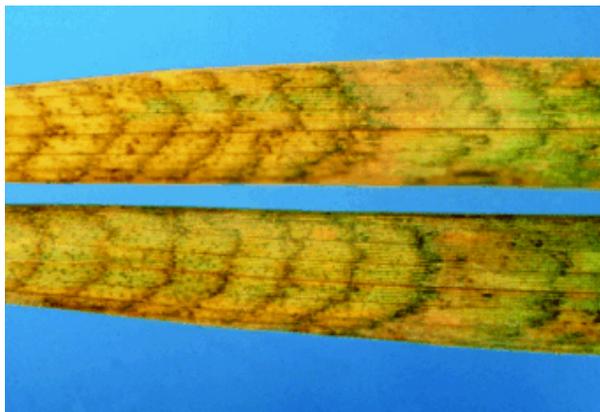
A escaaldadura vem-se manifestando em níveis significativos em todas as

regiões do Brasil, em ambientes de várzeas, tanto na Região Sul como Norte. A escaldadura é causada pelo fungo *Monographella albescens* (Thume) Parkinson et al. (Syn. *Metasphaera albescens* Thume). A fase imperfeita foi descrita como *Microdochium oryzae* (Hashioka & Yokogi) Samuels & Hallett. Outros nomes descritos anteriormente, como *Rhynchosporium oryzae* Hashioka & Yokogi e *Gerlachia oryzae* (Hashioka & Yokogi) W. Gams, são sinônimos.

Embora não existam estimativas quantitativas de perdas na produtividade, as lavouras afetadas com esta enfermidade paralisam o crescimento e o desenvolvimento da planta e fornecem o inóculo que causa manchas-nos-grãos.

Sintomas

Os sintomas típicos da doença iniciam-se pelas extremidades apicais das folhas ou pelas bordas das lâminas foliares. As manchas não apresentam margens bem definidas e são inicialmente de coloração verde-oliva. Mais tarde, as áreas afetadas apresentam sucessões de faixas concêntricas (Figura 7.4). As lesões coalescem, causando secamento e morte da folha afetada. As lavouras afetadas apresentam amarelecimento geral, com as pontas das folhas secas. Em condições



não-favoráveis para o desenvolvimento da doença, os esporos produzem inúmeras pontuações pequenas, marrom-claras e geralmente são confundidos com outras doenças. Sintomas semelhantes são produzidos também nas bainhas. O patógeno infecta os grãos, causando pequenas manchas do tamanho da cabeça de alfinete e,

Fig. 7.4. Escaldadura nas folhas. em casos severos, provoca descoloração das glumelas, tornando-as marrom-

avermelhadas.

Fatores que favorecem a incidência

As sementes infectadas e os restos culturais constituem as principais fontes de inóculo primário. O desenvolvimento da doença é favorecido pelo molhamento das folhas pela água da chuva ou por períodos prolongados de orvalho, durante as fases de perfilhamento máximo e emborrachamento. Altas

populações de plantas aumentam a severidade da escaldadura e o aumento da adubação nitrogenada favorece o rápido desenvolvimento da doença.

QUEIMA-DA-BAINHA

A queima-da-bainha e a mancha-da-bainha do arroz, cujos agentes causais são os fungos *Rhizoctonia solani* Kuhn [*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.] e *Rhizoctonia oryzae* Ryker & Gooch (*Waitea circinata* Warcup & Talbot.), respectivamente, são componentes importantes do complexo de doenças fúngicas do colmo e da bainha em arroz irrigado em diferentes países tanto em climas temperados como tropicais (Webster & Gunell, 1992).

Nos E.U.A., a queima-da-bainha tornou-se a principal enfermidade do arroz, nas últimas duas décadas, devido ao aumento de área plantada em rotação com soja (Groth et al., 1993). No Brasil, a ocorrência da queima-da-bainha foi assinalada em lavouras de arroz de alguns municípios dos Estados de São Paulo (Amaral et al., 1979), Rio Grande do Sul (Ribeiro, 1984), Amazonas (Santos & Galvão, 1989) e Tocantins (Prabhu et al., 1995). Atualmente, a queima-da-bainha ocorre em todas as lavouras, em maior ou menor grau de severidade, em arroz irrigado no Estado do Tocantins, onde aproximadamente 50 mil hectares de arroz são plantados em rotação com soja (Prabhu et al., 2002b).

Sintomas

A queima-da-bainha, causada por *R. solani*, ocorre geralmente nas bainhas e nos colmos, e é caracterizada por manchas ovaladas, elípticas ou arredondadas, de coloração branco-acinzentada e bordas marrons bem definidas. Em casos severos, observam-se manchas semelhantes nas folhas, porém com aspecto irregular (Figura 7.5A). A incidência da queima-da-bainha resulta em seca parcial ou total das folhas. Por outro lado, as folhas de arroz são resistentes à infecção por *R. oryzae* (Prabhu et al., 2002b).

A infecção severa da queima-da-bainha provoca acamamento da planta. Em contraste aos sintomas da queima-da-bainha, os sintomas da mancha-da-bainha nos colmos (Figura 7.5B) são caracterizados por manchas ovais, levemente



elovadas. As lesões são

Fig. 7.5. Mancha-da-bainha (A), Queima-da-bainha nos colmos (B) e nas folhas (C).

isoladas (Figura 7.5C) e não formam as áreas contínuas de infecção típicas da queima-da-bainha.

Fatores que favorecem a incidência

O patógeno, que sobrevive no solo em forma de esclerócios e de micélio em restos culturais, constitui o inóculo primário. O patógeno infecta diversas gramíneas comuns, como plantas daninhas nas lavouras de arroz irrigado e diversas leguminosas, inclusive a soja.

O fungo é disseminado rapidamente pela água de irrigação e pelo movimento do solo durante a aração. Os esclerócios sobrevivem até dois anos e aumentam no solo com o tempo, flutuam na água, acumulam-se ao redor da planta de arroz causando infecção inicial nos colmos, no nível da água. A doença dissemina-se rapidamente, através da infecção por hifas, para as partes superiores, incluindo as folhas e as plantas adjacentes sob condições de baixa luminosidade, umidade em torno de 95% e altas temperaturas, de 28 a 32°C. A infecção causada por basidiosporos de *T. cucumeris* é relativamente menos importante na epidemiologia. A doença desenvolve-se rapidamente durante a emissão das panículas e a formação dos grãos. Os elevados percentuais de matéria orgânica, doses de nitrogênio e altas populações de plantas contribuem para aumentar a severidade da doença.

ESTRATÉGIAS PARA INTEGRAÇÃO DE RESISTÊNCIA DA CULTIVAR E PRÁTICAS CULTURAIS NO CULTIVO PRINCIPAL E SOCA

A produção de perfilhos saudios é um pré-requisito para o êxito no cultivo da soca, sendo o seu comportamento grandemente influenciado pelo cultivo principal. Por esta razão, o uso de cultivares resistentes ou moderadamente resistentes às principais doenças e adoção de medidas de controle cultural e químico no cultivo principal aumentam a produtividade de grãos da soca (Mew & Fabellar, 1988).

Cultivo principal

Brusone

O controle da brusone no cultivo principal com aplicação de fungicidas e práticas culturais não é necessariamente relacionado com a incidência da brusone na soca, porque o inóculo está sempre disponível e sobrevive nos restos culturais e colmos infectados. Por esta razão, o único método eficaz de controle da brusone é por meio de uso de cultivares resistentes. A brusone nas folhas tem pouca importância na soca, porque as folhas novas emergidas da soca apresentam um certo grau de resistência, comparadas às folhas do cultivo principal entre 30 a 50

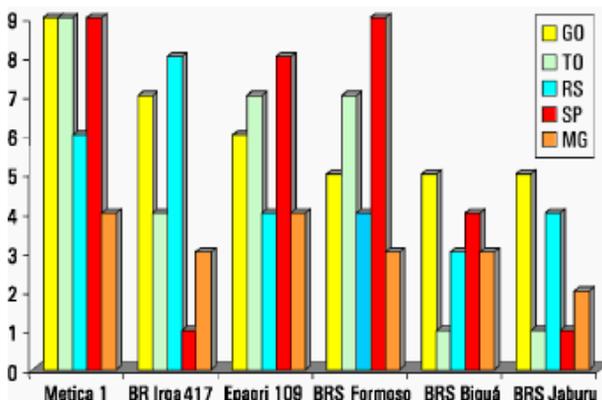
dias após a emergência, na fase vegetativa. Entretanto, a incidência de brusone nas panículas é variável, dependendo do grau de resistência do cultivo principal.

Resistência genética

O controle adequado da brusone pode ser obtido com o uso de cultivares resistentes ou moderadamente resistentes. No Estado do Tocantins, a cultivar Metica 1 mostrou moderada suscetibilidade à brusone nas folhas e nas panículas, quando foi lançada, em 1986, para cultivo em condições irrigadas. A sua suscetibilidade aumentou ao longo dos anos, resultando em perdas significativas da produtividade. Mas, por causa do seu potencial produtivo, permanece como uma das cultivares preferidas pelos produtores, sendo cultivada até o momento. A durabilidade da resistência das cultivares Javaé e BRS Formoso, lançadas pela Embrapa Arroz e Feijão com alto grau de resistência, tem sido limitada por causa da alta variabilidade do patógeno. Isso ocorreu com as cultivares Epagri 108 e Epagri 109, que foram introduzidas de Santa Catarina devido ao seu alto potencial produtivo, qualidade de grão e resistência à brusone. Estas duas cultivares chegaram a ocupar aproximadamente 20 mil hectares nos municípios de Lagoa da Confusão e Dueré. A resistência vertical dessas cultivares foi quebrada devido ao aumento da frequência da raça IB-45 durante a safra 1998/99 (Prabhu et al., 2002a).

As cultivares apresentam diferentes graus de resistência no cultivo principal. A reação das cultivares de arroz irrigado plantadas nos Estados do Rio Grande de Sul, Santa Catarina, São Paulo, Goiás e Tocantins à brusone é apresentada na Figura 7.6. As notas médias de brusone nas folhas das cultivares, nos viveiros de brusone em cinco locais de teste, mostraram alta suscetibilidade de todas as cultivares, com exceção da BRS Biguá e BRS Jaburu, no Estado do Tocantins. Por outro lado, a reação à brusone nas panículas, em condições de campo, variou entre moderadamente resistentes e suscetíveis, dependendo da pressão da doença. Portanto, nas lavouras extensivas de arroz irrigado, no Estado

Fig. 7.6. Reação das cultivares de arroz irrigado à brusone nas folhas nos viveiros nacionais de brusone, em cinco locais (2002/2003).



do Tocantins, a cultivar Metica 1 é altamente suscetível à brusone nas folhas. As cultivares BRS Formoso, Epagri 108 e Epagri 109, indicadas para o cultivo da soca, são suscetíveis e necessitam outras medidas de controle.

O uso de cultivares resistentes ou moderadamente resistentes à brusone, como BRS Biguá e BRS Jaburu, permite evitar o tratamento de sementes e aplicações de fungicidas. A cultivar BRS Jaburu é resistente à brusone, mas altamente suscetível à mancha-parda e manchas-nos-grãos. O plantio de mais de uma cultivar, duas a quatro cultivares na mesma fazenda, é desejável para minimizar os prejuízos com brusone, tanto no cultivo principal como na soca.

Controle cultural

A adoção de práticas culturais combinadas com o uso de cultivares resistentes reduz o uso de produtos químicos e, conseqüentemente, os danos ambientais e o custo de produção. As técnicas para manejo de doenças em arroz irrigado recomendadas para o Estado do Tocantins (Santos et al., 2002a) são: aplainamento e/ou sistematização do solo para facilitar o manejo adequado da irrigação. Com a manutenção da lâmina uniforme de água durante todo o ciclo da cultura, pode-se evitar o uso de defensivos, e a utilização de cultivares com bom nível de resistência contribui para diminuir os riscos da doença. A falta de água na fase vegetativa resulta em alta severidade da brusone, causando até a morte das folhas e perfilhos secundários. Neste caso, a inundação da lavoura afetada por brusone nas folhas, por 48 a 72 horas, seguida por drenagem e manutenção da lâmina de água com profundidade adequada durante o resto do ciclo contribuem para o controle da doença e, conseqüentemente, a recuperação e desenvolvimento das plantas. A inundação induz redução da atividade fotossintética e da concentração de N total, P, K no tecido da folha. O metabolismo de proteína também é afetado, devido ao estresse de falta de oxigênio (Pezeshki, 1994).

A incidência de brusone nas folhas é baixa nas sementeiras realizadas no mês de outubro. É aconselhável que a sementeira seja efetuada na época normal, ou seja, de 15 de outubro a 15 de novembro, evitando-se plantio tardio. Altas populações de plantas favorecem a ocorrência de brusone. A densidade de sementeira recomendada é de 80 a 120 kg ha⁻¹ de sementes. Deve-se evitar a população excessiva de plantas e o autossombreamento.

A sementeira efetuada no menor período do tempo diminui a severidade de brusone nas folhas. A adubação equilibrada evita crescimento vegetativo exagerado da planta de arroz. A adubação nitrogenada em cobertura deve ser feita, no máximo, aos 45 dias após a emergência das plântulas, tanto para cultivares de ciclo curto como de ciclo médio. As aplicações tardias provocam alta severidade da brusone nas panículas. A colheita deve ser realizada na época apropriada para a obtenção de grãos com melhor qualidade. Os resultados preliminares da aplicação de silício no controle de brusone nas folhas, nas

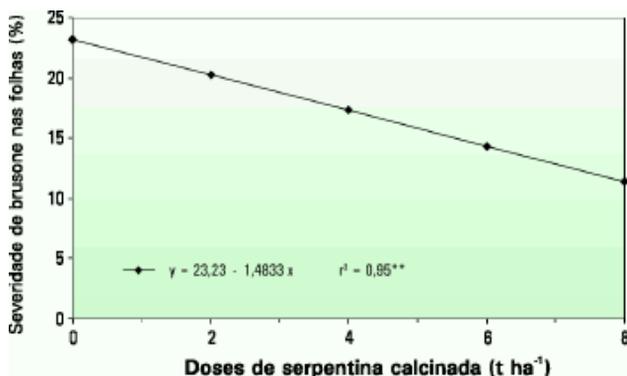


Fig. 7.7. Influência da serpentina calcinada na severidade de brusone nas folhas da cultivar BRS Formoso de arroz irrigado (2002/2003).

condições de campo, desenvolvidos pela Embrapa Arroz e Feijão (Santos et al., 2003), são promissores (Figura 7.7).

Controle químico

O controle da brusone envolve, também, o emprego de produtos químicos aplicados como tratamento de sementes e em pulverização da parte aérea. O tratamento de sementes é uma medida mais econômica de controle da brusone nas folhas e sua eficiência pode ser aumentada com o uso de cultivares com moderado grau de resistência. A falta de água na fase vegetativa no Estado de Tocantins favorece a ocorrência de brusone, podendo causar destruição parcial ou total de plantas das cultivares suscetíveis. A lavoura de arroz deve ser protegida no período crítico de alta suscetibilidade por meio de tratamento de sementes com fungicidas. A utilização de sementes sadias é desejável para evitar a introdução de novos patótipos em novas áreas de plantio. O tratamento de sementes com fungicidas sistêmicos pode dar proteção efetiva contra a infecção primária oriunda de inóculo proveniente de lavouras vizinhas ou de plantios anteriores na mesma área. O efeito residual varia entre os fungicidas e depende da pressão da doença. Onde há falta de água para formação de lâmina nos estádios iniciais de desenvolvimento, deve-se efetuar tratamento de sementes com fungicidas sistêmicos, com efeito residual prolongado como pyroquilon (400 g i.a. 100 kg⁻¹ de sementes). Outros fungicidas sistêmicos disponíveis no mercado são carboxin + thiram (300g i.a. 100 kg⁻¹ de sementes) e tiabendazol (300g i.a. 100 kg⁻¹ de sementes). As cultivares resistentes e moderadamente resistentes, como BRS Biguá e BRS Jaburu, não necessitam de tratamento de sementes.

O controle da brusone nas folhas é mais importante nos plantios tardios com cultivares suscetíveis, pois coincidem com a fase mais crítica e vulnerável

à ocorrência de brusone nas folhas e ficam expostos a grandes quantidades de inóculos provenientes de plantios anteriores. Mesmo com tratamento de sementes, a brusone atinge altas severidades aos 35 dias, em condições de alta infecção causada por monocultura contínua em áreas extensivas .

Atraso no início da epidemia de brusone em cultivares suscetíveis até 42 dias tem grande significado, porque as folhas adquirem resistência à infecção por *P. grisea* com a idade de planta. O controle da brusone nas folhas reduz as perdas na colheita devido à desuniformidade na emissão de panículas e amadurecimento. Na maioria das situações, para proteção das plantas entre 30 a 40 dias contra a brusone nas folhas, somente o tratamento de sementes pode ser adequado. A pulverização com fungicidas não é recomendada na fase vegetativa.

Como medida preventiva de controle da brusone nas panículas, são recomendadas uma a duas pulverizações com fungicidas; a primeira no emborrachamento e outra na época de emissão das panículas. Vários produtos são recomendados. Sugere-se o uso de fungicidas com atividade sistêmica. A sua escolha pode ser feita de acordo com a eficiência do fungicida, sua disponibilidade no mercado e economicidade. Os resultados, contudo, nem sempre são satisfatórios, salvo quando o fungicida é utilizado de forma integrada com práticas de manejo da cultura.

As aplicações de fungicidas na época da emissão de panículas atrasam o início do aparecimento da brusone e reduzem a sua ocorrência. O atraso do início da brusone nas panículas para após o período crítico da fase leitosa minimiza os danos na produtividade e na qualidade de grãos.

Manchas-nos-grãos

As cultivares apresentam diversos graus de resistência e suscetibilidade às manchas-nos-grãos, que é mais importante na soca que no cultivo principal. Os inóculos de diferentes patógenos parasitas causadores de mancha-nos-grãos estão disponíveis em grandes quantidades durante o ciclo da soca.

O principal patógeno que causa mancha-nos-grãos é o agente causal de mancha parda nas folhas (*Bipolaris oryzae*), para a qual não é necessária medida de controle. Entretanto, a severidade de mancha-nos-grãos pode ser reduzida com controle químico, o que propicia melhor qualidade dos grãos. Considerando a relação custo-benefício, somente uma aplicação com fungicida sistêmico difenoconazole (100 ml ha⁻¹) é recomendada na época da emissão das panículas, juntamente com tricyclazole-Bim (250 ml ha⁻¹). Diversos outros produtos são disponíveis no mercado para o controle de manchas-nos-grãos, mas é aconselhável o uso de fungicidas com atividade sistêmica.

Escaldadura

Todas as cultivares são suscetíveis à escaldadura, variando apenas em grau de suscetibilidade. Não há necessidade de nenhuma medida específica para o controle desta enfermidade. As medidas preventivas incluem o uso de sementes saudáveis ou tratadas com fungicidas. No Brasil, ainda não há informações quanto à viabilidade econômica do controle químico em arroz irrigado.

Queima-da-bainha

As investigações em diferentes países mostraram ausência de imunidade ou alto grau de resistência no germoplasma (Webster & Gunell, 1992). Entretanto, alguns genótipos com moderado grau de resistência foram identificados com base na extensão do desenvolvimento da lesão no colmo (Ou, 1985). Estudos realizados no Brasil mostraram diferenças entre cultivares quanto ao grau de resistência e susceptibilidade. Considerando a área sob curva do progresso da doença (ASCPD) nas inoculações artificiais, em casa de vegetação, a cultivar Labelle apresentou alto grau de suscetibilidade e diferiu significativamente das cultivares precoces, como IRAT-10, IR-22 e BR-Irga-409. As cultivares de ciclo médio indicadas para o cultivo da soca não diferiram em grau de resistência (Figura 7.8), necessitando de outras medidas de controle. As investigações ainda demonstraram ausência de relação entre a resistência das cultivares à infecção por *R. oryzae* e *R. solani*. A resistência da bainha e da folha a *R. solani* são relacionadas negativamente

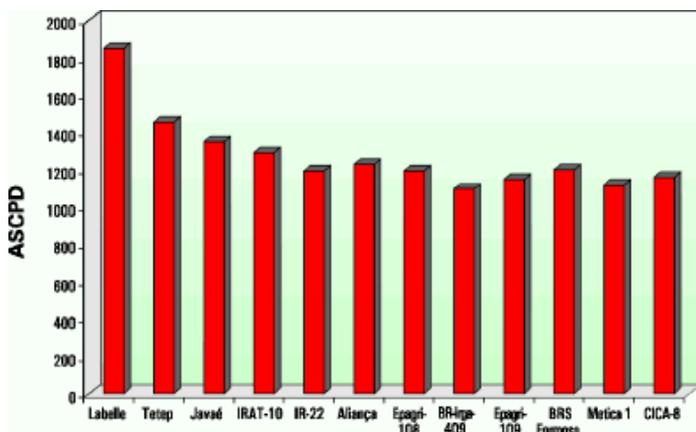


Fig. 7.8. Área sob a curva de progresso da doença (ASCPD) queima-da-bainha em cultivares de arroz irrigado submetidas às inoculações com isolado 4F1 de *Rhizocytia solani*, em condições de casa de vegetação.

(Prabhu et al., 2002b).

A rotação do arroz com outras gramíneas, como milho ou sorgo, pode reduzir a incidência da doença. Nos Estados Unidos, a queima-da-bainha é controlada com o uso de fungicidas em duas aplicações: a primeira entre os estádios de alongação dos entrenós do colmo e diferenciação do primórdio floral, variando de 2,5 a 5,0 cm na bainha; e a segunda no estágio de 80 a 90% de emissão da panícula (Groth et

al., 1993). Os fungicidas benomyl, propiconazole, pencycuron, iprodian e flutolanil têm demonstrado eficiência no controle da doença.

Soca

O grau de resistência das cultivares no cultivo principal e as condições climáticas influenciam o desenvolvimento da brusone na soca. Os dados relativos à quantificação dos efeitos de uso de fungicidas nas cultivares com diferentes graus de resistência no aumento da produtividade e da qualidade de grãos no cultivo principal e seus efeitos no comportamento da soca são limitados. Estas informações são importantes para o manejo sustentável de doenças na soca (Santos et al., 2003).

A pesquisa em melhoramento genético, com o objetivo de disponibilizar cultivares com resistência múltipla em relação ao controle das principais doenças, está em andamento. As linhagens elites estão sendo anualmente avaliadas para estudar o comportamento da soca em relação à produtividade de grãos e à resistência a doenças.

A enfermidade mais importante na soca é a queima-da-bainha e necessita maior atenção do que a brusone. A doença é perpetuada diretamente do cultivo principal para soca por causa de colmos infectados e natureza de perpetuação no solo, por meio de esclerócio. Os níveis adequados de resistência para esta enfermidade são raros nas cultivares mais plantadas, com isso, necessitam de controle químico. O comportamento da soca pode ser melhorado com aplicação de fungicidas disponíveis especificamente para o seu controle. A porcentagem de perfilhos férteis provenientes de plantas tratadas com fungicidas foi maior que das plantas não tratadas (Mew & Fabellar, 1988).

Diversos fungicidas estão disponíveis no mercado e utilizados para controle de brusone e manchas-nos-grãos, no Brasil. Novos fungicidas com atividade sistêmica substituem os protetores. A atividade sistêmica é muito importante, porque os fungicidas são absorvidos e translocados para as áreas não tratadas para propiciar o controle da doença. Os fungicidas sistêmicos não são facilmente perdidos após sua aplicação com chuvas. O efeito residual do produto implica em se o fungicida é resistente à degradação biológica e química e oferece controle para, aproximadamente, 15 dias após a aplicação.

Avaliando os efeitos da aplicação de nitrogênio no cultivo da soca de genótipos de arroz irrigado, na Embrapa Arroz e Feijão, Santos (1987) e Santos & Stone (1987) verificaram que os índices de infecção nos grãos causados principalmente por *Bipolaris oryzae* aumentaram com as doses de N, porém não diferiram significativamente.

Em estudos conduzidos na Embrapa Arroz e Feijão, a altura de corte do cultivo principal influenciou significativamente na ocorrência de doenças na soca.

Em geral, as maiores alturas de corte e colheitas tardias aumentaram a incidência de doença, principalmente manchas-nos-grãos, cujo índice na soca na linhagem CNA 3771 foi mais baixo, quando a colheita do cultivo principal foi realizada a 15 cm de altura. A severidade da doença aumentou com o aumento da altura de corte de 0 a 45 cm (Santos, 1999).

Estudando a combinação de quatro períodos de drenagem, 0, 10, 20 e 30 dias antes e após a colheita do cultivo principal em várzeas tropicais, Santos et al. (2002b) verificaram que o atraso no reinício da irrigação aumentou a porcentagem de esterilidade de espiguetas da soca, podendo ter sido associada à maior severidade de mancha-parda, causada pelo fungo *Bipolaris oryzae*, que cresceu linearmente com o período de reinício da irrigação.

Por dois anos consecutivos, foi estudada a resposta da soca da cultivar Epagri 108 de arroz irrigado em relação à aplicação de fungicidas, em estudo para avaliação de equipamentos da colhedora, juntamente com alturas de corte e manejos da palhada após a colheita mecanizada, no Estado de Tocantins (Santos & Prabhu, 2001, 2003). Duas aplicações dos fungicidas difenoconazole, 100 g i.a. ha⁻¹; propiconazole, 125 g i.a. ha⁻¹; difenoconazole, 100 g i.a. ha⁻¹ + tricyclazole, 187 g i.a. ha⁻¹; e trifloxistrobin, 65,5 g i.a. ha⁻¹ + propiconazole, 150 g i.a. ha⁻¹, sendo a primeira realizada uma semana após a colheita do cultivo principal e a segunda uma semana antes da emissão das panículas da soca, aumentaram a porcentagem de fertilidade de espiguetas, o número de grãos por panícula, a massa dos grãos e a produtividade de grãos, além de maior rendimento industrial de grãos, inteiros e totais (Tabela 7.1). A aplicação de fungicidas proporcionou

Tabela 7.1. Efeitos de fungicidas sobre a produtividade e outras características agrônômicas da soca de arroz irrigado, nos dois anos¹.

	Fungicida	Dose kg i.a. ha ⁻¹	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Rendimento de grãos inteiros (%)	Rendimento industrial de grãos (%)	Fertilidade de espiguetas (%)	Grãos (n° pan)	Massa de 100 grãos (g)	Grãos mochados (%)
Fa	1ª Apl. trifloxistrobin 2ª Apl. propiconazole	65,5+150	1031 a	41 a	59 a	66 a	50 a	2,55 a	—
Fi	1ª Apl. difenoconazole 2ª Apl. difenoconazole	100	964 a	34 c	64 b	63 ab	49 ab	2,64 a	—
Fj	1ª Apl. propiconazole 2ª Apl. propiconazole	125	918 a	36 b	57 ab	64 a	44 ab	2,50 a	—
Fk	sem fungicida	—	660 b	26 d	61 c	56 b	41 b	2,31 b	—
Fa	1ª Apl. trifloxistrobin 2ª Apl. difenoconazole	125+100	1582 a	53,7 a	69,1 ab	83,6 a	—	—	21,3 bc
Fi	1ª Apl. difenoconazole 2ª Apl. difenoconazole carbendosim	100 100+250	1465 a	52,7 a	67,9 ab	83,9 a	—	—	20,8 c
Fj	1ª Apl. difenoconazole 2ª Apl. difenoconazole tricyclazole	100 100+187	1484 a	53,6 a	67,9 ab	82,0 ab	—	—	20,5 c
Fa	1ª Apl. trifloxistrobin 2ª Apl. propiconazole	125+150	1478 a	54,1 a	69,3 a	81,9 ab	—	—	24,6 b
Fj	sem fungicida	—	1339 b	50,6 b	67,3 b	78,4 b	—	—	28,7 a

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

menor incidência de manchas-nos-grãos e, conseqüentemente, melhor qualidade do produto colhido.

A aplicação de fungicidas pode ser necessária para a obtenção de maior produtividade e melhoria da qualidade dos grãos da soca, dependendo da ocorrência de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de doenças. Com o uso de fungicidas obtém-se menor porcentagem de manchas-nos-grãos, causadas especialmente pelo fungo *Bipolaris oryzae*, o que resulta em maior rendimento de grãos inteiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. E. M.; ISSA, E.; SOUZA, D. M.; MALAVOLTA, V.M.A.; LEITE, L.C.; JESUS, L.M. Estudos sobre a queima das bainhas do arroz *Oryza sativa* L. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 46, n.3/4, p. 55-62, jul./dez. 1979.

GROTH, D. E.; RUSH, M. C.; GIESLER, G. G.; HOLLIER, C. A. **Foliar fungicides for use in the management of rice diseases**. Baton Rouge: Louisiana Agricultural Experiment Station, 1993. 44 p. (Bulletin, 840).

MEW, T. W.; FABELLAR, N. G. Diseases and disease management in rice ratoon crops. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 209-217.

OU, S. H. **Rice diseases**. 2. ed. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1985. 380 p.

PEZESHKI, S. R. Plant response to flooding. In: WILKINSON, R. E. (Ed.). **Plant-environment interactions**. New York: Marcel Dekker, 1994. p. 289-321.

PRABHU, A. S.; VIEIRA, N. R. de A. **Sementes de arroz infectadas por *Drechslera oryzae***: germinação, transmissão e controle. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1989. 39 p. (Embrapa-CNPAP. Boletim de Pesquisa, 7).

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; ARAÚJO, L. G.; FARIA, J. C. Genetic and phenotypic characterization of isolates of *Pyricularia grisea* from the rice cultivars Epagri 108 and 109 in the state of Tocantins, **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 6, p. 566-573, nov./dez. 2002a.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; SILVA, G. B. da; SANTOS, G. R. de. Resistência de cultivares de arroz a *Rhizoctonia solani* e *Rhizoctonia oryzae*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 5, p. 589-595, maio 2002b.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; 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. p.

262-307.

PRABHU, A. S.; SOAVE, J.; ZIMMERMAN, F. J. P.; FILIPPI, M. C.; SOUZA, N. R. G.; CURVO, R. C. V.; LOPES, A. M.; SOBRAL, C. A. M.; FERREIRA, R. P.; KOBAYASHI, T.; GALVÃO, E. U. P. Genetic variability for disease resistance in Brazilian upland rice native germplasm. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 6, p. 413-424, jun. 1996.

PRABHU, A. S.; BEDENDO, I. P.; FILIPPI, M. C. **Principais doenças do arroz no Brasil**. 3. ed. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1995. 43 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 2).

RIBEIRO, A. S. **Doenças do arroz irrigado**. 2. ed. Pelotas: Embrapa-UEPAE de Pelotas, 1984. 56 p. (Embrapa-UEPAE de Pelotas. Circular Técnica, 19).

SANTOS, A. B. dos. **Fatores que afetam a produtividade da soca de arroz irrigado**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Agricultura, 1987. 35 p.

SANTOS, A. B. dos. **Sistemas agrícolas para produção de grãos em várzeas: avaliação de técnicas para o cultivo de arroz e feijão em várzeas na Região Centro-Oeste e Norte**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 11 p. (EMBRAPA. Programa 04 – Sistemas de Produção de Grãos. Projeto 04.0.94.070). Projeto concluído.

SANTOS, A. B. dos; PRABHU, A. S. Efeitos de sistemas de colheita e de aplicação de fungicidas no comportamento da soca do arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 572-576, 2003.

SANTOS, A. B. dos; PRABHU, A.S. Sistema de colheita e fungicida na produtividade e na qualidade de grãos da soca de 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. 266-268.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F. Influência da fertilização nitrogenada e do manejo de água no aproveitamento da soca de arroz irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa-DDT, 1987. p. 105. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 19).

SANTOS, A. B. dos; FAGERIA, N. K.; PRABHU, A. S. Rice ratooning management practices for higher yields. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 34, n. 5/6, p. 881- 918, May/June 2003.

SANTOS, A. B. dos; PRABHU, A. S.; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E.; FONSECA, J. R.; BARRIGOSI, J. A. F.; SILVA, J. G. da; STONE, L. F.; FAGERIA, N. K.; RANGEL, P. H. N.; RABELO, R. R.; SILVA, S. C. da;

COBUCCI, T.; CUTRIM, V. dos A. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas para Estado do Tocantins. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002a. 12 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 57).

SANTOS, A. B. dos; FERREIRA, E.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. da; RAMOS, C. G. Manejo de água no comportamento da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 10, p. 1413-1420, out. 2002b.

SANTOS, J. R. M. dos; GALVÃO, E. U. P. Avaliação de doenças em germoplasma de arroz em várzea e terra firme no Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 12, p. 1483-1488, dez. 1989.

WEBSTER, R. K.; GUNELL, P. S. **Compendium of rice diseases**. St. Paul: APS Press, 1992. 62 p.

ORIZÍVOROS E SEU CONTROLE

Evane Ferreira

RESUMO

Vinte e cinco orizívoros do cultivo principal de arroz em várzeas são examinados quanto aos riscos para o cultivo da soca, em quatro grupos: mastigadores da parte subterrânea- paquinha, Neocurtilla (Grylotalpa) hexadactyla (Perty); bicho-bolo / cascudo-preto, Euetheola humilis Burmeister; bicheira-da-raiz, Oryzophagus (Lissorhoptrus) oryzae (Costa Lima); mastigadores da parte aérea-gafanhoto, Caulopsis spp.; esperança, Conocephalus spp; lagarta-rosca, Agrotis ipsilon (Hüfnagel); lagarta-militar, Spodoptera frugiperda (J. E. Smith); curuquerê-dos-capinzais, Mocis latipes (Guenée); lagarta-dos-cereais, Pseudaletia adultera (Schaus); lagarta-dobradora-da-folha, Panoquina spp.; lagarta-enroladora-da-folha, Marasmia trapezalis, Cnaphalocrocis sp.; lagarta-flutuante, Nymphula spp.; pulgada-folha, Chaetocnema sp.; gorgulho-aquático, Oryzophagus (Lissorhoptrus) oryzae (Costa Lima); brocadores- broca-do-colo, Elasmopalpus lignosellus (Zeller); brocas-do-colmo, Diatraea saccharalis (Fabricius), Rupela albinella Cramer; gorgulho-do-colmo, Ochetina sp; Sugadores cigarrinha-das-pastagens, Deois flavopicta (Stal); cigarrinha-da-folha, Hortensia spp.; delfacideo-do-arroz, Tagosodes orizicolus (Muir); pulgão-da-raiz, Rhopalosiphum rufiabdominale (Sasaki); percevejo-do-capim, Collaria scenica (Stal); percevejo-do-colmo, Tibraea limbativentris (Stal); percevejos-das-paniculas, Oebalus poecilus (Dallas), Oebalus ypsilon-griseus (De Geer); ácaro-da-mancha-branca-longada, Schizotetranychus oryzae.

INTRODUÇÃO

A colheita dos arrozais origina as restegas que, depois de alguns dias, dependendo das cultivares e condições de tempo, podem brotar, formando as soqueiras, principalmente nos cultivos em várzeas com irrigação por inundação. Estas soqueiras, em geral, fornecem alimento e abrigo para vários artrópodes fitófagos e zoófagos imaturos, permitindo que muitos atinjam a fase adulta e migrem para outras culturas ou para os sítios de repouso. Com relação aos fitófagos há uma recomendação geral para destruir os restos de cultura após a colheita, tendo em vista reduzir o potencial de pragas para a próxima safra. Quando há intenção de aproveitar a soca para aumentar o volume da produção, o enfoque deve ser outro, já que o sucesso do cultivo da soca depende dos cuidados com que as práticas agrônômicas e de proteção de insetos-praga e doenças são aplicadas ao cultivo principal (Krishnamurthy, 1988). Até agora, no Brasil não foi realizada nenhuma pesquisa orientada para estudar pragas da

soca do arroz. É admitido, que o cultivo da soca pode aumentar a incidência de insetos-praga porque prolonga o tempo de o arroz ser utilizado como alimento, embora isto também possa não ser verificado devido ao não preparo do solo e o conseqüente aumento de alguns inimigos naturais (Grist, 1975; Cruz & Litsinger, 1988). Neste capítulo, são feitas considerações sobre alguns aspectos dos artrópodes mais comuns no cultivo principal de arroz conduzido em várzeas, apresentadas e discutidas algumas informações em relação a sua bioecologia e importância que possam ter para o cultivo da soca. Os artrópodes fitófagos são apresentados de acordo com o modo de alimentarem-se e a parte da planta que atacam, ou seja, em mastigadores da parte subterrânea, mastigadores da parte aérea, brocadores e sugadores. Destacam-se aqueles que causam pouco dano, apesar de às vezes serem abundantes, e aqueles que têm maior poder daninho e maior freqüência nas regiões orizícolas, sendo responsabilizados pela maior parte da perda anual da produção de arroz no Brasil, em campo, estimada em 10% (Ferreira & Martins, 1984). As informações apresentadas, quando não especificadas, foram extraídas de Ferreira (1998, 1999).

MASTIGADORES DA PARTE SUBTERRÂNEA

Paquinha

Neocurtilla (Gryllotalpa) hexadactyla (Perty, 1832) (Orthoptera: Gryllotalpidae)



Fig. 8.1. Paquinha, *Neocurtilla (Gryllotalpa) hexadactyla*.

Os adultos são de coloração marrom-escuro e medem 25 a 35 mm de comprimento (Figura 8.1); apresentam asas do tipo tégmina, bem visíveis, pernas anteriores do tipo escavador e posteriores saltatórias. Gostam de solos úmidos, onde escavam galerias e alimentam-se de raízes. À noite podem vir à superfície e atacar as plantas de arroz logo abaixo da superfície do solo, provocando, às vezes, morte de grande número de plantas. As fêmeas fazem posturas de 20 a 60 ovos em ninhos subterrâneos. O período de incubação dura de 14 a 21 dias, sendo a fase ninfal de aproximadamente 250 dias. Os adultos duram 240 a 300 dias.

Antes da colocação da lâmina de água, pode haver sério comprometimento do estande devido a este inseto. Após a irrigação, a sua população é bastante reduzida. Por isso e pelo curto período que a resteva fica sem lâmina de água, aliado ao tipo de planta originado da brotação, conclui-se que a soca não reúne condições de sofrer dano da paquinha.

Bicho-bolo / Cascudo-preto

Euetheola humilis Burmeister, 1847(=*Heteronychus humilis* Burmeister = *Ligyris humilis* Burmeister = *Podalgus humilis* Burmeister); (Coleoptera: Scarabaeidae)

Os ovos deste inseto têm formato ovóide, coloração branco-amarelada e 2 mm de maior diâmetro. As larvas são escarabeiformes, com o corpo branco-amarelado e transversalmente enrugado, exceto na extremidade posterior que, além de ser mais grosso, é acinzentado e liso. Possuem três pares de pernas torácicas de coloração marrom, como a cabeça (Figura 8.2). O comprimento do corpo, após o completo desenvolvimento, atinge 20 a 25 mm.

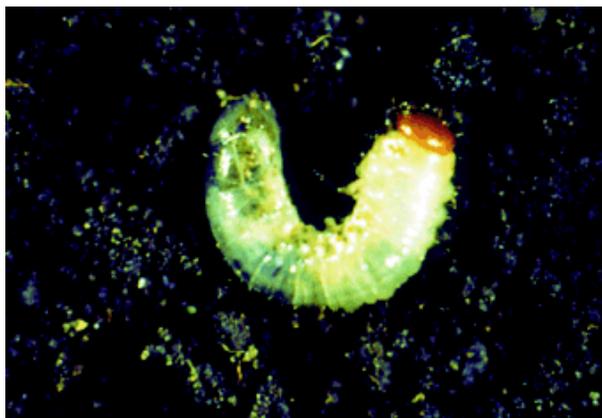


Fig. 8.2. Larva de bicho-bolo, *Euetheola humilis*.

As pupas são do tipo libera ou exarada, nuas, localizadas em câmaras sob a superfície do solo. Apresentam coloração marrom-amarelada, com aproximadamente 14 mm de comprimento por sete mm de largura.

Os adultos ao emergirem são marrom-claros, adquirindo, em cerca de cinco dias, a cor preta e brilhante, nos exemplares jovens. Os exemplares mais velhos tornam-se opacos pelo atrito com o solo e apresentam 10 a 14 mm de comprimento por 5 a 7 mm de largura. O adulto é vulgarmente chamado “cascudo-preto”, e suas larvas são conhecidas como “bicho-bolo”. Durante o dia, os adultos ficam principalmente enterrados no solo ou abrigados sob restos vegetais e torrões. Ao crepúsculo e à noite, efetuam vôos curtos. Ao amanhecer

penetram na terra e aí se alimentam de raízes, tubérculos, etc. (Guagliumi, 1973). As fêmeas depositam seus ovos no solo, preferindo terrenos úmidos e ricos em matéria orgânica, onde há excrementos de animais ou palha em decomposição. Teor alto de umidade do solo é o fator mais importante para o desenvolvimento do inseto, condição esta encontrada nos terrenos das várzeas e ribeira dos rios, facilmente encharcáveis (Guagliumi, 1973). Cada fêmea coloca em torno de 20 ovos, cujo período de incubação é de nove a 15 dias. As larvas duram de 12 a 20 meses e vivem no solo a uma profundidades de 15 a 20 cm onde, depois de completarem o desenvolvimento, constroem câmaras e transformam-se em pupas. A fase pupal dura entre 12 e 15 dias e os adultos vivem aproximadamente 90 dias.

A *E. humilis* provoca danos severos aos arrozais e ocorre em todas as regiões brasileiras onde esta cultura está presente, sendo abundante, alguns anos, em grandes áreas. O arroz pode ser danificado tanto pelas larvas como pelos adultos, que roem e dilaceram as partes subterrâneas das plantas, provocando seu amarelecimento ou morte. Os adultos podem atacar os arrozais de qualquer idade, desde que não estejam inundados. Devido a sua grande mobilidade, voam de um lugar para outro e causam, em geral, mais dano do que as larvas. Eles podem provocar o tombamento das plantas maduras, ao cortarem os colmos junto ao solo, em áreas drenadas para a colheita (Redaelli, 1960). Nessas circunstâncias foram encontrados até oito cascudo-pretos por planta (Torres, 1987). Em um arrozal de várzea, com plantas de 15 a 25 dias de idade, no município de Formoso do Araguaia, Estado do Tocantins, foi constatado (Martins & Ferreira, 1986) que, em 300 ha de arroz, 60% das plantas estavam mortas pelo cascudo-preto. Em 400 ha de arroz mais novo, o nível de dano do inseto foi de 10%. Nas partes mais afetadas, os cascudos eram encontrados a dois cm de profundidade, em número de até 20 por metro de fileira de plantas.

As larvas, ao alimentarem-se da raiz do arroz podem provocar a morte de plantas jovens. Em grandes lavouras, as infestações não ocorrem de modo uniforme, mas sim em focos, onde se concentram as formas adultas e suas larvas, raramente causando prejuízo total.

Este inseto possui alguns inimigos naturais. Como parasitóide de larvas de *Euethola (Ligyris)* spp. a literatura indica *Cryptomeigenia setifacies* (Diptera-Tachinidae) (Guagliumi, 1973). Entomopatógeno de *Euethola bidentata*: segundo Gonzalez et al. (1983), é freqüente encontrar os adultos infectados pelo fungo *Metarhizium anisopliae* (Moniliales-Moniliaceae). Predadores: de acordo com Guagliumi (1973), há um complexo de predadores polípagos dos besouros, que têm sido pouco estudados e pouco valorizados, tais como aves de quintal, sapos, rãs, lagartixas, morcegos, suínos, entre outros.

Antes da inundação, o cultivo principal de arroz em várzea pode sofrer sério comprometimento em seu estande pelas fases daninhas, adulto e larva, deste inseto. Após a irrigação, a sua população é bastante reduzida, sobrevivendo

somente parte dos adultos. A reposição da lâmina de água após a colheita do cultivo principal elimina a possibilidade do inseto causar dano à soca.

Bicheira-da-raiz

Oryzophagus (Lissorhoptrus) oryzae (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Cuculionidae)

Bicheira-da-raiz é o nome dado às larvas de *O. oryzae* que eclodem de ovos brancos, cilíndricos, levemente curvos e com extremidades arredondadas, medindo 0,9 mm de comprimento e 0,3 mm de diâmetro, pouco visíveis a olho nu (Camargo, 1991). Estima-se uma média de 96 larvas por fêmea.

As larvas (Figura 8.3) são branco-amareladas, ápodas, ligeiramente recurvadas, apresentam mandíbulas marrom-escuras e cabeça marrom muito pequena em relação ao corpo. Possui seis protuberâncias na parte dorsal munidas, cada uma, de dois ganchos orientados para frente. Essas estruturas são espiráculos abdominais modificados, que facilitam a movimentação das larvas no solo, além de auxiliá-las na aquisição de oxigênio do aerênquima das plantas hospedeiras. Ao completarem o desenvolvimento, têm 8 a 9 mm de comprimento e 1,5 a 2,0 mm de diâmetro máximo.

As pupas são do tipo libera ou exarada, formadas no interior de casulos



Fig. 8.3. Bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae*.

revestidos de barro, construídos e aderidos às raízes pela larva madura, antes da sua transformação. São branco-opacas, com 4 mm de comprimento e 2 mm de largura e assemelham-se muito aos adultos na forma e tamanho.

O ciclo biológico médio de *O. oryzae* obtido pelos dados fornecidos por alguns autores, é de 58 dias até a morte do adulto, durando a fase de ovo sete dias, a de larva 29 dias, a de pupa 12 dias e a de adulto 10 dias.

O. oryzae tem vários hospedeiros alternativos e praticamente ocorre em todas as áreas de arroz irrigado do Brasil, principalmente nos Estados do sul, onde as áreas infestadas têm a produtividade reduzida em cerca de 10 %. Em lavouras implantadas por semeadura em solo seco e por meio de mudas em solo enlameado, o principal dano é causado pelas larvas que surgem a partir do décimo dia da inundação dos tabuleiros e alimentam-se do sistema radicular do arroz, com reflexos negativos no desenvolvimento das plantas, que se apresentam de porte reduzido, amarelas, murchas ou mortas. Às vezes, os sintomas das plantas atacadas pela bicheira são confundidos em decorrência da deficiência de nitrogênio, toxicidade de ferro ou salinidade (Martins et al., 1993). A cada larva, em média por amostra de 0,6 L de solo e raízes, é esperada uma redução de 1,1 e 1,5% na produtividade de grãos das cultivares de ciclo médio e curto, respectivamente, e, após a fase inicial de diferenciação das panículas, não há resposta positiva em produtividade de arroz, ao controle de larvas (Martins, 1996). Santos et al. (2002a) constataram que o manejo do nitrogênio não provocou alterações significativas na população de larvas *O. oryzae* existente nas raízes 85 dias após a emergência das plântulas das cultivares BRS Formoso e BRS Jaburu, mas na cultivar BRS Formoso a população larval foi significativamente menor.

O efeito das larvas de *O. oryzae* sobre a produção de grãos de uma determinada cultivar em uma dada localidade é bastante influenciado pela época de plantio. Martins (1976) verificou que a população média larval de cinco plantios da cultivar IAS-12-9-Formosa, espaçados de 15 dias no período de 20/10 a 21/12/1974, caiu progressivamente de 18,3 no primeiro para 1,8 no último e foi acompanhado de redução na perda de produção de grãos de 48,0% a 16,2%. Na cultivar Bluebelle, foi verificado que 25 larvas por planta provocaram reduções de mais de 60% na produtividade de grãos (Oliveira, 1980), enquanto 15 larvas por planta na BR Irga 409 reduziram a produtividade de grãos em 8,7% (Oliveira, 1988).

Ocorrem duas gerações de larvas por safra. A primeira geralmente aparece dez dias após a semeadura pré-germinada ou transplântio de muda e no início da irrigação definitiva nos sistemas de plantio convencional e direto, atingindo o acme 25 dias após (Martins et al., 1995), quase sempre causando maior dano do que a segunda geração, que ocorre quando o sistema radicular da planta é mais desenvolvido (Martins, 1976). As cultivares de arroz BR Irga 410 e BR Irga 413 são resistentes a *O. oryzae* e tiveram menor redução na produção de grãos em relação às moderadamente resistentes BR Irga 409, BR Irga 412 e Bluebelle e principalmente em relação à altamente suscetível BR Irga 414 (Martins et al., 1993).

A relação de inimigos naturais de *O. oryzae* é muito pequena (Camargo, 1991). Não existe referência de parasitóides, e os predadores mencionados até agora não têm se destacado muito. Entretanto, recentemente larvas predadoras de coleópteros da família Distycidae foram identificadas como predadoras eficientes de larvas de primeiro ínstar de *O. oryzae* (Prando, 1999a). Como entomopatógeno, é citado o fungo *Beauveria bassiana* (Bols.) Wuill (Moniliales, Moniliaceae) (Mielitz

& Silva, 1992), infectando adultos mortos em folheto de bambu. *B. bassiana* foi utilizada em experimentos de campo, isoladamente e misturado a outros produtos, para reduzir as populações de adultos de *O. oryzae* e outros gorgulhos fitófagos do arroz (Leite et al., 1992, 1995).

Pelo exposto e pelas Tabelas 8.1, 8.2 e 8.3, verifica-se que a população adulta e larvar de *O. oryzae* diminuiu com o atraso da época de plantio e idade das plantas de arroz, restando poucas larvas grandes na soca, que podem produzir alguns adultos, cuja tendência é a de migrarem para os sítios de repouso. Se alguns adultos eventualmente reinfestarem o cultivo da soca e produzirem ovos e depois larvas, estas vão encontrar raízes que são predominantemente velhas, pouco ou nada favoráveis ao seu desenvolvimento, impedindo desse modo a formação de níveis populacionais do inseto prejudiciais ao cultivo da soca, o que está plenamente de acordo com as conclusões de Santos et al. (2002 b).

Pelas informações sobre a biologia, tipo de dano e fase preferida do cultivo para paquinha e cascudo-preto/bicho-bolo atacar, antes do afilamento, e do curto período antes da reposição da água na lavoura e a redução das populações de *O. oryzae* após a maturação do cultivo principal, permite-nos deduzir que as fases daninhas dos insetos desse grupo não constituem ameaça ao cultivo da soca do arroz.

Tabela 8.1. Números médios de artrópodes coletados por golpe de rede de varredura em duas amostragens feitas antes e uma depois da colheita do cultivo principal. Goianira, GO, 2002.

Artrópodes	Antes da colheita ¹		Depois da colheita
	63 dias	29 dias	34 dias
Gafanhotos			
Acrididae ²	18,8 a	7,9 b	0,9 b
Caulopis spp	15,7 a	17,1 a	0,3 b
Cigarrinhas			
Cicadellídeos	8,4 a	4,2 a	6,4 a
Delífacídeos	0,4 b	0,3 b	1,0 a
Percevejos			
<i>Geblus pascuibus</i>	0,1 ab	0 b	0,2 a
Gorgulho aquático			
<i>Dryophagus oryzae</i>	0,1 b	0,3 a	0 b
Odonata			
Coenagrionídeos	0,3 a	0,2 a	0,4 a
Dermáptera			
Tesourinha	0 b	0 b	0,3 a
Acarina			
Tetrânicosídeos	0,1 b	0,1 b	0,8 a
Aranas			
Aranhas	0,7 b	0,8 b	2,6 a

¹Números seguidos de mesma letra nas linhas não diferem pelo teste de REGW no nível de 0,05 de probabilidade.

²Espécie não identificada.

Tabela 8.2. Números médios de larvas e pupas de *O. oryzae* e de colmos por amostra (1 L) em três amostragens realizadas antes da colheita do experimento com a linhagem CNA 8502 de arroz. Goianira, GO, 2002.

Amostragens	<i>Oryzophagus oryzae</i> ¹		Colmos ¹
	Larvas	Pupas	
Dias antes da colheita, 63	4,0 a	2,7 a	17,5 a
Dias antes da colheita, 50	4,4 a	0,7 b	16,5 a
Dias antes da colheita, 43	1,1 b	0 0 b	11,0 b
Médias	3,2	1,1	15,0
C. variação	43,7	73,1	27,3

¹Médias seguidas de igual letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey no nível de 0,05 de probabilidade.

Tabela 8.3. Números médios de larvas de *O. oryzae* por amostra (1 L) em dois levantamentos realizados antes e um depois da colheita do cultivo principal, na soca, das cultivares BRS Jaburu e BRS Formoso. Goianira, GO, 2001.

Amostragens	Ambas	Cultivares ¹	
		BRS Jaburu	BRS Formoso
Antes da colheita do cultivo principal, 45 dias	11,7 a	A 13,5 a	B 9,8 a
Antes da colheita do cultivo principal, 21 dias	9,0 b	A 10,0 b	A 8,0 b
Após a colheita do cultivo principal, 43 dias, na soca	1,6 c	A 2,0 c	A 1,1 c
Médias	7,4	A 8,5	B 6,3
C. variação	35,3	-	-

¹Médias com letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey no nível de 0,05 de probabilidade.

MASTIGADORES DA PARTE AÉREA

Gafanhotos e Esperanças

Caulopsis cuspidata e *C. oberthuri* (Copiphorinae)

São insetos verdes, alongados, com antenas filiformes muito compridas (Figura 8.4), patas posteriores com o fêmur e a tíbia alongados, bons saltadores e bons estriduladores. O macho da primeira espécie tem 40 mm de comprimento e a fêmea da segunda espécie, 38 mm de comprimento. Alimentam-se das folhas e, às vezes, do colmo do arroz, provocando o aparecimento de panículas brancas.

Os adultos de *Conocephalus fasciatus* (Conocephalinae) têm 13 mm de comprimento e, assim como as ninfas, são verde-claras, com listra escura na cabeça e no pronoto, com duas listras laterais marrom-escuras no abdome. Alimentam-se das extremidades das folhas do arroz, deixando somente as nervuras, que ficam com aspecto de fios brancos.



Fig. 8.4. Esperanças, *Caulopsis cuspidata* (mais longo) e *C. oberthuri*.

Estes ortópteros aparecem durante a fase reprodutiva do arroz, às vezes em grande número, oito a 18 por redada, sendo 71,5% de ninfas pequenas e 21,0% de ninfas de tamanho médio, mas causam pouco dano; neste caso, atacaram 27,3% das folhas-bandeira, nas quais provocaram uma redução média de 8,5%, que não teve influência na produção de grãos. Após a colheita do cultivo principal, esses insetos quase desaparecem (Tabela 8.1), portanto, não constituem risco para o cultivo da soca.

Lagarta-rosca

Agrotis ipsilon (Hufnagel, 1976)

Os adultos têm de 42 a 48 mm de envergadura e são geralmente de coloração escura. As asas anteriores possuem uma mancha triangular escura ligada à uma mancha reniforme. As asas posteriores são mais claras que as anteriores. As fêmeas geralmente colocam os ovos nos colmos e nas folhas, podendo cada uma colocar até 500 ovos. As lagartas podem chegar a 50 mm de comprimento em seu máximo desenvolvimento e têm colorações escuras, marrons, cinzas ou quase pretas (Figura 8.5). Vivem no solo nas proximidades das plantas que atacam durante a noite, cortando os colmos novos logo acima do nível do solo. Os colmos cortados podem ser encontrados, às vezes, parcialmente puxados para o interior do orifício feito pela lagarta para chegar à superfície do solo, no fundo do qual fica enrolada durante o dia. O ataque é geralmente mais intenso em solos úmidos. A transformação em pupa ocorre no solo; nesta fase, apresenta coloração marrom-avermelhada e mede cerca de 25 mm de comprimento.

Pelo modo de ataque e estágio da planta que lhe é favorável, antes do afilhamento, este inseto, não tem como sobreviver no cultivo da soca.



Fig. 8.5. Lagarta-rosca, *Agrotis ipsilon*.

Lagarta-dos-arrozais

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera-Noctuidae)

Ovos semiesféricos, com 0,4 a 0,5 mm de diâmetro, colocados em duas ou três camadas, recobertos de pêlos desprendidos do abdome da mariposa, com coloração branco-esverdeada após a postura e escura próximo a eclosão.

Lagartas recém-emergidas possuem corpo amarelado, cabeça relativamente grande e escura e abdome com cinco pares de falsas pernas. Ao completarem o desenvolvimento têm 35 a 50 mm de comprimento. A coloração pode ser marrom-escura, verde e até quase preta; apresentam três linhas finas branco-amareladas ao longo da parte dorsal, sendo que as duas externas unem-se formando um "Y" invertido na parte frontal da cabeça; nas laterais uma linha escura mais larga é seguida por uma linha amarela irregular marcada com vermelho (Figura 8.6). A base das cerdas são pretas e salientes; mandíbulas com quatro dentes pontiagudos.

Os adultos possuem 15 a 18 mm de comprimento e 35 a 40 mm de

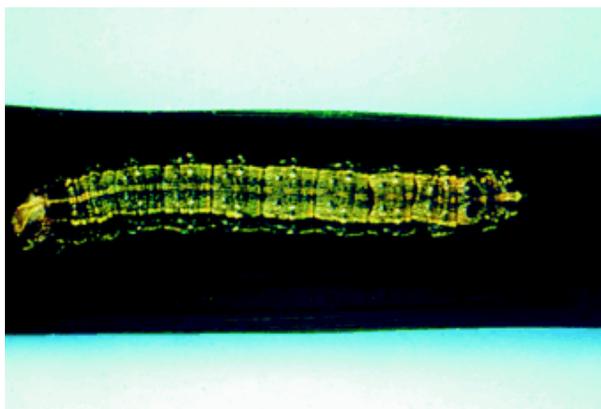


Fig. 8.6. Lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda*.

envergadura. Apresentam dimorfismo sexual nas asas anteriores. As fêmeas têm coloração marrom-acinzentada uniforme, com as manchas orbicular e reniforme pouco nítidas. Nos machos a coloração marrom-acinzentada é mais escura, existe uma mancha apical branca, linha submarginal bem nítida, e entre as manchas reniforme e orbicular, aparece uma mancha branca. As asas posteriores são branco-acinzentadas, com margem externa e bordo anterior escuros, em ambos os sexos.

Em condições de alimento e espaço suficientes, as lagartas são mais ou menos gregárias. Geralmente ocorrem na lavoura quando o arroz ainda é novo. Nos dois primeiros ínstaes, causam pouco dano, raspando apenas a epiderme das folhas; nos demais ínstaes podem cortar e destruir totalmente a folhagem, podendo também se comportar como a lagarta-rosca, cortando os colmos próximos ao solo e ainda atacar as panículas (Gonzalez et al., 1983; Martins, 1996) .

As infestações por lagartas de *S. frugiperda* numa lavoura de arroz podem resultar de posturas feitas nas próprias plantas de arroz ou de lagartas procedentes de pastagens ou culturas atacadas existentes nas proximidades. No primeiro caso, os danos são gradativos, iniciando-se por pequenas perfurações nas folhas, que podem mostrar-se carcomidas nas bordas. No segundo caso, os estragos são rápidos, pois as lagartas migratórias são bem desenvolvidas e vorazes, podendo consumir as plantinhas de arroz sem distinção de folhas e colmos. Esse tipo de infestação, em anos favoráveis à praga, tem sido causa de destruição completa de arrozais plantados sucessivamente no mesmo local (Elias, 1967). Costa & Link (1989) observaram que as infestações de lagartas migratórias ocorrem na proporção de uma para cada dez iniciadas dentro da lavoura. As lagartas migratórias deslocam-se rapidamente em arroz novo, podendo avançar em quatro dias 42 m além da origem. As lagartas são ativas a qualquer hora (Gonzalez et al., 1983), mas alimentam-se preferencialmente em horários com temperaturas amenas, como ao amanhecer, em condições de tempo nublado, ao entardecer ou à noite. Após completarem o desenvolvimento, as lagartas descem ao solo, onde se transformam em pupas, que podem ser encontradas em até 50 mm de profundidade. As pupas são vermelhas, mais escuras ao final da fase e possuem 15 a 20 mm de comprimento. Todas as etapas do ciclo biológico do inseto são mais ou menos influenciadas pela temperatura. O período de ovo a adulto é de 62,5 dias a 20 °C, 34,2 dias a 25 °C e 25,7 dias a 30 °C (Ferraz, 1982); a 25 °C, a duração média das fases é de 3,1 dias para ovo; 19,7 dias para lagarta, passando por seis ínstaes; 2,1 dias para pré-pupa; 9,3 dias para pupa; os adultos duram 11,8 dias, as fêmeas passam por um período de pré-ovoposição de 4,8 dias e colocam 1269 ovos em 5,7 posturas.

A intensidade das infestações por lagartas dos arrozais depende das condições climáticas, estando os grandes surtos associados com primaveras chuvosas seguidas de períodos secos (Elias, 1967; Gonzalez et al., 1983; Oliveira, 1987).

A *S. frugiperda* existe em todos os Estados do Brasil, é polífaga e tem grande poder de destruição. No arroz irrigado, o período crítico de ataque ocorre entre a emergência das plântulas e a inundação da lavoura, quando as lagartas cortam as plantas rente ao solo, podendo destruir áreas extensas da cultura. A praga pode atacar toda a parte aérea da planta de arroz, sendo mais comum e prejudicial por reduzir a superfície foliar das plantas jovens, ou mais desenvolvidas, quando há comprometimento da folha bandeira (Weber, 1989). Alguns trabalhos, utilizando plantas de arroz artificialmente infestadas com lagartas *S. frugiperda* em campo, telado e laboratório, têm contribuído para esclarecer melhor as relações desse inseto com cultivares de arroz irrigado. Em laboratório foi determinado que uma lagarta de *S. frugiperda* para completar o desenvolvimento, precisa, em média, de 156,7 cm² de folha da cultivar BR Irga 409 de arroz irrigado (Serena et al., 1991), sendo 90 % consumidos pelos três últimos instares, que duram cerca de dez dias.

Costa & Link (1989) verificaram, em plantas jovens, antes da irrigação e em apenas sete dias, infestações médias de 15,3 lagartas por m², danificaram as plantas à semelhança de formigas, provocando reduções na produção de grãos de 13,8%, quando originadas dentro da lavoura, e de 23,6% quando provenientes de migração.

Guedes & Costa (1993) constataram reduções na população de plantas, índice de biomassa e produtividade de grãos com o aumento do número de lagartas e estabeleceram a equação $y = 5.725,9 - 50,54x$ para representar o efeito do número de lagartas (x) na produtividade de grãos (y) da cultivar BR Irga 414 de arroz irrigado. Por esta equação, uma população de 28 lagartas *S. frugiperda* por m², antes de iniciar o afilhamento, provocaria uma redução na produtividade de grãos de 1.415 kg ha⁻¹, nessa cultivar.

Inimigos naturais - Rossetto et al. (1973) relacionam 30 parasitóides de *S. frugiperda*, sendo: 17 himenópteros pertencentes as famílias Braconidae, Cynipidae, Eulophidae, Ichneumonidae, Sphecidae, Thichogrammatidae; e 13 dípteros das famílias Exoristidae e Tachinidae, além de seis espécies predadoras das ordens Dermaptera, Hemiptera, Coleoptera e Hymenoptera. Martins & Magalhães (1991) acrescentam: o nematóide *Hexameris* sp (Mermithidae); os fungos entomopatogênicos *Nomurea rileyi* e *Beauveria bassiana*; (Moniliales: Moniliaceae); os vírus de granulose e poliedroses (Baculovirus: Baculoviridae); e a bactéria, *Bacillus thuringiensis*.

Apesar do grande número, esses inimigos naturais são, em geral, de baixa atuação na fase inicial da cultura, podendo até mesmo não estar presentes, conforme observaram Costa & Link (1989). Em Minas Gerais, Valicente (1992) encontrou parasitismo de lagartas de até 53% e os parasitóides eram praticamente os mesmos em todas as regiões, com predominância de *Chelonus* sp. (Hymenoptero: Ichneumonidae) e *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae). Também foram encontrados lagartas mortas por *N. rileyi*, nematóide *Hexameris*

e vírus de granulose e poliedrose.

As condições favoráveis de alimento e de baixo parasitismo das lagartas *S. frugiperda* na fase inicial do cultivo principal, em geral, são opostas no final do cultivo e mais ainda na soca, resultando pouco provável que desenvolvam populações daninhas.

Curuquerê-dos-capinzais

Mocis latipes (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae)

Os ovos são arredondados e estriados, inicialmente de coloração creme, passando a verde-claros e verde-acinzentados ao final da incubação. São colocados isoladamente ou em pequenos grupos, aderidos por uma substância facilmente destacável (Gonzalez et al., 1983; Ferreira & Parra, 1985).

As lagartas apresentam grande policromia, desde o verde-escuro ao marrom e preto. Essas modificações na coloração, no entanto, não estão associadas com temperatura, tipo de alimento ou densidade populacional. Possuem três pares de pseudopernas abdominais, cabeça globosa com estrias longitudinais amarelas e arqueiam o corpo para deslocarem-se, mede palmos. Quando completamente desenvolvidas (Figura 8.7) chegam a mais de 50 mm,



Fig. 8.7. Curuquerê-dos-capinzais, *Mocis latipes*.

apresentando listras longitudinais marrom-escuras, limitadas por listras amarelas (Gonzalez et al., 1983; Ferreira & Martins, 1984; Ferreira & Parra, 1985).

Os adultos são mariposas com 35 a 42 mm de envergadura, com asas de coloração marrom-acinzentada ou cinzenta-escura. Nas asas anteriores há uma série de manchas, grandes e pequenas, e linhas transversais delicadas, onduladas, com a faixa pós-mediana bastante nítida, sendo as asas posteriores da mesma coloração, porém levemente amareladas. Os machos diferem das fêmeas por apresentarem longas cerdas nas tíbias anteriores (Ferreira & Martins, 1984; Zucchi et al., 1993).

Todas as fases do ciclo evolutivo de *M. latipes* são influenciadas pela temperatura, e as formas imaturas são sensíveis ao fotoperíodo. O período de ovo a adulto é de 62,9 dias a 20 °C, 32,9 dias a 25 °C e 24,9 dias a 30 °C (Ferreira & Parra, 1985). A 25 °C a duração média de cada fase é de 4,0 dias para ovo; 16,9 dias, para lagarta, passando por seis instares; 2,1 dias, para pré-pupa e 9,9 dias para pupa; em condições de dias longos, a duração da fase de lagarta é encurtada em 4,0 dias.

As mariposas fazem vôos curtos e erráticos. As fêmeas ovopositam na face dorsal das folhas, geralmente nas gramíneas infestantes da lavoura ou no próprio arroz (Gonzalez et al., 1983).

Lagartas recém-eclodidas limitam-se a raspar as folhas. Nos instares mais avançados elas consomem toda a folhagem, iniciando nas bordas e indo até a nervura central, sendo que 90% do consumo ocorre a partir do 4º instar, principalmente no último. Após completarem o desenvolvimento, as lagartas transformam-se em pupas no interior de casulos tecidos nas folhas atacadas ou em torno da base da planta, próxima ao solo; as pupas são marrom-escuras, medem de 20 a 30 mm de comprimento. As infestações ocorrem em manchas, geralmente após o afilhamento das plantas.

A *M. latipes* existe em todos os estados do Brasil, é polífaga e tem grande poder de destruir a folhagem das plantas hospedeiras. Foi observado que 12 lagartas por metro de fileira de plantas pode causar danos de importância econômica (Gonzalez et al., 1983).

O risco de enxames de lagartas *M. latipes* migrarem de plantas infestadas para os arrozais próximos, é semelhante ao observado para *S. frugiperda*. Como esta lagarta geralmente aparece após o afilhamento das plantas, existe maior possibilidade de dano na folha bandeira, quando então seu efeito pode se tornar duplamente prejudicial (Weber, 1989).

Inimigos naturais - São relacionados 13 parasitóides de lagartas e pupas (Guagliumi, 1973; Rossetto et al., 1973; Martins & Magalhães, 1991); Parasitóides de lagartas: na ordem Hymenoptera, são mencionadas uma espécie de Exoristidae e uma de Braconidae; na ordem Diptera, são mencionadas oito espécies de Tachinidae; Parasitóides de pupas: na ordem Hymenoptera são citadas uma espécie de Chalcididae e uma de Ichneumonidae; na ordem Diptera, são mencionadas três espécies de Tachinidae. Desta última, *Lespesia* sp. e *Winthemia* sp. são provavelmente as principais responsáveis pela inviabilidade de mais de 90% das pupas encontradas em lavouras de arroz altamente infestadas. Entomopatógeno: *Bacillus thuringiensis*.

O grande parasitismo das pupas *M. latipes* observado nos grandes surtos durante a fase reprodutiva e de maturação do arroz torna pouco provável que uma nova geração venha a ocorrer em nível prejudicial à soca do arroz.

Lagartas-dos-cereais

Pseudaletia sequax Franclemont, 1951 e (Lepidoptera:: Noctuidae)

Pseudaletia adultera (Schaus, 1894)

Os adultos de ambas as espécies são mariposas, que têm de 30 a 35 mm de envergadura; as asas anteriores são cinza-amareladas, com sombreados, apresentando, além de um risco apical e outro longitudinal, as manchas orbicular e reniforme bem nítidas; as asas posteriores são mais claras. A espécie *P. sequax* tem coloração mais forte que *P. adultera*. As fêmeas colocam os ovos alinhados, juntos uns dos outros, presos às folhas ou aos colmos por uma substância pegajosa. As lagartas alimentam-se das folhas e das panículas, sendo este tipo de ataque geralmente mais importante, porque, além das partes consumidas, há ainda umas apreciáveis derrubadas de espiguetas, que têm sido estimadas de 5 a 10%. Após completarem o desenvolvimento, as lagartas têm cerca de 40 mm de comprimento, apresentam listras no sentido longitudinal do corpo, sendo a coloração geral marrom-clara em *P. sequax* e marrom-esverdeada em *P. adultera* (Figura 8.8). Transformam-se em pupas no solo, sob torrões e restos vegetais ou entre os colmos. As pupas são marrom-avermelhadas, com cerca de 13 mm de comprimento.



Fig. 8.8. Lagarta-dos-cereais, *Pseudaletia adultera*.

Segundo Zucchi et al. (1993), cada fêmea dessas espécies pode colocar mil ovos, durante uma vida média de oito dias. O ciclo biológico é de 30 a 60 dias para *P. sequax*, ovo: oito a dez; lagarta: 14 a 28; pupa: sete a 21 dias e de 25 a 70 dias para *P. adultera*, ovo: oito a dez; lagarta: 14 a 28; pupa: sete a 29 dias.

Inimigos naturais - *P. adultera* tem muitos inimigos naturais: Predadores (Coleoptera: Carabidae) *Castrida argentiniensis* *C. siki*, *C. retusa* (Fabricius); Hymenoptera *Apanteles* sp. *A. bourquini* Blanchard, 1936, *A. elegans* Blanchard, 1936, *A. militaris* (Walsh, 1861), *A. muesebecki* Blanchard, 1947, *Microplitis* sp. *Rogas* sp. (Braconidae), *Euplectrus platyhypenae* How, 1880 (Chalcididae), *Agrothereutes* sp. *Amblyteles* sp. *Campoletis* sp. *C. persdistincta* (Viereck, 1905), *Campoplex fugitivus* (Say), *Casinaria* sp., *Compsocryptus melanostigma* Brullé, 1846, *Diadegma fugitiva* (Haliday, 1836), *Enicospilus merdarius* (Gravehorst, 1829), *Hyposoter* sp. *Netelia*

sp. *Ophion flavidus* Brullé, 1846, *Trogomorpha* sp. (Ichneumonidae); Diptera *Antrax* sp. (Bombyliidae), *Incamiya chilensis* Ald (Exoristidae), *Aphriosphyria grioti* Blanchard, 1943, *Archytas incertus* (Macquart, 1851), *Peleteria robusta* (Wied, 1831), *Phorocera* sp. *Plagiotachina* sp., *Prophryno* sp. *Pseudoarchytopsis piliventris* (Wulp.), *Siphocrocuta* sp. *Voria ayerzai* (Brethes) (Tachinidae) (Rossetto et al., 1973).

Em relação à soca do arroz, mantemos para a lagarta-dos-cereais o mesmo ponto de vista manifestado para as duas espécies anteriores, já que também não foi encontrada informação sobre sua ocorrência.

Dobrador-da-folha

Panoquina sp. (Lepidoptera: Hesperidae)

Os adultos são mariposas que têm 30 mm de envergadura e coloração marrom. As fêmeas ovopositam nas extremidades das folhas. As lagartas (Figura 8.9) dobram as folhas de arroz em sentido longitudinal, alimentam-se da epiderme interna e, ao completarem o desenvolvimento, atingem 35 mm de comprimento. A transformação em pupas dá-se no interior das folhas dobradas.

Este inseto é muito atacado por inimigos naturais, ocorre sempre em baixíssima densidade na fase reprodutiva das plantas e nunca teve expressão econômica para o cultivo principal e menos ainda para o cultivo da soca.



Fig. 8.9. Lagarta-dobradora-da-folha, *Panoquina* sp.

Enrolador-da-folha

Marasmia trapezalis (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae)

Cnaphalocrocis sp

Os adultos são mariposas que têm cerca de 20 mm de envergadura e são de coloração marrom-clara, com linhas transversais escuras nas asas. Os ovos são colocados na parte superior ventral das folhas. As lagartas, inicialmente, raspam a face ventral das folhas, no sentido das nervuras, o

que provoca o enrolamento da folha, formando um tubo, que pode chegar até 40 cm de extensão na fase final de desenvolvimento da lagarta, que atinge 12 mm de comprimento (Figura 8.10). A lagarta permanece dentro deste tubo até esgotar o alimento; depois, muda de folha, repetindo o mesmo tipo de dano. A transformação em pupa dá-se no interior do tubo. Já foram constatadas até 400 folhas-bandeira enroladas pelas lagartas desta espécie por metro quadrado de cultura.



Fig. 8.10. Lagarta enroladora-da-folha, *Marasmia trapezalis*.

Até agora, esses insetos só tiveram importância moderada em algumas pequenas áreas de arroz do Norte e do Nordeste do Brasil. Entretanto a literatura trata os enroladores de folhas como insetos importantes do cultivo da soca do arroz. Cruz & Litsinger (1988) verificaram maior infestação de *C. medinalis* na fase vegetativa da soca em relação ao de uma segunda cultura semeada; concluíram que o inseto prefere a fase reprodutiva das plantas de arroz, provavelmente atraído pelas folhas mais largas.

Lagarta-flutuante

Nymphula indomitalis (Berg. 1876) (Lepidoptera: Nymphulidae)

N. fluctuosalis Zeller, 1852

N. depunctalis (Gueneé)

Os adultos são mariposas que têm 14 mm de envergadura de coloração branca, com manchas marrons e pretas. Os ovos são colocados em grupos de 20 na parte dorsal das folhas que estão em contato com a lâmina de água. Cada fêmea coloca em torno de 50 ovos. O ataque ocorre em plantas novas, depois da irrigação, em reboleiras. As lagartinhas recém-eclodidas localizam-se nas extremidades das folhas, de cabeça para baixo cortando inicialmente as pontas das folhas em ângulo reto; em seguida, a um cm abaixo desse corte, unem as margens laterais da folha, com um fio de

seda, formando um pequeno cartucho ou tubo e, depois cortam novamente a folha no tamanho de um a dois cm de comprimento, que cai sobre a água com a lagarta no seu interior (Prando, 1999b). A lagarta é verde-clara e possui tufo de pêlos laterais, que funcionam como brânquias no aproveitamento do oxigênio da água retida no interior do tubo. Durante o dia, as lagartas ficam escondidas dentro do tubo. À noite, sobem nas plantas de arroz para alimentarem-se da epiderme das folhas. Segundo Trujillo (1991), para alimentarem-se as lagartas projetam para fora do estojo a metade anterior do corpo (Figura 8.11), e para deslocar-se projeta a parte posterior e a move energicamente de um lado para outro à maneira de um remo, avançando assim sobre a água quieta; se a água circular, se deixa levar flutuando até outra planta. A lagarta só ataca áreas da cultura que tenha água profunda. As gramíneas aquáticas *Leersia hexandra* e *Echinocloa* spp também são utilizadas como hospedeiros. A lagarta rói a



Fig. 8.11. Lagarta-flutuante, *Nymphula* sp.

epiderme da folha, evitando as nervuras, dando-lhes um aspecto apergaminhado; a superfície roída é variável. Ademais, reduz a área foliar porque corta o extremo da folha para confeccionar o tubo. A lagarta sobe na planta, alimenta-se de suas folhas, e faz finalmente outro tubo (estojo). Este hábito se repete várias vezes em sua vida. Os tubos protetores das lagartas são substituídos a cada ecdise. Após completar seu desenvolvimento, as lagartas vão para a parte superior das plantas, constróem casulos no interior dos tubos e transformam-se em pupas. O ciclo evolutivo dura de 30 a 35 dias, ovo: três a cinco; lagarta: 23; pupa: sete). A longevidade dos adultos é de, aproximadamente, uma semana.

Em um campo da cultivar IR 841-63-5-18, local de água profunda ocorreu uma infestação de duas a três lagartas por planta, que provocaram uma redução na produção de 52%, em relação a outro local com o solo apenas encharcado (Trujillo, 1991). Este autor encontrou como inimigos naturais, em laboratório os parasitóides, *Stantonia* sp *Phanatomella* sp. (Hymenoptera: Braconidae) e um fungo entomofágo, não identificado.

Cruz & Litsinger (1988) estudaram a sobrevivência, massa das lagartas e número de ovos colocados pelas fêmeas *N. depunctalis* na soca e segundo cultivo de arroz transplantado, e concluíram que a soca é um hospedeiro inadequado

para as espécies de *Nymphula* e não promove o aumento de suas populações . Ademais, as fêmeas são desprovidas dos sítios preferidos para ovoposição, que são as folhas pendentes na água, sitio este que não existe na soca porque suas folhas são eretas e não tocam a água.

Pulga-da-folha

Chaetocnema spp. (Coleoptera: Chrysomelidae)

Os adultos têm de 1,2 a 1,5 mm de comprimento, possuem coloração preta e fêmures posteriores dilatados, que lhes permitem grande capacidade de salto (Figura 8.12). Alimentam-se das folhas, fazendo lesões muito pequenas, que as deixam com aparência esbranquiçada. As plantas novas podem morrer ou sofrer atraso no crescimento; as plantas mais velhas mostram as extremidades das folhas com bandas raspadas esbranquiçadas e rachadas. As fêmeas ovopositam no solo, ao redor dos colmos. As larvas são brancas, filiformes, vivem no solo, onde se alimentam de raízes, atingem 5 mm de comprimento, transformam-se em pupa de coloração branca no solo, e seus hábitos são pouco conhecidos. Atualmente, são referidas duas espécies em arroz: *Chaetocnema macgillavryi* Bechyné e *C. brasiliensis*. Os adultos passam a entressafra inativos em plantas próximas à lavoura e na primavera retornam a vida ativa atacando diferentes espécies vegetais.

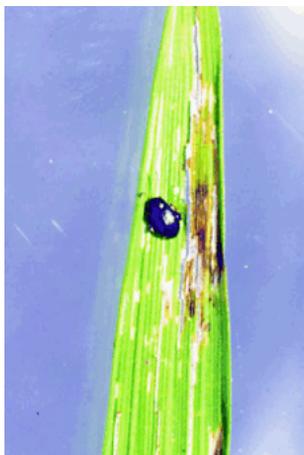


Fig. 8.12. Pulga-da-folha, *Chaetocnema* sp.

As infestações deste inseto dependem do desenvolvimento bem sucedido das larvas no solo, o que é impossível em solo inundado ou muito úmido, portanto o curto período que a resteva fica sem água para a colheita e início da brotação não é suficiente para formação de populações do inseto, que ofereçam risco à soca de arroz.

Gorgulho-aquático

Oryzophagus (Lissorhoptrus) *oryzae* (Costa Lima, 1936)
(Coleoptera:Cuculionidae)

Os adultos (Figura 8.13) são coleópteros com 3,0 a 3,5 mm de comprimento por 1,0 a 1,5 mm de largura. Possuem cabeça esférica provida de um prolongamento cilíndrico e forte e em sua extremidade estão as peças bucais mastigadoras. O corpo é de coloração marrom-escura, geralmente apresenta-se revestido de escamas cerosas acinzentadas com manchas brancas. As fêmeas são maiores que os machos e a forma adulta é conhecida como gorgulho aquático do arroz. Os gorgulhos atravessam o período de entressafra (hibernação), refugiando-se na soca do arroz, restos de palha das colheitas e vegetação nativa adjacente às lavouras. São sempre encontrados nas resteevas, próximo ao colo das plantas de gramíneas hospedeiras, principalmente nos lugares de grande infestação do arrozal. Após a inundação da área, os gorgulhos abandonam os esconderijos, deslocam-se para as lavouras e localizam-se onde as águas são mais profundas, geralmente nas valetas junto às taipas. Os gorgulhos chegam a esses locais pela água de irrigação e também pelo vôo, sendo facilmente atraídos por armadilhas luminosas instaladas nas lavouras (Baucke, 1957). Alimentam-se do parênquima das folhas, deixando, na parte superior, cicatrizes de 1,5 mm de largura e comprimento variável. Essas cicatrizes são escuras quando novas, tornando-se brancas após alguns dias. As fêmeas fecundadas mergulham e alimentam-se abrindo pequenos furos na região do colo das plantas de arroz, ou outros hospedeiros aquáticos, nos quais introduzem o ovopositor colocando um ovo por furo. Em lavouras implantadas por meio de sementes pré-germinadas, podem ser extremamente prejudiciais, conforme constatado em Santa Catarina, no ano de 1949, quando lavouras de nove municípios, totalizando mais de dois mil hectares, tiveram o plantio original e, em muitos casos, replantios sucessivos, totalmente destruídos (Lima, 1951). Isto ocorreu pela alimentação de grandes populações do gorgulho nas radículas e folhas primárias das plântulas recém-germinadas, sob a água de irrigação.



Fig. 8.13. Gorgulho-aquático, *Oryzophagus oryzae*.

Em lavouras implantadas por semeadura em solo seco e por meio de mudas em solo enlameado, o dano de adultos nas folhas, em geral, não tem sido de expressão econômica. Entretanto, embora nessas condições as plantas estejam mais desenvolvidas, não se tem informação do efeito provocado pela alimentação e ovoposição de adultos nas partes submersas das plantas, principalmente em situações de altas infestações. Portanto, a soca não está sujeita a dano severo deste inseto.

BROCADORES

Broca-do-colo

Elasmopalpus lignosellus (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae)

Os ovos são muito pequenos, colocados isolados ou em pequenos grupos. Inicialmente apresentam coloração branco-esverdeada e, ao final da incubação, tornam-se rosa-avermelhados.

As lagartas são inicialmente róseas, tornando-se vermelhas até o terceiro instar e, por último, verde-azuladas com a parte ventral mais clara. Nas partes dorsal e lateral do corpo e na metade posterior de cada segmento, há faixas transversais marrom-escuras ou vermelhas. A cabeça e o primeiro segmento do corpo são de coloração marrom-escuro ou preta (Figura 8.14). Possuem três pares de pernas torácicas e cinco pares de pernas abdominais. As lagartas completamente desenvolvidas medem de 15 a 20 mm de comprimento e 1,7 a 2,0 mm de largura.



Fig. 8.14. Broca-do-colo, *Elasmopalpus lignosellus*.

As pupas têm coloração marrom-esverdeadas, com 8 a 10 mm de comprimento por dois mm de largura, formadas no interior de um casulo construído pela lagarta. As fases imaturas do inseto são muito influenciadas pela temperatura. O período de ovo a adulto dura 67,5 e 21,2 dias, em temperaturas de 20 °C e 33 °C, respectivamente. A 26,5 °C, o ciclo se completa em 31,2 dias, sendo 3,5 dias para a fase de ovo, 18,3 dias para a fase de lagarta e 9,4 dias para fase de pupa. Os adultos são mariposas pequenas, com 8,5 a 10,0 mm de comprimento,

de corpo linear e com as asas dobradas ao longo do dorso, quando em repouso. Possuem 15 a 25 mm de envergadura e apresentam dimorfismo sexual. As fêmeas são maiores que os machos, têm antenas filiformes e asas anteriores marrom-escuras ou cinza-escuras, uniformes. Os machos possuem escamas grandes na base das antenas, palpos maxilares maiores e mais grossos e asas anteriores marrom-amareladas com margens escuras. As asas posteriores de ambos os sexos são brancas, meio transparentes, com as bordas ligeiramente mais escuras.

Uma fêmea coloca em média 117 ovos (Sauer, 1939; Kishino, 1981), podendo, no entanto, colocar até 420 ovos (Tippins, 1982). A ovoposição é feita nas folhas e colmos, mas principalmente no solo, próximo à base das plantas (Ferreira & Martins, 1984).

As lagartinhas recém-eclodidas alimentam-se das folhas do arroz passando posteriormente para a região do colo da planta, pouco abaixo da superfície do solo, onde fazem um orifício transversal ao colmo, penetram alguns milímetros e saem em seguida para fazer outro orifício na mesma planta ou em outra (Elias, 1967). Enquanto se alimentam, as lagartas escavam galerias pelo centro do colmo, as quais aumentam com o desenvolvimento das lagartas. Do lado de fora, logo abaixo da linha do solo, constroem abrigos de teia, terra e outros detritos, que são ligados às aberturas das galerias (Sauer, 1939). Esses abrigos podem chegar a cinco cm de comprimento (Kishino, 1981).

Após completarem o desenvolvimento, as lagartas constroem casulos de aproximadamente 10 mm de comprimento, que podem ficar no interior dos abrigos ou na terra, próximos à base das plantas. Os casulos são resistentes, tecidos com teias finas e cinzentas, envolvidas externamente com partículas de terra e detritos vegetais, assemelhando-se a pequenos torrões. Cerca de dois dias após a construção do casulo, ocorre a transformação em pupa (Rossetto et al., 1973).

Uma lagarta pode danificar 10 ou mais colmos de plantas jovens (Sauer, 1939; Kishino, 1981). Em anos de pouca pluviosidade, tem sido muito abundante a ponto de destruir até 100% das plantas em lavouras de 78 a 105 ha. Quando a destruição não é total, é possível notar que o ataque não ocorre uniformemente, localizando-se em certas áreas. Em uma lavoura da cultivar BR Irga 409, com plantas no estágio de cinco a seis folhas, antes da inundação, foi verificado por Costa & Link (1991) que em 15 dias a *E. lignosellus* reduziu a população de plantas em 14%.

O dano é causado pelas lagartas ao atacarem a base dos colmos, cavando galerias em direção ao centro e provocando o seccionamento das folhas centrais, que, em consequência, murcham e dão origem ao sintoma "coração-morto". Em arroz, só foi observada uma perfuração por colmo, em consequência da atividade de uma lagarta.

São citados muitos inimigos naturais para *E. lignosellus*, como parasitóides e entomopatógenos; parasitóides de lagartas: da ordem Hymenoptera, são

mencionadas várias espécies das famílias Scelionidae (uma espécie), Braconidae (12), Ichneumonidae (duas), Chalcididae (três), Eulophidae (uma) e Perilampidae (uma); da ordem Diptera, são mencionadas três espécies da família Tachinidae; como entomopatógenos, são citados dois vírus de poliedrose nuclear e o fungo *Aspergillus flavus* (Tippins, 1982).

Pelo tipo de dano e fase da cultura preferida para atacar, conclui-se que este inseto não constitui ameaça para a soca do arroz.

Broca-do-colmo

Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae)

Rupela albinella Cramer

Os ovos da *D. saccharalis* são ovalados, com 1,0 mm de diâmetro máximo, coloração amarelada quando recém-colocados e avermelhada ao final da incubação. São colocados em número de cinco a 60, de formas imbricadas, assemelhando-se a segmentos de couro de cobra ou escamas de peixe.

As lagartas atingem 25 a 35 mm de comprimento, têm três pares de pernas torácicas e cinco pares de pernas abdominais. A cabeça é de coloração amarela a marrom-escuro e o restante do corpo, marrom-claro (Figura 8.15). Antes de se transformar em pupa, no interior do colmo, a lagarta recorta um círculo na casca do mesmo, o qual é mantido no lugar por meio de fios de seda até que a mariposa o desloque para sair ao exterior (Gonzalez et al., 1983). As pupas são de coloração marrom-claro, com 10 a 20 mm de comprimento. Essa fase, como a de lagarta, transcorre no interior do colmo (Gonzalez et al., 1983). Todas as fases imaturas são bastante influenciadas pela temperatura. O período de ovo a adulto dura 71,2 dias a 20 °C, 48,8 dias a 24 °C e 33,5 dias a 30 °C (Kishino, 1993); a 25,5 °C a duração da fase de ovo é 6,0 dias, a de lagarta, 29,7 dias, e a de pupa, 7,6 dias.

Os adultos, após saírem das pupas, empurram os discos de casca que fecham os orifícios e libertam-se para iniciar nova geração. As mariposas



Fig. 8.15. Broca-do-colmo, *Diatraea saccharalis*.

apresentam 16 a 26 mm de envergadura, palpos labiais bem desenvolvidos, asas anteriores de coloração amarelada com pontos escuros e duas estrias transversais, mais ou menos escurecidas, dispostas em “V” no terço apical. As asas posteriores são esbranquiçadas.

As mariposas duram de quatro a seis dias (Gonzalez et al., 1983; Ferreira & Martins, 1984). Aparecem nos arrozais quando as plantas têm aproximadamente 30 dias de idade. São difíceis de observar porque permanecem ocultas durante o dia. As fêmeas ovopositam normalmente à noite nas folhas superiores das plantas, geralmente na face dorsal. Cada fêmea põe, em média, 300 ovos em apenas duas ou três noites. As lagartas recém-eclodidas alimentam-se do parênquima das folhas, principalmente no tecido interno das bainhas, onde podem provocar manchas marrom-amareladas. Depois da primeira ecdise (segundo ínstar), as lagartas penetram nos colmos, geralmente no anel de crescimento logo acima do nó, de onde constroem galerias.

A *D. saccharalis* é um inseto de alta severidade potencial, que ocorre na maioria dos anos, em baixa densidade, nos arrozais. Além do arroz, possui vários outros hospedeiros cultivados e nativos. O dano é causado pelas lagartas que, ao penetrarem nos colmos, alimentam-se do tecido esponjoso e destroem os pontos de crescimento, provocando a morte da sua parte central. Quando isso ocorre durante a fase vegetativa das plantas, origina o sintoma conhecido como “coração-morto”. Quando ocorre durante a época de formação e emissão das panículas, fase reprodutiva, provocando a morte da folha bandeira e esterilidade das espiguetas, origina o sintoma conhecido por “panícula-branca”, que, quando puxada, desprende-se facilmente da planta.

As lagartas de *D. saccharalis* são muito mais prejudiciais que as de *R. albinella*. As primeiras causam dano severo nos tecidos internos dos colmos, ultrapassando, com freqüência, vários nós, enquanto as lagartas de *R. albinella* causam dano leve e restrito a apenas um internódio. Para iguais níveis de infestação, variando de 5 a 80%, a perda de produção causada por *D. saccharalis* é 2,5 vezes maior que a de *R. albinella* (Ferreira et al., 2001), Estima-se uma redução de 2 a 3% na produção para cada 10% de colmos atacados ou para cada 1% de panículas brancas (Ferreira & Martins, 1984). Isto porque o número de colmos com sintomas visíveis de ataque de broca é menor que o número de colmos realmente atacados, mas que no conjunto contribui para reduzir o vigor, o número de perfilhos e para aumentar o percentual de espiguetas vazias.

Vieira (1980) verificou em arroz irrigado, em Pelotas,RS, que cultivares apresentando, em média, 5,7% dos colmos atacados sofreram reduções na produtividade de grãos da ordem de 108 kg ha⁻¹. No Estado do Tocantins, onde predomina a cultura irrigada, acredita-se que esse inseto possa estar causando prejuízo econômico, pelo menos em algumas localidades, uma vez que Kishino (1993) observou, no município de Cristalândia, grande quantidade de lagartas e pupas da espécie, no produto colhido e ensacado.

Inimigos naturais - Existem muito inimigos naturais das brocas-do-colmo. Os principais, são: himenópteros parasitóides de ovos - *Telenomus* sp (Scelionidae) e *Trichogramma* sp (Trichogrammatidae); deste último foi identificada uma espécie causando elevado nível de parasitismo em arrozais do Mato Grosso (Kishino, 1993); Parasitóides de lagarta - *Apanteles flavipes* (Braconidae); na ordem Diptera os parasitóides principais são: *Metagonistilum minense*, *Lixophaga diatrae* e *Paratheresia claripalpis* (Tachinidae).

Como predador das posturas, a *Coleomegilla maculata* (Coleoptera, Crisomelidae) parece ser a mais importante (Gonzalez et al., 1983; Gallo et al., 1988; Martins & Magalhães, 1991).

Os adultos *R. albinella* são mariposas com cerca de 40 mm de envergadura, de coloração totalmente branca. As fêmeas ovopositam na face ventral da metade superior das folhas. Os ovos são amarelados e colocados em massas, cobertos com escamas brancas semelhantes a pêlos. As lagartas penetram na parte inferior dos colmos, onde permanecem até completarem o desenvolvimento, quando atingem 25 mm de comprimento, apresentando cabeça marrom e corpo marrom-claro afilado na extremidade posterior (Figura 8.16). Os sintomas das plantas atacadas são menos evidentes que os provocados por *D. saccharalis*. Isto ocorre porque o ataque de *D. saccharalis* se dá na metade superior dos colmos, enquanto o de *R. albinella* localiza-se na metade inferior dos colmos. *R. albinella* é conhecida como “noiva do arroz”. As mariposas duram de cinco a oito dias. Cada fêmea efetua duas a três posturas de 80 a 120 ovos. O ciclo biológico é de 54 a 77 dias, ovo: sete; lagarta: 35-40; pupa: sete-12 dias.

Inimigos naturais - No Estado do Tocantins, as posturas de *Rupela albinella* têm sido muito parasitadas por um micro-himenóptero, provavelmente *Telenomus rowani* (Gahan) (Hymenoptera, Scelionidae). Predador de ovos: *Coleomegilla maculata* (De Gur, 1775) (Coleoptera: Coccinellidae).



Fig. 8.16. Broca-do-colmo, *Rupela albinella*.

Brocas-do-colmo são insetos prováveis de infestação pesada da soca do arroz (De Datta & Bernasor, 1988). O cultivo da soca favorece a multiplicação de brocas-do-colmo além de outros insetos durante a entressafra, servindo também como hospedeiro alternativo para manter uma população contínua de

insetos (Krishnamurthy, 1988). Cruz & Litsinger (1988) constataram que o número de coração morto e de panícula branca foi muito menor na soca e na segunda cultura semeada que no cultivo principal, entretanto a infestação na soca foi significativamente maior que a da cultura semeada.

Ainda que se observe com freqüência grande número de posturas de *R. albinella* distribuídas nas extremidades das folhas das plantas de arroz irrigado, raramente há colmos atacados, devido ao modo de ataque desse inseto, que é o de penetrar o colmo na base, tornando-se impossível seu estabelecimento quando existe lâmina de água. Por outro lado, com relação a *D. saccharalis*, ainda que a colheita diminua consideravelmente a população de lagartas do interior do colmo, muitas ficam na resteva e podem originar infestações prejudiciais à semelhança do que tem ocorrido com espécies similares em países da Ásia (Cruz & Litsinger, 1988).

A *D. saccharalis*, portanto, oferece certo risco para o cultivo da soca do arroz, principalmente em áreas onde há culturas hospedeiras infestadas, mas possui vários inimigos naturais que podem tornar-se mais abundantes na soca e impedir que se formem populações daninhas.

Gorgulho-do-colmo

Ochetina sp. (Coleoptera: Curculionidae)

Foi coletado em área de arroz do Rio Grande do Sul em 1982 (Souza et al., 1982). Weber (1989) menciona *Ochetina* como broca-do-colmo do arroz na Colômbia. Em 1996 este inseto foi encontrado atacando arroz no município de Duerê-TO. Em 1997 causou danos expresivos ao arroz de algumas regiões do Estado de Santa Catarina (Prando & Rosado Neto, 1998). Na safra de 1998/99, foi encontrado em seis municípios da Depressão Central, RS, com estimativa de infestação de 50% da área e 10% de redução na produção, causando danos severos aos colmos de plantas de arroz (Martins et al., 1999). Estes autores observaram larvas junto ao colo da planta de arroz em fase final de afilhamento e alongamento dos internódios. As plantas atacadas apresentavam amarelecimento, afilhamento reduzido e paralisação do desenvolvimento.

O inseto adulto (Figura 8.17) tem entre 4,8 a 5,5 mm de comprimento e 2,4 a 2,8 mm de largura, alimenta-se dos colmos perfurando-os com suas peças bucais localizadas na extremidade do longo rostro. Os adultos, abrigados na vegetação nativa, são atraídos para a lavoura com a inundação; três dias após a irrigação foram determinadas altas concentrações de adultos, nas partes da lavoura próximas ao sítio de hibernação; posteriormente os insetos foram encontrados em focos de 20 a 30% da área; hibernam nas taipas, ruas e canais infestados de plantas daninhas, onde podem ser encontrados em número de até 200 por m² (Oliveira & Dotto, 2001). A postura é endofítica. Na base dos colmos, próximos ao primeiro nó, encontram-se orifícios formados pelas larvas, as quais

são ápodas, branco-amareladas, com cabeça marrom e seis pares de espiráculos abdominais modificados na região dorsal (Figura 8.18), atingindo entre 11,0 a 14,5 mm de comprimento e cerca de 1,8 mm de diâmetro, após completar o desenvolvimento. As larvas são de vida aquática, permanecendo no interior dos colmos, nas suas partes submersas. Há evidências de que as larvas se alimentam das folhas centrais (verticilo), provocando o sintoma de coração morto. As larvas, ao completarem o desenvolvimento, introduzem-se no solo, tecem uma camara pupal de 6,0 a 6,8 mm de comprimento e 4,0 a 5,0 mm de diâmetro fixa às raízes, onde completam o ciclo biológico.

É um inseto de biologia e comportamento ainda pouco conhecido mas, pelas informações disponíveis (Oliveira & Dotto, 2001) parece não ser muito diferente do *O. oryzae*, com relação ao pequeno risco de causar dano à soca do arroz.



Fig. 8.17. Gorgulho-do-colmo, *Ochetina* sp.



Fig. 8.18. Larva-do-colmo, *Ochetina* sp.

SUGADORES

Cigarrinha-das-pastagens

Deois flavopicta (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae)

Deois spp.

As espécies mais comuns são *Deois flavopicta* (Stal, 1854), *D. schach* (Fabr., 1787), *D. incompleta* (Walker, 1851), *D. flexuosa* (Walker, 1851), *Zulia entreriana* (Berg. 1879) (Figura 8.19) e *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854). A *D. flavopicta* tem sido mais estudada, por isso as informações dadas a seguir referem-se basicamente a esta espécie.

Os ovos são branco-amarelados, elípticos ou fusiformes, medindo 1,0 mm de comprimento por 0,3 mm de maior diâmetro. As posturas são constituídas de dois

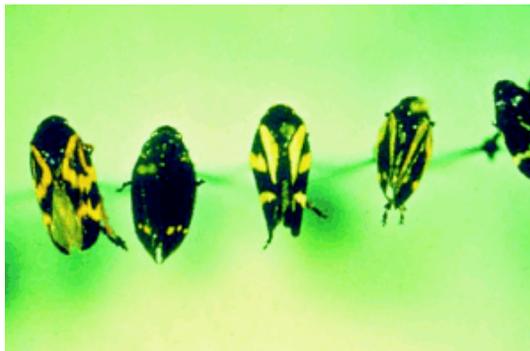


Fig. 8.19. Cigarrinha-das-pastagens (da esquerda para a direita): *Deois flexuosa*, *D. schach*, *D. flavopicta*, *D. incompleta* e *Zulia entreriana*.

tipos de ovos, normais e em diapausa. Nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste, no período desfavorável ao desenvolvimento das cigarrinhas, de maio a setembro, o inseto sobrevive graças ao mecanismo de diapausa, que os torna aptos a suportar situações extremas de frio e dessecação. Segundo Pacheco (1982), o período de incubação dos ovos normais é de 13 a 20 dias e dos ovos em diapausa, de 250-380 dias. Nesse caso, o período de eclosão pode durar de um a 99 dias.

As ninfas, após a eclosão, localizam-se nas raízes das plantas e iniciam a sucção da seiva. Ao mesmo tempo, começam a elaborar umas espumas brancas, típicas, injetando bolhas de ar com a codícula na secreção da glândula de Batele, localizada no seu abdome. A espuma recobre e protege todo o seu corpo contra dessecação e inimigos naturais durante toda a fase ninfal (Pacheco, 1982; Gallo et al., 1988). Durante esse período, as ninfas sugam continuamente a seiva, levando as plantas ao depauperamento. As ninfas são amareladas e aparecem em maior número no início e na metade da estação chuvosa. A fase de ninfa dura em média 38 dias e passa por seis ínstars.

Os adultos de *D. flavopicta* têm 10 mm de comprimento, são dorsalmente pretos com três manchas amarelas em cada tégmina. O abdome e as pernas são vermelhos, com dois espinhos nas tíbias posteriores. Locomovem-se por saltos e vôos até um quilômetro (Zucchi et al., 1993) e, ao se alimentarem, introduzem toxinas que causam a morte da planta. O período de pré-ovoposição é de dez dias, e cada fêmea coloca 25 ovos, no chão ou em restos vegetais. A longevidade das fêmeas é de 15 a 20 dias, e a postura dura dez dias (Pacheco, 1982). O ciclo ovo-adulto é de 55 dias, e o tempo necessário para iniciar uma nova geração é de 65 dias.

Em arroz irrigado, o único registro de dano feito até agora foi provocado por *D. flexuosa* no Rio Grande do Sul, estimado em 5% (Rossetto et al., 1973). Entretanto, qualquer das espécies pode destruir áreas de arroz novo antes da inundação, a qual diminui o dano do inseto e a suscetibilidade das plantas diminui com a idade. Para o arroz somente o dano provocado pelos insetos adultos tem sido de importância. Essa praga tem sido abundante, encontrando-se 50

ou mais adultos por m², em alguns anos, em grandes áreas. Essa situação, associada ao tempo chuvoso e à lavouras jovens, dificultam o controle. Em condições favoráveis ao desenvolvimento do inseto, podem ocorrer até três surtos de adultos, em novembro, em janeiro e outro em março. O primeiro surto é destacadamente mais importante, por ser geralmente maior e encontrar as plantas de arroz ainda pouco desenvolvidas. Os sintomas de ataque no arroz caracterizam-se pelo amarelecimento e secagem das folhas seguido de morte das plantas. Mesmo em pleno período chuvoso, lavouras com plantas novas podem se apresentar uniformemente com aspecto seco, cinco a sete dias após terem sido invadidas pelo inseto (Ferreira & Guazzelli, 1982; Ferreira & Martins, 1984).

Inimigos naturais-Parasitóide de ovo: *Anagrus* sp (Hymenoptera- Mymaridae) (Pires et al., 1993). Predadores das ninfas: *Salpingogaster nigra* Schin. (Diptera-Syrphidae). Uma larva dessa mosca, para completar o crescimento, mata de 30 a 40 ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Guagliumi, 1973). Entomopatógenos: *Metarhizium anisopliae* (Moniliales-Moniliaceae) tem proporcionado controle variável de 10 a 60% (Gallo et al., 1988).

Tendo em vista que *D. flavopicta* é um inseto de maior ocorrência na metade da época de plantio do arroz, meados de novembro, cujo efeito daninho diminui com a idade da cultura, conclui-se que ele não oferece risco para o cultivo da soca de arroz.

Cicadelídeos

Hortensia spp. (Homoptera: Cicadelidae)

São insetos que apresentam ao longo das tíbias das pernas posteriores uma ou mais fileiras de espinhos curtos. São encontradas várias espécies em arroz, com diferentes colorações, medindo de três a sete mm de comprimento. Em arroz de várzea, as mais comuns pertencem aos gêneros *Draeculacephala* (verde com cabeça pontiaguda) e principalmente à *Hortensia*, sendo *H. similis* (Figura 8.20), geralmente, mais abundante. As fêmeas colocam grupos de ovos nas bainhas das folhas em fendas abertas com o ovopositor. A ninfas passam por cinco instares. Os cicadelídeos multiplicam-se facilmente em gramíneas consideradas daninhas. As populações desses insetos em arroz de várzea são mais ou menos estáveis durante o ciclo da cultura, podendo às vezes provocar o secamento das extremidades das folhas. Estima-se que a infestação de cinco a sete insetos por colmo ou por redada provoque redução de 7 a 12% na produção de grãos. Altas infestações desses insetos estão geralmente associadas com grande infestação de plantas daninhas de folhas largas e ciperáceas. O controle dessas plantas daninhas aumenta o risco de danos por cicadelídeos na cultura do arroz, que se constituirá no único alimento disponível.

As quantidades coletadas desses insetos com rede de varredura 63 e 29 dias antes da colheita do cultivo principal e 34 dias após esta foram

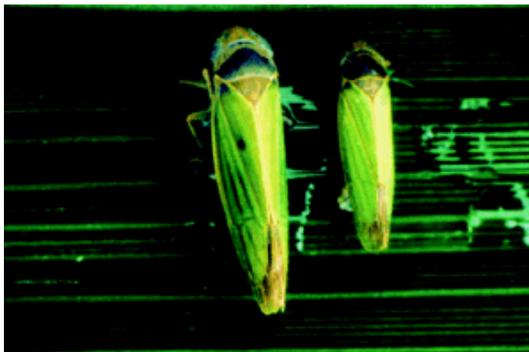


Fig. 8.20. Cigarrinha-da-folha, *Hortensia* sp.

estatisticamente iguais, conforme pode ser observado na Tabela 8.1. Isto está de acordo com Cruz & Litsinger (1988), que concluíram que esses insetos são de alta mobilidade e colonizam rapidamente os campos de soca. Entretanto eles são menos ofensivos na soca porque sua população inicial será controlada pelos inimigos naturais, transportados do cultivo principal, como as aranhas, cujas populações aumentam significativamente na soca do arroz (Tabela 8.1).

A preservação dos inimigos naturais, principalmente aranhas, é muito importante para evitar que esses insetos venham se tornar prejudiciais à soca do arroz, embora não exista até agora no Brasil, nenhuma doença de vírus transmitida por esses insetos que pudesse torná-la motivo de preocupação.

Delfacídeos

Tagosodes orizicolus (Muir, 1926) (Homoptera: Delphacidae)

Conhecida anteriormente como *Sogata orizicola*, *S. braziliensis*, *Sogatodes orizicola* e, erroneamente, também como *S. oryzicola*. Ocorrem também outras espécies desta família em nossos arrozais. Os delfacídeos podem ser reconhecidos pela presença de um esporão móvel nas extremidades das tíbias posteriores. Os adultos de *T. orizicolus* medem de 2,7 a 4,0 mm de comprimento. O corpo é de coloração amarelada nas fêmeas e marrom-escura nos machos, com uma faixa branca mediana na cabeça e no tórax; as asas são amareladas e transparentes e, nas fêmeas, podem ser curtas (braquípteras) ou longas (macrópteras). As ninfas têm duas faixas longitudinais, uma de coloração marrom-clara e outra marrom-escura, na parte dorsal do corpo (Figura 8.21). As fêmeas passam por um período de pré-ovoposição de dois a quatro dias; depois, cada uma coloca cerca de 35 ovos em grupos de dois a oito, endofiticamente, ao longo das nervuras das folhas. O período de incubação é de nove dias. As ninfas duram 18 dias e passam por cinco instares. O ciclo evolutivo de ovo a adulto é de aproximadamente 30 dias. A longevidade dos machos é de 14 dias e a das fêmeas, 44 dias. Os adultos e as ninfas sugam a seiva das folhas, dos colmos e das panículas em formação. Excretam umas substâncias açucaradas, o que favorece o desenvolvimento de fungos nas folhas e nos colmos, formando manchas escuras (fumagina). Estima-

se que o dano mecânico, correspondente à coleta com rede de varredura de um número médio de cinco adultos por redada, provoque uma redução média de 25% na produção de grãos. As populações de *T. orizicolus* crescem com a idade das plantas e atingem o máximo durante o período de florescimento-formação dos grãos. Este inseto é vetor do vírus da folha branca do arroz, doença que ainda não foi constatada no Brasil. Os sintomas que caracterizam esta doença em arroz diferem com a cultivar e a idade das plantas infectadas. Os primeiros sintomas só aparecem nas folhas que emergem depois da inoculação do vírus e consistem num salpicado de manchas brancas e amarelas na base das folhas. Depois, as áreas cloróticas, ao tornarem-se mais numerosas, fundem-se e formam estrias de cor amarelo-pálida a branca, paralelas à nervura central, desde o ápice até a bainha. Existem cultivares de arroz resistentes ao vírus e ao inseto.

Inimigos naturais-Predadores de ovos e de ninfas: *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae); de ninfas: *Tetragnatha* sp. (Araneae: Tetragnathidae).



Fig. 8.21. Delfacídeo-do-arroz, *Tagosodes orizicolus*.

Parasitóides de ovos: *Anagrus* sp. (Hymenoptera: Mymaridae); de ninfas e de adultos: *Elenchus* sp. (Strepsiptera: Elenchidae) e *Gonatopus* sp. (Hymenoptera: Drinidae).

Coforme pode ser observado (Tabela 8.1) os delfacídeos foram coletados em número significativamente maior na soca do que no cultivo principal do arroz. O mesmo comentário feito para os cicadelídeos se aplica para os delfacídeos, embora este seja vetor do vírus “hoja blanca”, que até agora não foi constatado nos arrozais brasileiros.

Pulgão-da-raiz

Rhopalosiphum rufiabdominale (Sasaki, 1899) (Homoptera:Aphididae)

Ocorre sob a forma de ninfas e de fêmeas adultas ápteras e aladas. As fêmeas ápteras vivíparas apresentam abdome verde-escuro, com manchas avermelhadas na base dos cornículos; as demais partes do corpo são marrons e cinza-claras (Figura 8.22). As fêmeas aladas vivíparas também apresentam

abdome verde-escuro, com manchas avermelhadas na base dos cornículos, asas hialinas, com nervuras marrom-escuras, como as demais partes do corpo. Reproduzem-se por partenogênese telitoca, sendo o período pré-vivíparo de um a três dias. As fêmeas ápteras duram de 12 a 28 dias, colocam duas a cinco ninfas por dia e cada uma totaliza 27 a 78 ninfas, num período de 12 a 26 dias (Hsieh, 1970). As fêmeas aladas vivem nove a 19 dias, colocam duas a quatro ninfas por dia, totalizando cada uma 23 a 50 ninfas, num período de nove a 19 dias. As ninfas passam por quatro ecdises e completam o desenvolvimento em seis a 12 dias. As formas adultas e de ninfa removem fluidos das plantas. Na cultura irrigada, quando a água é drenada, os pulgões reúnem-se nas partes superiores das raízes. Quando a população é muito alta, ou quando a parte superior das raízes é submersa pela água de irrigação, os pulgões alimentam-se dos colmos e das folhas das plantas de arroz.

Inimigos naturais. Predadores de ninfas e de adultos: *Coleomegilla maculata*



Fig. 8.22. Pulgão-da-raiz, *Rhopalosiphum rufiabdominale*.

(De Geer, 1775), *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) (Coleoptera: Coccinellidae). Parasitóide de fêmeas adultas ápteras: *Aphidius* sp. (Hymenoptera: Braconidae).

Este inseto prolifera muito rápido, uma geração a cada 10 a 15 dias, e diante de uma baixa pressão dos inimigos naturais é provável que se torne prejudicial ao cultivo da soca.

Percevejo-do-capim

Collaria scenica (Stal, 1859) (Heteroptera: Miridae)

Sinônimo

Trachelomiris scenicus Reuter, 1876

O percevejo-do-capim (Silva et al., 1968) é comumente encontrado na periferia dos campos de arroz na fase vegetativa. Além do arroz, ataca milho, trigo, aveia e várias outras gramíneas. Os adultos têm cerca de 5 a 7 mm de

comprimento, coloração geral preta, com uma mancha branca localizada na base da margem anterior do primeiro par de asas (Figura 8.23). Os ovos, em forma de banana, medem 1,5 mm de comprimento, sendo colocados em número de cinco a 76, entre o colmo e a bainha das folhas. As ninfas apresentam coloração avermelhada, com a cabeça e o pronoto escuros. O período compreendido entre a forma de ovo e a de adulto é de 16 dias. Os adultos e as ninfas sugam o conteúdo celular das folhas de arroz, causando o aparecimento de estrias esbranquiçadas longitudinalmente, provocando a descoloração das folhas. A morte da folha central, muitas vezes observada, provavelmente está associada com a ovoposição do inseto sob a bainha da mesma. Os focos de ataque mais intenso aparecem na periferia dos campos, nas margens de canais e marachas, onde vegetam gramíneas daninhas. No período de 2000/02 ocorreu no Rio Grande do Sul, nos municípios de Bagé e Dom Pedrito, em focos de 20 a 600 exemplares por m², até 15 insetos numa só folha, focos estes distribuídos em até 80% da lavoura; as plantas atacadas têm porte reduzido, ficam debilitadas em consequência da redução de fotossintetizados (Pequeno..., 2002).

C. scenica, sob condições favoráveis, pode tornar-se prejudicial aos arrozais



Fig. 8.23. Percevejo-do-capim, *Collaria scenica*.

em fase vegetativa, mas é menos provável que isto venha a ocorrer na soca, devido esta ser um hospedeiro inadequado para alimentação e ovoposição, com probabilidade de concentrar inimigos naturais ainda que não sejam conhecidos.

Percevejo-do-colmo

Tibraca limbativentris Stal, 1860 (Heteroptera: Pentatomidae).

Os ovos são cilíndricos, medindo 1,0 mm de comprimento por 0,8 mm de diâmetro, esverdeados após a colocação e marrom-escuros ao final da incubação. Considerando a média dos dados apresentados por alguns autores, estimou-se

que cada fêmea realiza 23 posturas e coloca 493 ovos, dando origem em oito dias, às ninfas. O ciclo evolutivo dura, em média, 44 dias (Trujillo, 1970; Botton et al., 1991; Kishino, 1993), podendo ser iniciada uma nova geração após 60 dias. Em laboratório foi verificada uma longevidade de 163 dias para as fêmeas e um período de oviposição de 121 dias, durante os quais cada fêmea realizou 14 posturas de 21 ovos (Prando et al., 1993).

Os adultos duram 50 dias, são marrom-claros no dorso (Figura 8.24) e marrom-escuros na parte ventral. Possuem antenas marrons com anéis brancos nas bases e ocelos vermelhos. Observa-se, nas partes dorso-laterais do abdome, quatro manchas pretas, como os estigmas. As fêmeas têm, em média, 13,7 mm de comprimento e 7,1 mm de largura, e os machos, 12,5 mm de comprimento e 7,1 mm de largura.

A atividade sexual é iniciada no final de setembro e começo de outubro,



Fig. 8.24. Percevejo-do-colmo, *Tib-raca limbativentris*.

quando os percevejos migram para novas áreas de arroz, estando sua atividade biológica intimamente relacionada às variações de temperatura e umidade (Trujillo, 1970).

A ovoposição é geralmente feita nas folhas e colmos do arroz, mas pode ocorrer também nas folhas de plantas daninhas. As ninfas do primeiro ínstar permanecem agrupadas no ponto de eclosão e aparentemente não se alimentam. As do segundo ínstar deslocam-se para a base dos colmos em lugares próximos ao solo, onde começam a se alimentar.

Os adultos localizam-se nos colmos, dispostos com a cabeça para baixo e próximo ao colo das plantas. Em arroz irrigado, quando a água atinge a base das plantas, movimentam-se para a parte superior e alimentam-se dos internódios. São mais facilmente observados na lavoura nos horários de temperatura mais elevada, quando migram para a parte superior das plantas e, por vezes, realizam pequenos vôos. Ao entardecer, quando a temperatura começa a declinar, procuram refúgio nas partes mais baixas das plantas. Após a colheita, os percevejos refugiam-se,

principalmente na soqueira do arroz. Quando esta seca, eles dispersam, à procura de novos refúgios (Trujillo, 1970). A densidade populacional do inseto na resteva começa a declinar, à razão de 0,7 indivíduos por dia, a cada 50 m² (Ferreira et al., 1997). Foi observado por Link et al. (1996) que hospedeiros alternativos com touceiras maiores e mais densas abrigam maiores população de *T. limbativentris*.

É muito prejudicial para o arroz e tem apresentado alta incidência em alguns anos, com focos de até 200 percevejos por m², provocando perdas na produção de 5 a 80% (Miura et al., 1988). Está distribuído na maioria dos Estados do Brasil e possui alguns hospedeiros alternativos.

O dano é caracterizado pela morte parcial ou total da parte central dos colmos, em consequência da alimentação do inseto a partir do segundo ínstar ninfal. A picada do inseto na base das plantas, na fase vegetativa, provoca o aparecimento do sintoma conhecido por “coração-morto” e, na fase reprodutiva, origina o sintoma conhecido por “panícula-branca”. No local em que o percevejo introduz o estilete na bainha da folha, observam-se uns pequenos pontos marrons, coincidindo internamente com o estrangulamento do colmo. Costa & Link (1992), num estudo com a cultivar BR-Irga 409, sob diferentes populações de machos de *T. limbativentris*, observaram que infestações na fase reprodutiva do arroz aumentam o número de grãos quebrados e gessados e que um percevejo por m² na fase vegetativa provoca redução na produtividade de grãos, correspondente a 58,7 kg ha⁻¹. Com o mesmo nível de infestação na fase reprodutiva, a perda na produtividade de grãos é equivalente a 65,2 kg ha⁻¹.

Em condições favoráveis ao inseto, estima-se que cada ninfa, do quarto e quinto ínstars, e cada adulto estabelecido em culturas com 30 a 65 dias de idade, é capaz de provocar, nos 35 dias subseqüentes, respectivamente seis corações-mortos e cinco panículas-brancas.

Inimigos naturais-Predadores: *Efferia* sp (Diptera-Asilidae), aracnídeos, batráquios, aves. Parasitóides de ovo: *Telenomus* sp. (Hymenoptera-Scelionidae), *Oencyrtus fasciatus* Mercet 1921 (Hymenoptera-Encyrtidae) (Rossetto et al., 1973). Entomopatógenos: *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, *Paecilomyces* sp. (Moniliales-Moniliaceae). Esse último tem sido mencionado causando dano a ninfas e adultos (Gonzalez et al., 1983).

O *T. limbativentris* poderá ser prejudicial à soca de arroz se remanescer do cultivo principal na forma adulta da segunda geração ou de ninfas da terceira geração (Ferreira et al., 1997) ou por migração de adultos de outras áreas, mas não encontrará condições favoráveis para colonizar a soca a partir de novas ovoposições.

Percevejo-das-panículas

Oebalus poecilus (Dallas, 1851) (Hemiptera-Pantotemidae)

Oebalus ypsilon (De Geer, 1773).

Os ovos são cilíndricos com 0,7 mm de comprimento e 0,5 mm de diâmetro. Quando recém colocados são verde-claros ou verde-amarelados, tornando-se avermelhados no final da incubação. Cada fêmea realiza, em média, nove posturas, totalizando 117 ovos, cujo período de incubação é de nove dias. O período ninfal, em laboratório, dura, em média, 32 dias. Somando-se os períodos médios, obtidos por Amaral (1949) para as fases pré-nupcial (16 dias), pré-ovoposição (11 dias), incubação (nove dias) e ninfal (40 dias), obtém-se 76 dias, que é o tempo gasto pelo inseto para iniciar uma nova geração sob condições semelhantes àquelas dos arrozais.

Os adultos (Figura 8.25) apresentam grande variação em tamanho e coloração, sendo mais comuns as dimensões corporais, comprimento x largura, de 8 x 4 mm nos machos e de 9 x 4 mm nas fêmeas. A longevidade média de adultos acasalados é de 101 dias para machos e 88 dias para fêmeas. Machos e fêmeas virgens duram cem e 114 dias, respectivamente.

Os percevejos reiniciam as atividades na primavera, podendo ser encontrados em várias espécies vegetais (Amaral, 1949; Pugliese, 1955). Migram para o arroz quando surgem os primeiros grãos leitosos e reúnem-se em enxames. A ovoposição é normalmente feita nas folhas, mas, quando a



Fig. 8.25. Percevejo-das-panículas, *Oebalus poecilus*.

população é grande, pode ocorrer também nos colmos e panículas. Durante o dia, os percevejos encontram-se espalhados no arrozal e, no fim do dia, podem reunir-se para ovoposição em grupos de plantas, que representam verdadeiros focos de desova (Pugliese, 1955). As posturas de enxame são constituídas de várias camadas de ovos, com uma estimativa média de 10.000 ovos por folha, totalizando entre 100.000 a 300.000 ovos para uma população de aproximadamente 2.500 a 5.000 fêmeas (Halteren, 1972). As ninfas do primeiro instar não se alimentam e permanecem agrupadas no local da eclosão. Após a primeira ecdise, movimentam-se muito à procura de alimento.

O percevejo afeta a quantidade e a qualidade da produção e tem sido abundante, em alguns anos, em grandes áreas, onde as posturas de enxames são indicativas de que, em tais oportunidades, a sua densidade populacional era

elevada em grande parte da área. Encontra-se distribuído em todas as regiões produtoras de arroz do Brasil e possui vários hospedeiros alternativos. Alimenta-se em qualquer órgão da parte aérea das plantas, mas o principal prejuízo é causado quando se alimenta das panículas. Neste caso, os insetos dividem a atividade alimentar, deixando 29,8% das bainhas de estilete nas ramificações e os 70,2% restantes, nas espiguetas (Oliveira & Kempf, 1989). A natureza e extensão do dano dependem do estágio de desenvolvimento das espiguetas. Adultos e ninfas do terceiro ínstar, em 24 horas de alimentação, podem danificar 2,6 espiguetas leitosas, 1,5 espiguetas em massa e 0,7 espiguetas maduras (Rai, 1974).

Quando o ataque ocorre durante o final do desenvolvimento dos grãos, formam-se áreas escuras na casca e brancas no endosperma, em volta dos pontos perfurados com o rostro. Os grãos ficam estruturalmente enfraquecidos nas regiões danificadas e geralmente quebram durante o beneficiamento. Para a cultivar BR Irga 410, foi estimado que a permanência de um percevejo adulto nas panículas em fase de maturação pode destruir 61,7 espiguetas (Martins et al., 1989). Os percevejos também são vetores de fungos como *Helminthosporium oryzae*, *Curvularia lunata*, *Fusarium* spp. e *Penicillium* sp. (Kennard, 1966).

O número de *O. poecilus* coletados com rede de varredura na soca foi maior que no período de maturação do cultivo principal (Tabela 1). Halteren (1972) verificou, em experimento de arroz no Suriname, que no cultivo principal existia uma proporção de 100 a 300 *O. poecilus* para um *O. ypsilongriseus* e que na soca a proporção era apenas de dois para um.

Em nossas condições, *Oebalus* spp. provavelmente é a principal ameaça ao cultivo da soca, seja pela remanescência de adultos e ninfas do cultivo principal ou por migração e de outras áreas, conforme já constatado em outros países, como a República Dominicana, onde no início do florescimento da soca é feita aplicação de agrotóxico, principalmente de inseticida para controlar *Oebalus* sp. (Cuevas-Pérez, 1988).

Ácaro-da-mancha-branca-longada

Schizotetranychus oryzae (Acariformes: Tetranychidae)

Os adultos têm forma globosa ou periforme, coloração amarelo-esverdeada, com manchas escuras e cerca de 0,8 mm de comprimento (Figura 8.26). Localizam-se principalmente na face dorsal das folhas, onde podem ser encontrados ovos e larvas com três pares de pernas entre fios de teia. A introdução do estilete nas folhas para alimentação provoca lesões características na face superior das folhas. A infestação aumenta com o desenvolvimento das plantas, podendo comprometer a produtividade de grãos em cultivos irrigados, na ausência de chuvas, se não for controlada a tempo.

Amostragens realizadas mostram que as intensidades de infestação de

ácaros são significativamente maiores na soca que no cultivo principal (Tabela 1), por isso, sob condições de baixa pluviosidade, é provável que *S. oryzae* se torne problema para a soca do arroz.

O ácaro da panícula, *Steneotarsonemus spinki*, que provavelmente não



Fig. 8.26. Ácaro-da-mancha-branca-alongada, *Schizotetranychus oryzae*.

existe no Brasil, causa espiguetas vazias e transporta o fungo da podridão da bainha, é mais abundante no segundo cultivo de arroz ou na soca, principalmente quando o uso de inseticidas é intenso (Reissig et al., 1986).

SOCA

Considerando a distribuição espacial e a variação no tempo de permanência dos nossos arrozais no campo, a influência desses fatores nas populações de artrópodes a eles relacionados e incipiente cultivo da soca do arroz em nossas condições, conclui-se, que as informações disponíveis sobre os orizívoros não permitem fazer uma previsão geral da sua importância nas diferentes situações em que a soca poderá ser explorada.

Aparentemente, não há maiores riscos de pragas para a soca do arroz, já que esta surge numa época de concentração dos inimigos naturais, enquanto as principais espécies fitófagas começam a se dirigir para os sítios de repouso.

Concorda-se plenamente com a idéia de que a incidência de insetos-praga na soca não causará maiores preocupações se eles tiverem sido adequadamente manejados no cultivo principal.

Com os dados obtidos e informações da literatura propomos a seguinte ordem decrescente de importância dos grupos de fitófagos para a soca de arroz

irrigado na região tropical como ponto de partida:

Sugadores: *Oebalus* spp., *Hortensia* spp., *Tibraca*, *Rhopalosiphum*, *Schizotetranychus Collaria*;

Brocadores: *Diatraea* e *Ochetina*;

Mastigadores da parte aérea: Marasmia/Cnaphalacrosis, Chaetocnema; as lagartas Spodoptera, Mocis e Pseudaletia, para as quais não se conseguiram informações, devem ficar sob observação, ainda que suas populações no final do cultivo principal possam depender de muitas espécies de inimigos naturais.

Mastigadores da parte subterrânea: considera-se o grupo menos importante para a soca do arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, S. F. do. Biologia e importância econômica do percevejo do arroz no Estado de São Paulo. **O Biológico**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 47-58, mar. 1949.
- BAUCKE, O. Bicheira da raiz do arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 11, n. 121, p. 27, jan. 1957.
- BOTTON, M.; MARTINS, J. F. da S.; LOECK, A. E.; GARCIA, E. N. Aspectos biológicos do percevejo-do-colmo sobre plantas de arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19., 1991, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1991. p. 187-189.
- CAMARGO, L. M. P. C. de A. Gorgulhos-aquáticos do arroz: caracterização e controle. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 44, n. 395, p. 7-14, mar./abr. 1991.
- COSTA, E. C.; LINK, D. Aspectos etológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em lavoura de arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1989. p. 370-378.
- COSTA, E. C.; LINK, D. Eficácia de alguns inseticidas no controle da broca-do-colo, *Elasmopalpus lignosellus*, na cultura do arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19., 1981, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1991. p. 210-211.
- COSTA, E. C.; LINK, D. Avaliação de danos de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera, Pentatomidae) em arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 187-195, 1992.
- CRUZ, C. G. dela; LITSINGER, J. A. Insect pests and their natural enemies in

- ratoon rice. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 195-208.
- CUEVAS-PÉREZ. F. Rice ratooning in the Dominican Republic. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 61-67.
- DE DATTA, S. K.; BERNASOR, P. C. Agronomic principles and practices of rice ratooning. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 163-176.
- ELIAS, R. Pragas do arroz em São Paulo. **Boletim do Campo**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 218, p. 3-17, nov. 1967.
- FERRAZ, M. C. V. D. **Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) Lepidoptera, Noctuidae) em cultura de milho**. 1982. 76 p. Tese (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FERREIRA, E. **Manual de identificação de pragas do arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 1998. 110 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 90).
- FERREIRA, E. Pragas 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. p. 197-261.
- FERREIRA, E.; GUAZZELLI, R. J. **Danos causados aos arrozais por cigarrinhas-das-pastagens**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1982. 4 p. (Embrapa-CNPAP. Comunicado Técnico, 10).
- FERREIRA, E.; MARTINS, J. F. da S. **Insetos prejudiciais ao arroz no Brasil e seu controle**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1984. 67 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 11).
- FERREIRA, M. J. M.; PARRA, J. R. P. Efeito do fotoperíodo no ciclo biológico de *Mocis latipes* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae), em condições de laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 89-95, 1985.
- FERREIRA, E.; BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. da M. de; BARRIGOSI, J. A. F. **Broca-do-colmo nos agroecossistemas de arroz do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 42 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 114).
- FERREIRA, E.; ZIMMERMANN, F. J. P.; SANTOS, A. B. dos; NEVES, B. P. das. **O percevejo-do-colmo na cultura do arroz**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1997. 43 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 75).
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649 p.

GONZALEZ, F. J.; ARREGOCES, P. O.; HERNANDEZ, L. R.; PARADA, T. O. **Insectos y acaros plagas y su control en el cultivo del arroz en America Latina**. Bogotá: Fedearroz, 1983. 60 p.

GRIST, D. H. **Rice**. London: Longman, 1975. 601 p.

GUAGLIUMI, P. **Pragas da cana-de-açúcar**: nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: IAA, 1973. 622 p. IAA. Coleção Canavieira, 10).

GUEDES, J. V. C.; COSTA, E. C. E. Avaliação de dano causado por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), com arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa-CPACT, 1993. p. 227-229.

HALTEREN, P. van. Some aspects of the biology of the paddy bug, *Oebalus paecilus* (Dall.), in Suriman. **Surinaamse Landbouw**, Paramaribo, v. 20, p. 23-33, 1972.

HSIEH, C. Y. The aphids attacking rice plants in Taiwan. II. Studies on the biology of the red rice root aphid *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki) (Aphididae: Homoptera). **Plant Protection Bulletin**, Taiwan, v. 12, n. 2, p. 68-78, 1970.

KENNARD, C. P. Effect of the paddy bug, *Oebalus paecilus*, on rice yield and quality in British Guiana. **FAO Plant Protection Bulletin**, Roma, v. 14, p. 54-57, 1966.

KISHINO, K. Estudo da biologia e controle de *Elasmopalpus lignosellus* Zeller (Lepidoptera, Phycitidae) em Região de Cerrado. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório parcial do Projeto de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil, 1978-1980**. Planaltina, 1981. p. 45-81.

KISHINO, K. **Biologia de pragas do arroz nos cerrados visando controle**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1993. 71 p. (Embrapa. Programa 01 – Recursos naturais: avaliação, manejo e recuperação. Subprojeto 01.088.032-7). Projeto concluído.

KRISHNAMURTHY, K. Rice ratooning as an alternative to double cropping in Tropical Asia. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 3-15.

LEITE, L. G.; CAMARGO, L. M. P. C. A.; BATISTA FILHO, A.; URASHIMA, A. S.; ASAYAMA, T.; LEITE, N.; VILELLA, O.; PRADA, W. L. A. Controle de adultos de gorgulho aquático do arroz pela aplicação da mistura do fungo *Beauveria bassiana* com óleo de soja, em campos irrigados. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 83-94, 1992.

LEITE, L. G.; TAKADA, H. M.; CARDOSO, C. L.; VILELLA, O. V.; BATISTA FILHO, A.; AGUIAR, J. C. Controle do gorgulho aquático do arroz *Oryzophagus oryzae*, pelo fipronil e óleo mineral associado ao fungo *Beauveria bassiana*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p.339-344, ago. 1995.

LIMA, A. D. F. O bicho-do-arroz. **Boletim Fitossanitário**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1/2, p. 49-53, 1951.

LINK, D.; NAIBO, J. G.; PELENTIR, J. P. Alguns locais de hibernação do percevejo-da-haste-do-arroz, na região central do 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 e do potencial produtivo. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1996. v. 2, p. 173. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 62).

MARTINS, J. F. da S. Controle de insetos na cultura do arroz irrigado. In: PESKE, S. T.; NEDEL, J. L.; BARROS, A. C. S. A. (Ed.). **Produção de arroz**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1996. p. 277-304.

MARTINS, J. F. da S. Níveis de infestação de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleóptera Curculionidae) durante o período de desenvolvimento da cultura do arroz. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, n. 12, p. 1493-1497, dez. 1976.

MARTINS, J. F. da S.; FERREIRA, E. Surto de cascudo preto na cultura do arroz em Goiás. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 39, n. 364, p. 10-12, mar./abr. 1986.

MARTINS, J. F. da S.; MAGALHÃES, B. P. Controle biológico de insetos-pragas do arroz no Brasil. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1991. p. 223-224. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 25).

MARTINS, J. F. da S.; RIBEIRO, A. S.; TERRES, A. L. S. Danos causados pelo percevejo-do-grão ao arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1989. p. 396-404.

MARTINS, J. F. da S.; TERRES, A. L. S.; BOTTON, M. Alternativas de controle de bicheira-da-raiz visando a um menor impacto ambiental. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 46, n. 406, p. 12-14, jan./fev. 1993.

MARTINS, J. F. da S.; BOTTON, M.; CARBONARI, J. J.; GALINA, J. C.; CANDIA, V. A. Estratégia de controle de *Oryzophagus oryzae* no sistema

de cultivo de arroz pré-germinado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995. p. 220-222.

MARTINS, J. F. da S.; CUNHA, U. S. da; PRANDO, H. F. Ocorrência de *Ochetina* sp., novo inseto potencialmente prejudicial à cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23, 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 461-463.

MIELITZ, L. R.; SILVA, L. da. Ocorrência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill em adultos de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Col., Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 263-265, 1992.

MIURA, L.; PRANDO, H. F.; PEGORARO, R. A.; BACHA, R. E.; MOREIRA, G. R. P. **Região afetada pelo percevejo-castanho-do-arroz**. Itajaí: EMPASC, 1988. 2 p. Relatório de viagem.

OLIVEIRA, J. V. de. Estudo de níveis de uréia em bicheira-da-raiz do arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 10., 1980, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1980. p. 211-212.

OLIVEIRA, J. V. de. Caracterização e controle dos principais insetos do arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 40, n. 374, p.17-24, 1987. Edição Especial.

OLIVEIRA, J. V. de. Controle químico da bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) em arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 17., 1988, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa-CPACT, 1988. p. 224-227.

OLIVEIRA, J. V. de; DOTTO, G. M. Danos de *Ochetina* sp. na cultura do arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 454-455.

OLIVEIRA, J. V. de; KEMPF, D. Avaliação de danos do arroz irrigado pelo percevejo-do-grão (*Oebalus pocius*, Dallas, 1851). In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1989. p. 405-409.

PACHECO, J. M. **Biologia e ecologia das cigarrinhas graminícolas (Homoptera: Cercopidae)**. Goiânia: [s.n.], 1982. 6 p. Resumo da palestra apresentada na Reunião sobre Cigarrinha-das-pastagens, realizada em Goiânia, GO, em 30 de julho de 1982.

PEQUENO percevejo apavora a fronteira. In: **Anuário Brasileiro do Arroz 2002**.

Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2002. p. 86-89.

PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R.; FERNANDES, H. M. C.; GOMES, D. F. Ocorrência de *Anagrus* sp (Hymenoptera: Mymaridae) parasitando ovos de *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae) em pastagens do Brasil Central. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 411-413, set. 1993.

PRANDO, H. F. **Aspectos bioetológicos e de controle de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) em arroz irrigado, sistema de cultivo pré-germinado.** 1999a. 102 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PRANDO, H. F. Efeito de fipronil sobre a lagarta boiadeira (*Nymphula* sp., Lepidoptera, Pyralidae, Nymphulinae). In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999b. p. 430-431.

PRANDO, H. F.; ROSADO NETO, G. H. Ocorrência de *Ochetina* sp. (Col., Curculionidae), nova praga de arroz irrigado, em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17.; ENCONTRO NACIONAL DE FITOSANITARISTAS, 8., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Entomologia. 1998. p. 27.

PRANDO, H. F.; KALVELAGE, H.; FERREIRA, R. A. Ciclo de vida de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera, Pentatomidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 335-339, set. 1993.

PUGLIESE, A. O percevejo do arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 9, n. 99, p. 3-8, mar. 1955.

RAI, B. K. Losses caused by the paddy bug and "red rice" in Guyana. **FAO Plant Protection Bulletin**, Roma, v. 22, p. 19-23, 1974.

REDAELLI, D. C. **Cultura do arroz.** 2. ed. Porto Alegre: SAAB, 1960. p. 41-47.

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

ROSSETTO, C. J.; SILVEIRA NETO, S.; LINK, D.; VIEIRA, J. G.; AMANTE, E.; SOUZA, D. M. de; BANZATTO, N. V.; OLIVEIRA, A. M. Pragas do arroz no Brasil. In: REUNIÃO DO COMITÊ DE ARROZ PARA AS AMÉRICAS, 2., 1972, Pelotas. **Contribuições técnicas da delegação brasileira.** Pelotas: FAO, 1973. p. 149-238.

SANTOS, A. B. dos; FERREIRA, E.; FAGERIA, N. K.; BARRIGOSI, J. A. F.; FREITAS, V. M. Manejo de nitrogênio em arroz irrigado. 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. 565-568. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SANTOS, A. B. dos; FERREIRA, E.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. da; RAMOS, C. G. Manejo de água no comportamento da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 10, p. 1413-1420, out. 2002b.

SAUER, H. F. G. Notas sobre "*Elasmopalpus lignosellus* Zeller" (Lep., Pyr.), séria praga dos cereais no Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 10, p. 199-206, dez. 1939.

SERENA, S. A.; COSTA, E. C.; LINK, D.; FRANÇA, J. A. S.; GUEDES, J. V. C.; GRUTZMACHER, A. D. Consumo foliar de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19., 1991, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1991. p. 216-218.

SILVA, A. G. d' A. e; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L; GOMES, J.; SILVA, M. do N.; SIMONI, L. de. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores. Parte II.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Departamento de Defesa e Inspeção Agropecuária, 1968. 622 p.

SOUZA, M. E. L.de; ARIGONY, T. H. de A.; GASTAL, H. A. de; GALILEO, M. H. M.; OLIVEIRA, J. V. de. Pragas da lavoura orizícola no Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 35, n. 335, p. 34, maio/jun. 1982.

TIPPINS, H. H. **A review of information on the lesser cornstalk borer *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller).** Athens: University of Georgia, 1982. 65 p.

TORRES, J. H. Cascudos uma nova ameaça. **Boletim Informativo Santanense**, v. 2, n. 14, p. 4, 1987.

TRUJILLO, M. R. **Contribuição ao conhecimento do dano e da biologia de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) praga da cultura do arroz.** 1970. 63 f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TRUJILLO, R. Oruga del estuche: primer informe em América Latina. **Arroz en las Américas**, Cali, v. 12, n. 2, p. 6-7, dic. 1991.

VALICENTE, F. H. Levantamento dos inimigos naturais de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: noctuidae) em diferentes

regiões do Estado de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto alegre, v. 18, n. 1, p. 119-128, 1992.

VIEIRA, V. V. **Suscetibilidade de variedades, intensidade de infestação e avaliação de danos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera-Pyralidae) em arroz irrigado no Rio Grande do Sul.** 1980. 79 f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

WEBER, G. **Desarrollo del manejo integrado de plagas del cultivo de arroz.** Cali: CIAT, 1989. 69 p. (CIAT. Serie 04 SR-04.04)

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas.** Piracicaba: FEALQ, 1993. 139 p.

SISTEMA DE COLHEITA

Alberto Baêta dos Santos e José Geraldo da Silva

RESUMO

Uma grande preocupação que se deve ter para o cultivo da soca de arroz é com a colheita do cultivo principal, pois as condições dos colmos remanescentes por ocasião da colheita afetam o desempenho da soca. Com isso, deve haver um planejamento da colheita do cultivo principal para se obter êxito no cultivo da soca. A área pisoteada pela esteira da colhedora pode corresponder a até 38% da área total cultivada, e as plantas de arroz danificadas podem não se recuperar ou ter seu desenvolvimento retardado, o que impossibilitaria a sua colheita simultaneamente com a produção de grãos das plantas não pisoteadas. Com isso, deve-se evitar o “passeio” desnecessário de colhedoras e graneleiros para não danificar excessivamente os colmos remanescentes. O sistema de colheita influencia substancialmente o comportamento da soca. Dentre as práticas empregadas na colheita do cultivo principal que afetam o comportamento da soca de arroz, destacam-se a época, a altura de corte das plantas e os equipamentos das colhedoras, discutidas neste capítulo, e suas relações com a produtividade e qualidade de grãos da soca de arroz.

INTRODUÇÃO

Práticas culturais que promovem uma rápida e uniforme brotação são especialmente importantes para o êxito no cultivo da soca de arroz. O sistema de colheita influencia substancialmente o comportamento da soca, tanto em sua produtividade como na qualidade do produto colhido devido à ocorrência de doenças. Uma grande preocupação que se deve ter na colheita do cultivo principal é evitar o trânsito desnecessário na lavoura das colhedoras e das demais máquinas transportadoras de grãos, como as graneleiras, para minimizar os danos às plantas de arroz, pois somente a colhedora pode pisotear até 38% da área cultivada.

PRÁTICAS DE COLHEITA

Santos et al. (2002) verificaram que a colheita mecanizada não é empecilho para o cultivo da soca. Dentre as práticas empregadas na colheita do cultivo principal que afetam o comportamento da soca de arroz, destacam-se a época, a altura de corte das plantas e os equipamentos das colhedoras.

Época de colheita

A duração do período de formação e enchimento de grãos oscila entre 30 a 40 dias. Esta diferença decorre, principalmente, da variação da temperatura do ar, havendo pouca influência do ciclo da cultivar. Os grãos passam pelas etapas de grãos leitosos, grãos pastosos e grãos em massa dura até atingirem a maturação fisiológica, na qual o grão está com o máximo acúmulo de matéria seca (Congresso..., 2003). Nesta fase, as sementes estarão praticamente desligadas da planta mãe, considerando-se armazenadas nas condições de campo. Maturação fisiológica é definida como o período no qual cessa a translocação dos fotossintatos. A partir daí, a planta aciona mecanismos para desidratação das sementes. Durante este processo ocorrem transformações morfológicas e fisiológicas nas sementes, como alteração no tamanho, modificação no teor de água, acúmulo de matéria seca e modificações na germinação e no vigor. Teoricamente, o arroz poderia ser colhido nesta fase, desde que fossem dadas condições para secagem imediata, uma vez que a umidade dos grãos ainda é elevada, na faixa de 30%.

Para cereais e leguminosas, a maturação fisiológica está relacionada ao estágio de desenvolvimento completo dos grãos. Normalmente, espera-se que a umidade do grão caia para 22% para se iniciar a colheita mecanizada e, assim, evitar perdas na produtividade. Se a cultura é colhida antes desta fase, a produtividade será reduzida, devido às menores massas de grãos. A colheita antecipada, ou seja, com grãos ainda imaturos e com alto teor de umidade, tem como consequência uma grande porcentagem de grãos com endosperma gessado, redução do rendimento no beneficiamento e maiores problemas na limpeza e perda na trilha, além de diminuir bastante o valor comercial do produto. Por outro lado, se a colheita ocorrer muito após esta fase, a produtividade pode ser reduzida devido à quebra de grãos ou à grande porcentagem de grãos que caem durante a operação de colheita.

Dependendo das condições climáticas, as sementes de arroz absorvem e perdem água para o ambiente. As sucessivas expansões e contrações ocasionam deterioração das sementes, e altas temperaturas do ar causam danos como trincamento, que ocorre em função da perda rápida de água pela superfície das sementes, enquanto o movimento de água é muito lento do interior para a superfície. O secamento excessivo acarreta rachaduras nos grãos, resultando em diminuição da porcentagem de grãos inteiros no beneficiamento. Além disso, o atraso na colheita favorece o acamamento, sendo outra fonte de perda, e expõe a cultura ao ataque de pragas, principalmente gorgulhos, *Sitophilus oryzae*, que se introduzem junto com o arroz no armazém.

Colheitas em momentos impróprios podem afetar o enchimento do grão e, conseqüentemente, a sua qualidade. A qualidade do arroz beneficiado é reduzida quando o grão é colhido muito seco. Berrio & Cuevas-Perez (1989) avaliaram o

desempenho de 16 cultivares de arroz no beneficiamento em colheitas realizadas na maturação fisiológica, os grãos com 20 a 25% de umidade, uma e duas semanas após. Verificaram que os rendimentos industriais totais de grãos das cultivares reduziram-se em 3% com o atraso na colheita de duas semanas. Jongkaewwattana et al. (1993) relataram que a umidade ótima dos grãos na colheita para se obter o máximo rendimento industrial do arroz depende da dose de N aplicada e da cultivar, e varia de 22 a 27%. Na maturação fisiológica, a maioria dos colmos está verde e isto é importante para obter êxito na soca. Santos et al. (1999) relataram que a soca de cultivares de arroz depende do estágio em que o cultivo principal é colhido. Atraso na colheita reduz a duração do ciclo da soca. Colheita tardia afeta o crescimento e a produtividade de grãos da soca, principalmente de cultivares de ciclo médio devido às condições climáticas desfavoráveis.

O estágio de maturação do cultivo principal por ocasião da colheita afeta o comportamento da soca de cultivares de arroz (Votong, 1975). As melhores épocas de colheita do cultivo principal para a obtenção de um bom cultivo da soca são quando os seus colmos estão ainda esverdeados (Saran & Prasad, 1952; Parago, 1963, citado por Chauhan et al., 1985), antes de o cultivo completar a fase de maturação (Saran & Prasad, 1952; Balasubramanian et al., 1970) ou na maturação completa quando as gemas da soca iniciaram a brotação (Szokolay, 1956).

Atraso na colheita do cultivo principal de 44 para 56 dias após o florescimento reduziu a duração do ciclo da soca (Votong, 1975). A produtividade, a altura e a porcentagem de perfilhamento da soca declinaram quando houve atraso no corte de 10 para 20 dias após a emissão das panículas (Ichii & Kuwada, 1981). Contudo, as características da soca melhoraram ligeiramente nos cortes efetuados 30 e 40 dias após a emissão das panículas.

Em outros estudos, as colheitas efetuadas aos 30, 35, 40 e 45 dias após o florescimento do cultivo principal não afetaram significativamente a produtividade de grãos da soca (Reddy et al., 1979; Reddy & Mahadevappa, 1988).

Com o intuito de avaliar as relações entre a capacidade produtiva da soca de 21 cultivares de arroz e a resistência ao acamamento, Ichii & Hada (1983) efetuaram cortes em cinco diferentes estágios de desenvolvimento, ou seja, na emissão das panículas e aos 10, 20, 30 e 40 dias após. Verificaram que houve interações negativas e significativas entre o índice de acamamento durante o desenvolvimento dos grãos e a porcentagem de perfilhamento e a altura da soca. Os autores sugerem que as características da soca podem ser usadas como indicadoras da resistência das cultivares ao acamamento.

A ocorrência de baixas temperaturas, abaixo de 18 °C, prolonga a duração do cultivo principal. Por isso, qualquer atraso na semeadura atrasará a colheita do cultivo principal e também afetará a produtividade da soca (Krishnamurthy,

1988).

Xiong et al. (1991), estudando os efeitos das diferentes épocas de colheita, 22, 25, 28, 31 e 34 dias após a emissão das panículas do cultivo principal, verificaram que o corte realizado aos 34 dias, quando as gemas axilares começam a brotação, resultou em maiores produtividades de grãos em ambos os cultivos, principal e soca. O incremento na produtividade da soca foi atribuído ao maior número de panículas produtivas.

Na avaliação dos efeitos das épocas de colheitas, 24, 31, 38 e 45 dias após o florescimento do cultivo principal e das alturas de corte, 0, 15, 30 e 45 cm no comportamento da soca dos genótipos de arroz irrigado CNA 3771, de ciclo médio, e Javaé, de ciclo curto, Santos et al. (1999) verificaram que épocas tardias de colheita influenciaram mais a produtividade de grãos da 'Javaé' que a da CNA 3771. Isto evidencia a necessidade de se realizar a colheita do cultivo principal da cultivar precoce o mais cedo possível para se obter maior produtividade de grãos na soca. Quanto ao genótipo de ciclo médio, exceto nos cortes efetuados no nível do solo, apenas na época mais tardia de colheita se observou redução substancial da produtividade de grãos.

Altura de corte

A altura de corte das plantas determina o número de gemas úteis para a brotação (Chauhan et al., 1985) e a origem dos perfilhos da soca (Vergara et al., 1988). Diferentes alturas de corte afetam significativamente a produtividade de grãos, massa de grãos, número de panículas por área e o ciclo da soca (Samson, 1980). Os efeitos da altura de corte sobre o vigor da soca são variáveis, dependendo da cultivar usada. Algumas cultivares apresentam maior brotação nos nós superiores, outras nos nós da base, não sendo afetadas pela altura de corte. Os efeitos da altura de corte do cultivo principal sobre o comportamento da soca têm sido extensivamente estudados, variando de 0 a 50 cm do nível do solo. Menor altura de corte das plantas do cultivo principal alongam o ciclo da soca e, aliada a época tardia de colheita, pode propiciar o seu crescimento em condições climáticas menos favoráveis, afetando a produtividade, especialmente de genótipos de ciclo médio. A maioria dos estudos mostra que as maiores respostas foram obtidas com alturas de corte de 20 a 30 cm.

Entre as características da planta da soca grandemente afetadas pela altura de corte, citam-se a produtividade de grãos, o perfilhamento e a duração do ciclo (De Datta & Bernasor, 1988). Contudo, a resposta da produtividade de grãos da soca à altura de corte tem sido inconsistente. Evatt (1958) menciona que o desenvolvimento de novos perfilhos após o corte está diretamente relacionado com as condições ambientais e o manejo da cultura, sendo a altura de corte de importância secundária, visto que a brotação é originária de gemas localizadas junto à base de colmo, rente à superfície do solo.

Em poucos trabalhos não se obtiveram efeitos significativos da altura de corte do cultivo principal sobre a produtividade de grãos da soca. Balasubramanian et al. (1970) não encontraram diferenças na produtividade de grãos nas alturas de cortes de 10, 20 e 30 cm. Reddy et al. (1979) e Reddy & Mahadevappa (1988) também não obtiveram diferenças na produtividade da soca, quando o cultivo principal foi cortado a 8, 13 e 18 cm do nível do solo. As alturas da resteva de 20 e 30 cm de cultivares de ciclo curto não tiveram efeitos sobre a produtividade da soca e o número de perfilhos produtivos (Balasubramanian & Ali, 1990).

Em condições de lavoura, os colmos cortados muito rente ao solo podem permanecer submersos por longo período, especialmente nas áreas com nivelamento imperfeito, o que causa o seu apodrecimento, impossibilitando o perfilhamento (Santos & Gadini, 1986; Santos, 1987; Andrade et al. 1987). A operação de colheita manual é facilitada quando o corte é realizado mais alto.

Vários estudos mostraram que cortes rentes ou próximos ao nível do solo tiveram significativamente maiores produtividades de grãos em comparação às maiores alturas (Parago, 1963, citado por Chauhan et al., 1985; Prashar, 1970a, 1970b; Charoendham, 1975). Nas Filipinas corte ao nível do solo foi indicado para evitar o crescimento de perfilhos improdutivos (Parago, 1963, citado por Chauhan et al., 1985).

Estudos preliminares de Prashar (1970a, 1970b), na Etiópia, mostraram que a altura de corte do cultivo principal afetou o período de maturação e a produtividade de grãos na soca. Esta foi significativamente maior quando o cultivo principal foi cortado ao nível do solo do que a 4, 8 e 12 cm de altura, mas o período de maturação foi menor com cortes mais altos. Chauhan et al. (1985) relatam que, quanto maior a altura de corte, mais perfilhos são produzidos nos nós mais altos, os quais formam-se rapidamente, acelerando o crescimento e a maturação. O aumento da altura de corte de 2 para 12 cm fez decrescer a produtividade de grãos, mas não afetou a produção de matéria seca total (Charoendham, 1975). Essa redução foi mais pronunciada quando o cultivo principal recebeu maiores doses de nitrogênio.

Por outro lado, a maioria dos trabalhos demonstrou que a produtividade de grãos da soca aumentou com maiores alturas de corte (Saran & Prasad, 1952; Evatt & Beachell, 1960; Cheaney & Neira, 1972; Bahar & De Datta, 1977; Ramos & Dittrich, 1981; Andrade et al., 1987). Na Índia, a linhagem CH 10 produziu melhor quando cortada a 35 cm do que ao nível do solo, a 15 cm ou na panícula, correspondendo a 50% da produtividade do cultivo principal (Saran & Prasad, 1952). Estudando, no CIAT, os efeitos das alturas de corte, Cheaney & Neira (1972) verificaram maiores produtividades de grãos quando a planta de arroz foi cortada a 15 cm do que a 1 cm, e a colheita da soca foi antecipada em seis dias no corte mais alto. Bahar & De Datta (1977) e Ramos & Dittrich (1981)

obtiveram melhores produtividades de grãos na soca em cortes a 15 e 20 cm que ao nível do solo ou a 5 cm. Entretanto, Bahar & De Datta (1977) obtiveram produtividades similares na soca em cortes efetuados ao nível do solo e a 15 cm de altura, quando as parcelas foram drenadas durante a colheita do cultivo principal e irrigadas 12 dias após a colheita. No estudo de Ramos & Dittrich (1981), a resposta da soca da cultivar EMPASC 102, semeada em setembro, à altura de corte foi quadrática, sendo a produtividade máxima de grãos estimada com o corte realizado a 17 cm do nível do solo. Estes autores recomendaram de 15 a 20 cm a altura ótima de corte do cultivo principal. Quddus (1981) e Samson (1980) também fizeram recomendações semelhantes. Zandstra & Sampson (1979) concluíram que, com baixas alturas de corte, menor que 0,5 cm, o desenvolvimento das plantas seria mais uniforme e a produtividade de grãos maior na soca se o manejo de água for controlado.

Palchamy & Soundrapandian (1988) citam que vários trabalhos desenvolvidos na Índia, para avaliar a influência da altura de corte no comportamento da soca de oito cultivares, mostraram que, em média, maiores produtividades de grãos foram obtidas com corte a 20 cm, em comparação aos efetuados desde rente à superfície do solo até 30 cm de altura, em intervalos de 5 e 10 cm.

Com as cultivares IR 841 e P 899, as maiores respostas obtidas por Andrade et al. (1987) foram com as alturas de corte de 20 a 30 cm. Resultado similar foi obtido por Jones (1993) quando comparou as alturas de 10 até 50 cm do solo, com intervalados de 10 cm. Amorim Neto et al. (1986) e Andrade et al. (1988), avaliando o potencial da soca de dez genótipos de arroz, na Estação Experimental de Campos, no Estado do Rio de Janeiro, constataram que o corte a 10 cm mostrou-se prejudicial à brotação e que os melhores resultados ocorreram quando as plantas foram cortadas a 30 cm de altura, com rendimento médio de 30% do cultivo principal. Os autores verificaram que a altura de corte não influenciou a altura de plantas e a qualidade industrial dos grãos. Observaram, também, que na soca houve queda no rendimento de grãos inteiros no beneficiamento, mas maior porcentagem de grãos translúcidos que no cultivo principal. Por sua vez, Sun et al. (1988) e Zhang (1991) mencionam que a altura de corte adequada situa-se entre 30 e 40 cm. Na China, a cultivar Zhe-8619 foi submetida às alturas de corte de 15, 25, 30 e 40 cm para avaliação do seu potencial na soca (Jin et al., 1991). As produtividades de grãos foram de 3,9, 4,1, 4,3 e 4,0 t.ha⁻¹, respectivamente, e o ciclo foi reduzido com o aumento da altura de corte. Quando a altura de corte do cultivo principal variou de 23 para 43 cm, a soca formou mais panículas, a maturação foi mais cedo, teve a maior porcentagem de grãos e maior produtividade, cujo aumento foi de 48% (Sun et al., 1988). As melhores respostas da produtividade de grãos na soca com aumento da altura de corte são atribuídas à potencialidade de brotação nos nós superiores.

Menores alturas de corte do cultivo principal aumentam o ciclo da soca, podendo fazer com que o seu desenvolvimento seja afetado pela ocorrência

de baixas temperaturas desfavoráveis. Alturas de corte de 15 cm ou mais resultam em maiores produtividades, quando o cultivo principal foi colhida na época adequada (Santos et al., 1999).

A grande maioria dos trabalhos têm mostrado que cortes mais altos reduzem o ciclo da soca, exceto o estudo de Bahar & De Datta (1977), no qual a maior altura de corte aumentou a duração do ciclo. Além da produtividade de grãos, diferentes alturas de corte causam diferenças significativas na massa de grãos, no número de panículas m⁻², na duração do ciclo da soca e falha na brotação (Samson, 1980).

Operação de colheita

Para o cultivo da soca, além da atenção especial para a época de colheita e para a altura de corte das plantas, deve-se executar bem a colheita do cultivo principal, empregando adequadamente as colhedoras e as demais máquinas transportadoras de grãos, como as graneleiras. A operação de colheita do cultivo principal influencia substancialmente o comportamento da soca em relação à produtividade e à qualidade dos grãos. Uchoa & Brandão (1991) mencionam que o sistema de colheita manual utilizado na Região Nordeste beneficia o cultivo da soca, uma vez que na colheita mecanizada o pisoteio das esteiras da colhedora danifica bastante as plantas de arroz.

Normalmente, as lavouras de arroz são cortadas a uma altura de 45 a 60 cm. Cortes menores que a altura necessária para remover os grãos do cultivo principal podem não apresentar vantagens, pois a colhedora recolhe mais palha, causando atraso na colheita. Ceifar ou roçar a resteva após a colheita propicia maturação mais uniforme e, em alguns casos, pode melhorar a qualidade industrial do grão (Bollich & Turner, 1988). Entretanto, esta prática prolonga o ciclo da soca, podendo resultar em uma época desfavorável de crescimento e, conseqüentemente, perda na produtividade. Ao avaliar os efeitos de vários manejos da palhada, como resteva roçada a 10 cm de altura, resteva acamada com pranchão de alisamento do solo e resteva mantida intacta, Schiocchet (2001) obteve produtividade e qualidade industrial de grãos do cultivo principal e da soca similares.

avaliando os efeitos de manejos da palhada: passada de rolo compactador, passada de roçadora e sem manejo, e de equipamentos de colheita: com picador de palha, com espalhador de palha e sem picador e sem espalhador de palha, Santos & Prabhu (2001) verificaram interação entre os tratamentos sobre a produção de matéria seca total e a produtividade de grãos (Tabela 9.1). O uso da roçadora apresentou a menor produção de matéria seca e produtividade que a passada de rolo compactador e o tratamento sem manejo da palhada. Isto mostra que os manejos da palhada não tiveram o efeito que se esperava, ou seja, retardar o crescimento das plantas, favorecendo a brotação das plantas da

área pisoteada pela esteira da colhedora, que pode corresponder a até 38% da área, uniformizando a maturação, possibilitando a colheita de toda área cultivada. Efetuando-se a drenagem com antecedência à colheita e reiniciando a irrigação da soca após a brotação, aproximadamente nove dias após o corte das plantas (Santos et al. 2001), é possível que os danos causados pelas esteiras aos colmos

Tabela 9.1. Efeitos da interação equipamento de colheita e manejo da palhada sobre a produção de matéria seca total e a produtividade da soca de arroz irrigado¹.

Equipamento de colheita	Manejo da palhada			Manejo da palhada		
	Rolo compactador	Roçadora	Sem manejo	Rolo compactador	Roçadora	Sem manejo
	Matéria seca total (g m ⁻²)			Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		
Picador de palha	548 aA	336 aB	609 aA	1.915 aA	984 aB	2.109 aA
Espalhador de palha	407 bB	385 aB	502 bA	1.717 abA	907 aB	1.717 bA
Sem picador e espalhador	409 bAB	378 aB	477 bA	1.576 bA	900 aB	1.468 cA

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, ou pela mesma letra maiúscula, na horizontal, não diferem, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Fonte: Adaptada de Santos & Prabhu (2001).

remanescentes sejam menores e, com isso, possibilitaria a colheita de toda área. Quanto aos equipamentos de colheita, os autores obtiveram maior produtividade de grãos com o picador de palha, cerca de 35 sacas de 60 kg por hectare, que, por sua vez, foi superior ao espalhador de palha, e este ao sem picador e espalhador de palha.

No mesmo estudo, os autores verificaram que os equipamentos de colheita afetaram o rendimento de grãos inteiros da soca (Tabela 9.2). A colheita realizada com picador de palha (Figura 9.1) propiciou, significativamente, maior rendimento de grãos inteiros que o tratamento sem picador e espalhador de palha, e estes não diferiram da colheita com espalhador de palha. As colhedoras sem picador provocam a formação de leiras de palha sobre os colmos remanescentes do cultivo principal (Figura 9.2), o que dificulta o crescimento dos perfilhos e favorece a ocorrência de doenças na soca. Ademais, os manejos da palhada influenciaram a ocorrência de doenças nos grãos e a qualidade do produto colhido (Tabela 9.3). As plantas que foram submetidas aos manejos rolo compactador e roçadora

Tabela 9.2. Efeitos de equipamentos de colheita sobre o rendimento de grãos inteiros da soca de arroz irrigado¹.

Equipamentos de colheita	Rendimento de grãos inteiros (%)
Picador de palha	55,8 a
Espalhador de palha	52,3 ab
Sem picador e espalhador	51,9 b

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Fonte: Adaptada de Santos & Prabhu (2001).



Fig. 9.1. Soca de arroz irrigado onde a colheita do cultivo principal foi realizada com colhedora equipada com picador de palha.



Fig. 9.2. Soca de arroz irrigado onde a colheita do cultivo principal foi realizada com colhedora sem picador de palha.

Tabela 9.3. Efeitos de manejos da palhada sobre algumas características dos grãos da soca de arroz irrigado¹.

Manejos da palhada	Grãos manchados (%)	Rendimento de grãos inteiros (%)	Rendimento Industrial de grãos (%)
Rolo compactador	24,2 a	54,7 a	68,6 a
Roçadora	24,8 a	50,7 b	66,8 b
Sem manejo	20,4 b	53,5 a	68,2 a

Fonte: Adaptada de Santos & Prabhu (2001).

apresentaram maior porcentagem de grãos manchados. Menores rendimentos de grãos inteiros e industrial total de grãos foram obtidos no tratamento em que a roçadora foi empregada. Enquanto isso, Schiocchet (2001) verificou que a época de semeadura do cultivo principal e o tratamento da resteva não alteraram substancialmente o rendimento industrial de grãos da soca.

O sistema de colheita influencia substancialmente o comportamento da soca, tanto no que se refere a produtividade como à qualidade do produto colhido, devido à ocorrência de doenças, sendo fundamental utilizar colhedora equipada com picador de palha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM NETO, S.; OLIVEIRA, A. B. de; ANDRADE, W. E. de B.; FERNANDES, G. M. B. **Efeito da altura de corte na colheita do arroz sobre o rendimento da soca**. Campos: PESAGRO-RIO, 1986. 5 p. (PESAGRO-RIO. Pesquisa em Andamento, 41).

ANDRADE, W. E. de B.; AMORIM NETO, S.; OLIVEIRA, A. B. de; FERNANDES, G. M. B. Utilization of rice ratooning by farmers in Rio de Janeiro State, Brazil. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 55-60.

ANDRADE, W. E. de; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G. M. B.; PEREIRA, R. P.; RIVERO, P. R. Y.; SILVA, V. R. da. Rendimento da soca em função da altura de corte na colheita do arroz. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa-DDT, 1987. p.115. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 19).

BAHAR, F. A.; DE DATTA, S. K. Prospects of increasing tropical rice production through ratooning. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 4, p. 536-540, July/Aug. 1977.

BALASUBRAMANIAN, R.; ALI, A. M. Effect on variety, nitrogen, and stubble height on ratoon rice yield. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 15, n. 6, p. 7, Dec. 1990.

BALASUBRAMANIAN, B.; MORACHAN, Y. B.; KALIAPPA, R. Studies on ratooning in rice. I. Growth attributes and yield. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v. 57, n. 11, p. 565-570, 1970.

BERRIO, L. E.; CUEVAS-PEREZ, F. E. Cultivar differences in milling yields under delayed harvesting of rice. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 6, p. 1510-1512, Nov./Dec. 1989.

BOLLICH, C. N.; TURNER, F. T. Commercial ratoon rice production in Texas, USA. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 257-263.

CHAROENDHAM, P. **Effect of nitrogen level and cutting height on the ratoon yield of RD1 and RD5 rice**. 1975. 100 f. Thesis (Mestrado) - Faculty of Agriculture, University of Sydney, Sydney.

- CHAUHAN, J. S.; VERGARA, B. S.; LOPEZ, F. S. S. **Rice ratooning**. Los Baños: IRRI, 1985. 19 p. (IRRI Research Paper Series, 102).
- CHEANEY, R. L.; NEIRA, P. S. Plantio na soca da variedade CICA 4. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 25, n. 268, p. 51-52, jul./ago. 1972.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Balneário Camboriú: EPAGRI, 2003. 126 p.
- DE DATTA, S. K.; BERNASOR, P. C. Agronomic principles and practices of rice ratooning. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 163-176.
- EVATT, N. S. Stubble rice productions tests. **The Rice Journal**, New Orleans, v. 61, n. 6, p. 18-19, 1958.
- EVATT, N. S.; BEACHELL, H. M. Ratoon cropping of short season rice varieties in Texas. **International Rice Commission Newsletter**, Roma, v. 9, n. 3, p. 1-4, 1960.
- ICHII, M.; HADA, K. Application of ratoon to a test of agronomic characters in rice breeding. II. The relation between ratoon ability and lodging resistance. **Japanese Journal Breeding**, Tokyo, v. 33, n. 3, p. 251-258, 1983.
- ICHII, M.; KUWADA, H. Application of ratoon to a test of agronomic characters in rice breeding. I. Variation in ratoon ability and its relation to agronomic characters of mother plant. **Japanese Journal Breeding**, Tokyo, v. 31, n. 3, p. 273-278, 1981.
- JIN, Q.; QIU, B.; LU, R. Zhe 8619, a promising rice with high yields and high ratooning ability in China. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 16, n. 6, p. 15, Dec. 1991.
- JONES, D. B. Rice ratoon response to main crop harvest cutting height. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 6, p. 1139-1142, Nov./Dec. 1993.
- JONGKAEWWATTANA, S.; GENG, S.; BRANDON, D. M.; HILL, J. E. Effect of nitrogen and harvest grain moisture on head rice yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 6, p.1143-1146, Nov./Dec. 1993.
- KRISHNAMURTHY, K. Rice ratooning as an alternative to double cropping in tropical Asia. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 3-15.
- PALCHAMY, A.; SOUNDRAPANDIAN, G. Status of and potential for rice ratoon cropping in Tamil Nadu. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 111-117.
- PRASHAR, C. R. K. Paddy ratoons. **World Crops**, London, v. 22, n. 3, p.

145-147, 1970a.

PRASHAR, C. R. K. Some factors governing rice ratoon yield. **Plant and Soil**, The Hague, v. 32, n. 2, p. 540-541, Apr. 1970b.

QUDDUS, M. A. **Effect of several growth regulators, shading and cultural management practices on rice ratooning**. 1981. 100 f. Thesis (Mestrado) – University of the Philippines, Los Baños.

RAMOS, M. G.; DITTRICH, R. C. Efeito da altura de corte na colheita do arroz sobre o rendimento do cultivo da soca. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 11., 1981, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UEPAE de Pelotas, 1981. p. 137-140.

REDDY, T. G.; MAHADEVAPPA, M. Rice ratoon crop management in the hilly region of Karnataka. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 87-95.

REDDY, T. G.; MAHADEVAPPA, M.; KULKARNI, N. R. Rice ratoon crop management in hilly regions of Karnataka, India. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 4, n. 6, p. 22-23, 1979.

SAMSON, B. T. **Rice ratooning**: effects of varietal type and same cultural management practices. 1980. 116 f. Thesis (Mestrado) - University of the Philippines, Los Baños.

SANTOS, A. B. dos. **Fatores que afetam a produtividade da soca de arroz irrigado**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Agricultura, 1987. 35 p.

SANTOS, A. B. dos; GADINI, F. Exploração da soca de arroz irrigado. **Agricultura Irrigada**, Brasília, DF, v. 5, n. 49, p. 3-4, abr. 1986.

SANTOS, A. B. dos; PRABHU, A. S. Sistema de colheita e fungicida na produtividade e na qualidade de grãos da soca de 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. 266-268.

SANTOS A. B. dos; FERREIRA, E.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. da; FREITAS, V. M. de. Reposta da cultura principal e da soca de arroz irrigado ao manejo de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001.p. 269-270.

SANTOS, A. B. dos; ZIMMERMANN, F. J. P.; SANTOS, C.; RAMOS, C. G.

Influência de época de colheita e de altura de corte no aproveitamento da soca 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. 280-281.

SANTOS, A. L. C. dos; BARROS, L. C. G.; LIMA, A. P. de. Cultivo da soca de arroz irrigado: uma alternativa para aumento da rentabilidade da rizicultura do Baixo São Francisco. 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. 331-332. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SARAN, A. B.; PRASAD, M. Ratooning in paddy. **Current Science**, Bangalore, v. 21, n. 8, p. 223-224, 1952.

SCHIOCCHET, M. A. Efeito da época de semeadura na produção de grãos da soca do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 172-174.

SUN, X.; ZHANG, J.; LIANG, Y. Ratooning with rice hybrids. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 155-161.

SZOKOLAY, G. Ratooning of rice in the Swaziland irrigation scheme. **World Crops**, London, v. 8, n. 2, p. 71-73, 1956.

UCHOA, B. F.; BRANDÃO, R. C. **Estudo preliminar da soca em genótipos de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) nas condições do submédio São Francisco**. Recife: IPA, 1991. 3 p. (IPA. Comunicado Técnico, 42).

VERGARA, B. S.; LOPEZ, F. S. S.; CHAUHAN, J. S. Morphology and physiology of ratoon rice. In: IRRI. **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p. 31-40.

VOTONG, V. **The effect of time of drainage and time of rewatering on the yield of ratoon rice**. 1975. 98 f. Thesis (Mestrado) – Faculty of Agriculture, University of Sydney, Sydney.

XIONG, H.; FANG, W.; TAN, Z. B. Effects of number of axillary buds and main crop cutting time on ratoon crop yield. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 16, n. 1, p. 19, Feb. 1991.

ZANDSTRA, H. G.; SAMPSON, B. T. Rice ratoon management. In: RICE RESEARCH CONFERENCE, 1979, Los Baños. **Proceedings...** Los Baños: IRRI, 1979. 8 p.

ZHANG, J. G. Hybrid rice ratoon exploited in Sichuan, China. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 16, n. 5, p. 27-28, Oct. 1991.

VIABILIDADE ECONÔMICA

Osmira Fátima da Silva e Alberto Baêta dos Santos

RESUMO

As plantas de arroz produzem novos perfilhos após a colheita. Esta brotação, denominada soca, possibilita o segundo cultivo de arroz. O cultivo da soca tem se mostrado como uma das alternativas viáveis para aumentar a produtividade de grãos na região tropical. Mais recentemente esta prática de cultivo tem sido usada em várzeas tropicais, especificamente na Fazenda Xavante, onde vem despertando grande interesse em decorrência da obtenção de relação benefício/custo mais favorável. Resultados de pesquisa mostram que, com o uso de tecnologia, é possível obter produtividades de grãos mais expressivas, o que tem estimulado o uso desta prática em áreas extensivas. O sistema de produção do cultivo principal e da soca de arroz irrigado em várzeas tropicais proporciona ao produtor um retorno financeiro acumulado de 79%, ou seja, 6% superior ao lucro inicial obtido com o cultivo principal, considerando-se apenas os custos variáveis. Essa lucratividade adicional, proveniente do cultivo da soca, praticamente, possibilita cobrir os custos investidos com o preparo do solo do cultivo principal. O cultivo da soca de arroz irrigado constitui uma alternativa de aumento de produção de arroz a baixo custo e proporciona maior retorno do capital empregado, em menor tempo.

INTRODUÇÃO

O arroz constitui-se num dos componentes da dieta básica da população brasileira, assumindo uma importância relevante nas ações sociais e governamentais de incentivo a seu cultivo, que visam a assegurar os níveis de oferta e de consumo.

No Brasil, nos últimos anos, tem-se verificado redução significativa da área plantada com a cultura do arroz, aumento da produtividade e melhoria da qualidade de grãos. A área colhida de arroz que, em 1992, foi de 4,7 milhões de hectares, passou para 3,2 milhões de hectares em 2002, ou seja, em dez anos houve uma redução de cerca de 32% (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 1992, 2002). Isso se deve, em parte, às diferenças competitivas regionais dos custos de produção do arroz, as quais exercem pressão sobre a adoção de sistemas de plantio por parte dos produtores.

O atual interesse dos produtores na adoção da prática da soca decorre da maior capacidade produtiva das cultivares nos dois cultivos, principal

e soca, do desenvolvimento de práticas culturais que possibilitam às cultivares expressarem seu potencial produtivo e da elevação do custo de produção do arroz, consequência dos aumentos dos preços dos insumos, como fertilizantes, sementes, defensivos e energia elétrica, entre outros, em comparação ao valor da produção agrícola. Com isso, o cultivo da soca de arroz irrigado em várzeas tropicais constitui uma das estratégias de incremento da produtividade, estabilização da produção e aumento da lucratividade dos orizicultores.

No Brasil, os primeiros estudos sobre o cultivo da soca de arroz foram desenvolvidos no início da década de 60 (Orsi & Godoy, 1963, 1967) em Piracicaba, SP, onde foi evidenciado que as cultivares precoces mostraram-se mais produtivas, possibilitando um segundo corte econômico.

Na Região Sul, especificamente no Estado de Santa Catarina, visando a aumentar a rentabilidade das áreas sistematizadas nas regiões do baixo e médio vale do Itajaí e do litoral norte por meio de sistemas de cultivo intensivos, Ramos (1982) obteve produtividade na soca da ordem de 50% daquela obtida no cultivo principal. O autor afirma que o cultivo da soca é um sistema de produção viável economicamente, sendo superado por um novo cultivo, se a produtividade for maior que 7 a 8 t ha⁻¹, tendo o cultivo da soca apresentado uma taxa de retorno de 195%.

No Nordeste, estudos sobre o cultivo da soca de arroz irrigado mostraram ser uma prática rentável e de fácil execução pelos orizicultores da região do submédio e baixo São Francisco, em Belém do São Francisco, PE, (Uchoa & Brandão, 1991) e em Neópolis, SE, (Santos et al., 2002) devido ao ciclo curto, baixo consumo de água, reduzidos trabalhos de campo, qualidade de grãos e à produtividade média de grãos que corresponde a duas ou mais vezes à obtida no sistema de cultivo de terras altas, naquela região. O desempenho do cultivo da soca de arroz irrigado foi avaliado por Santos et al. (2002) na região do baixo São Francisco, no Perímetro Irrigado do Betume, em Neópolis, SE. Os autores verificaram que a renda líquida do produtor dobrou com o cultivo da soca; a rentabilidade bruta passou de 1,51 no cultivo principal para 3,07 na soca. Diante dos resultados obtidos, os autores enfatizaram que o sistema intensivo de cultivo de arroz irrigado, principal e soca, é uma das alternativas de aumento da produção, sem acrescer a área de cultivo, e proporciona o retorno do capital empregado em menor tempo.

A importância do cultivo da soca como uma alternativa para aumentar a produção sem acrescer a área de cultivo e com menor custo de produção deve ser enfatizada. Assim, a sua grande vantagem está na possibilidade da obtenção de uma segunda colheita a partir do corte dos colmos da primeira safra, a um custo reduzido, em comparação ao do cultivo principal.

A análise econômica baseou-se nas produtividades médias obtidas no cultivo principal e na soca em área extensiva no sistema de produção

do arroz irrigado empregado na Fazenda Xavante, no município de Dueré, no Estado do Tocantins, considerando-se os custos variáveis, as receitas e as relações de benefício/custo, conforme planilha eletrônica utilizada para cálculos na Embrapa Arroz e Feijão, com os preços atualizados no mês de abril de 2003.

CUSTO DE PRODUÇÃO DO CULTIVO PRINCIPAL

No Estado de Tocantins, o custo de produção de arroz é alto devido à intensificação de cultivo e ao uso elevado de insumos. A estimativa de custo de produção do cultivo principal de arroz irrigado está em torno de 46,24 sacas de 60 kg ha⁻¹, incluindo insumos, operações com máquinas, mão-de-obra, secagem. Os gastos com defensivos, incluindo fungicidas,

Tabela 10.1. Balanço econômico do sistema de produção do cultivo principal e da soca de arroz irrigado, na Fazenda Xavante, no município de Dueré, no Estado do Tocantins, em 2003.

Indicadores	Sistema de produção arroz irrigado				Total do Sistema (R\$ ha ⁻¹)
	Cultivo principal (R\$ ha ⁻¹)	Participação % ¹⁾	Soca (R\$ ha ⁻¹)	Adicional % ²⁾	
I Custo Variável					
1 Insumos:	914,00	63,76	138,20	15,12	1.052,20
Sementes	135,00	9,42	-	-	135,00
Fertilizantes/corretivo	436,00	30,41	86,00	19,72	522,00
Defensivos	267,00	18,63	25,60	9,59	292,60
Energia elétrica (irrigação)	76,00	5,30	26,60	35,00	102,60
2 Operações com máquinas:	409,40	28,56	128,80	31,46	538,20
Preparo do solo	96,00	6,70	-	-	96,00
Plantio	38,40	2,68	-	-	38,40
Tratos culturais:	66,20	4,62	31,60	47,73	97,80
Via trator	10,20	0,71	3,60	35,29	13,80
Via avião	56,00	3,91	28,00	50,00	84,00
Colheita	208,80	14,57	97,20	46,55	306,00
3 Trabalhos (Serviços)	52,50	3,68	15,90	28,57	67,50
4 Pós-colheita (secagem)	57,60	4,02	14,40	25,00	72,00
Custo Variável Total	1.433,50	100,00	296,40	20,68	1.729,90
II Resultado econômico					
1 Produtividade (kg ha ⁻¹)	4.800		1.200		6.000
2 Ponto de equilíbrio (kg ha ⁻¹)	2.775		574		3.349
3 Receita Bruta (R\$ ha ⁻¹)	2.480,00		620,00		3.100,00
4 Receita Líquida (R\$ ha ⁻¹)	1.046,50		323,60		1.370,10
5 Relação benefício/custo³⁾	1,73		2,09		1,79

¹⁾ Participação percentual do componente em relação ao custo total de produção do cultivo principal.

²⁾ Adicional percentual do componente da soca em relação ao custo do componente do cultivo principal.

³⁾ Base nos preços de fatores e preço da cultivar BRS Formoso de arroz irrigado, em saca de 60 quilogramas, recebida a R\$ 31,00 pelos produtores no Tocantins, em 1/4/2003.

inseticidas e herbicidas, constituem 18,63% do custo total de produção. Os fungicidas utilizados especificamente para controle da brusone consistem em tratamento de sementes com fungicida pyroquilon e uma aplicação com tricyclazole. Duas aplicações preventivas, uma com manzate e outra com difeneconazole, são feitas visando ao controle de outras doenças. Na formação do custo de produção do cultivo principal do arroz irrigado foram considerados os custos variáveis, conforme a Tabela 10.1.

Foi considerado o preparo convencional do solo feito com grade aradora e niveladora e a manutenção da estrutura básica com os reparos das taipas. O custo da irrigação por inundação foi baseado no bombeamento de água, utilizando motores elétricos.

Na adubação de base, por ocasião da semeadura, foram utilizados 350 kg ha⁻¹ do formulado 4-30-16. A adubação nitrogenada foi feita em cobertura, em duas aplicações, totalizando 150 kg ha⁻¹ de uréia, empregando-se distribuidor tracionado por trator.

O controle de plantas daninhas foi realizado com herbicidas pré-emergentes e, nos tratamentos fitossanitários, utilizaram-se inseticidas e fungicidas para o controle das principais pragas e doenças, em aplicações via aérea.

A produtividade de grãos foi de 4.800 kg ha⁻¹, com um custo variável total de R\$ 1.433,50 ha⁻¹ ou seja, 46,24 sacas de 60 kg ha⁻¹. Dos componentes do custo de produção, os insumos foram os que mais oneraram o custo final com uma participação de 63,76%, seguidos pelas operações com máquinas, 28,56%, pós-colheita, 4,02% e serviços, 3,66%. Dentre os insumos básicos que mais oneraram o custo da produção, os fertilizantes representaram 30,41%, seguidos pelos defensivos, 18,63%, sementes, 9,42% e energia elétrica, 5,30%.

O ponto de equilíbrio do sistema de produção do cultivo principal do arroz irrigado foi de 2.775 kg ha⁻¹, ou seja, com esta produtividade o produtor cobre todos os custos variáveis da produção.

O sistema de produção do cultivo principal do arroz irrigado mostrou-se viável economicamente, obtendo-se uma relação de benefício/custo de 1,73, ou seja, 73% de lucratividade. As receitas bruta e líquida obtidas pelo produtor foram de R\$ 2.480,00 ha⁻¹ e R\$1.046,50 ha⁻¹, respectivamente.

CUSTO DE PRODUÇÃO DO CULTIVO DA SOCA

A soca de arroz irrigado tem sido cultivada na Fazenda Xavante em área de aproximadamente 1.000 ha. Para isto, efetua-se a drenagem da área de 8 a 10 dias antes da colheita do cultivo principal com os grãos

apresentando cerca de 20 a 22% de umidade, utilizando-se colhedoras equipadas com picador de palha, cortando-se as plantas ao redor de 25 a 30 cm de altura do nível do solo. A adubação nitrogenada em cobertura é feita imediatamente após a colheita e, em seguida, por volta de cinco a oito dias após o corte das plantas, é reiniciada a irrigação. Nestas condições, o ciclo da soca é muito curto, de 50 a 55 dias após a colheita do cultivo principal.

Para a produção de arroz irrigado na soca, o produtor investe, adicionalmente ao que foi gasto com o sistema de produção do cultivo principal, 15,12% para a aquisição de insumos, com destaque para o fertilizante nitrogenado; 31,46% com as operações de máquinas, destacando-se a colheita e a aplicação do fertilizante, com o emprego de distribuidor tracionado por trator, componente que mais onerou o custo final; 28,57% com mão-de-obra e 25,00% para as despesas para secagem dos grãos. O custo total do cultivo da soca de arroz irrigado é estimado em 9,56 sacas de 60 kg ha⁻¹.

A produtividade e o custo de produção da soca foram de 1.200 kg ha⁻¹ e de R\$ 296,40 ha⁻¹, os quais representaram, respectivamente, 25% e 20,68% do cultivo principal. O ponto de equilíbrio do cultivo da soca de arroz irrigado foi de 574 kg ha⁻¹, ou seja, com esta produtividade o produtor cobre todos os custos variáveis da produção.

O balanço econômico evidenciou que as receitas bruta e líquida obtidas pelo produtor com o cultivo da soca foram de R\$ 620,00 ha⁻¹ e R\$ 323,60 ha⁻¹, respectivamente. A soca foi viável economicamente, pois apresentou uma relação de benefício/custo de 2,09, proporcionando uma lucratividade de 109%.

A utilização de defensivos no cultivo da soca de arroz irrigado representa um investimento adicional de 9,59% do que foi gasto com o cultivo principal, o que, em condições favoráveis de manejo, pode ser desnecessário. Isso faz com que o sistema de cultivo de soca em várzeas tropicais seja considerado de baixo impacto ambiental e propicie ao produtor ganho econômico considerável em razão da resposta da planta.

O sistema de produção do cultivo principal e da soca de arroz irrigado em várzeas tropicais possibilita ao produtor um retorno financeiro acumulado de 79%, ou seja, 6% superior ao lucro inicial obtido com o cultivo principal. Essa lucratividade adicional, obtida em função do cultivo da soca, praticamente, possibilita cobrir os custos investidos com o preparo do solo do cultivo principal. Com isso, é uma alternativa de aumento de produção de arroz a baixo custo e proporciona maior retorno do capital empregado, em menor tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 4, n. 12, dez.1992; v. 14, n. 12, dez. 2002.

ORSI, E. W. de L.; GODOY, O. P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 223-224, set. 1963. Ref. I-29. Edição de resumos da XV Reunião Anual da SBPC, Campinas, SP, jul. 1963.

ORSI, E. W. de L.; GODOY, O. P. Arroz: ensaio fatorial variedade x espaçamento x densidade. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 24, p. 45-55, 1967.

RAMOS, M. Cultivo intensivo de arroz irrigado em algumas regiões de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 6, p. 883-888, jun. 1982.

SANTOS, A. L. C. dos; BARROS, L. C. G.; LIMA, A. P. de. Cultivo da soca de arroz irrigado: uma alternativa para aumento da rentabilidade da rizicultura do Baixo São Francisco. 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. 331-332. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

UCHOA, B. F.; BRANDÃO, R. C. **Estudo preliminar da soca em genótipos de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) nas condições do submédio São Francisco**. Recife: IPA, 1991. 3 p. (IPA. Comunicado Técnico, 42).

Embrapa

Arroz e Feijão

CGPE 4733

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



ISBN 85-7437-023-1

