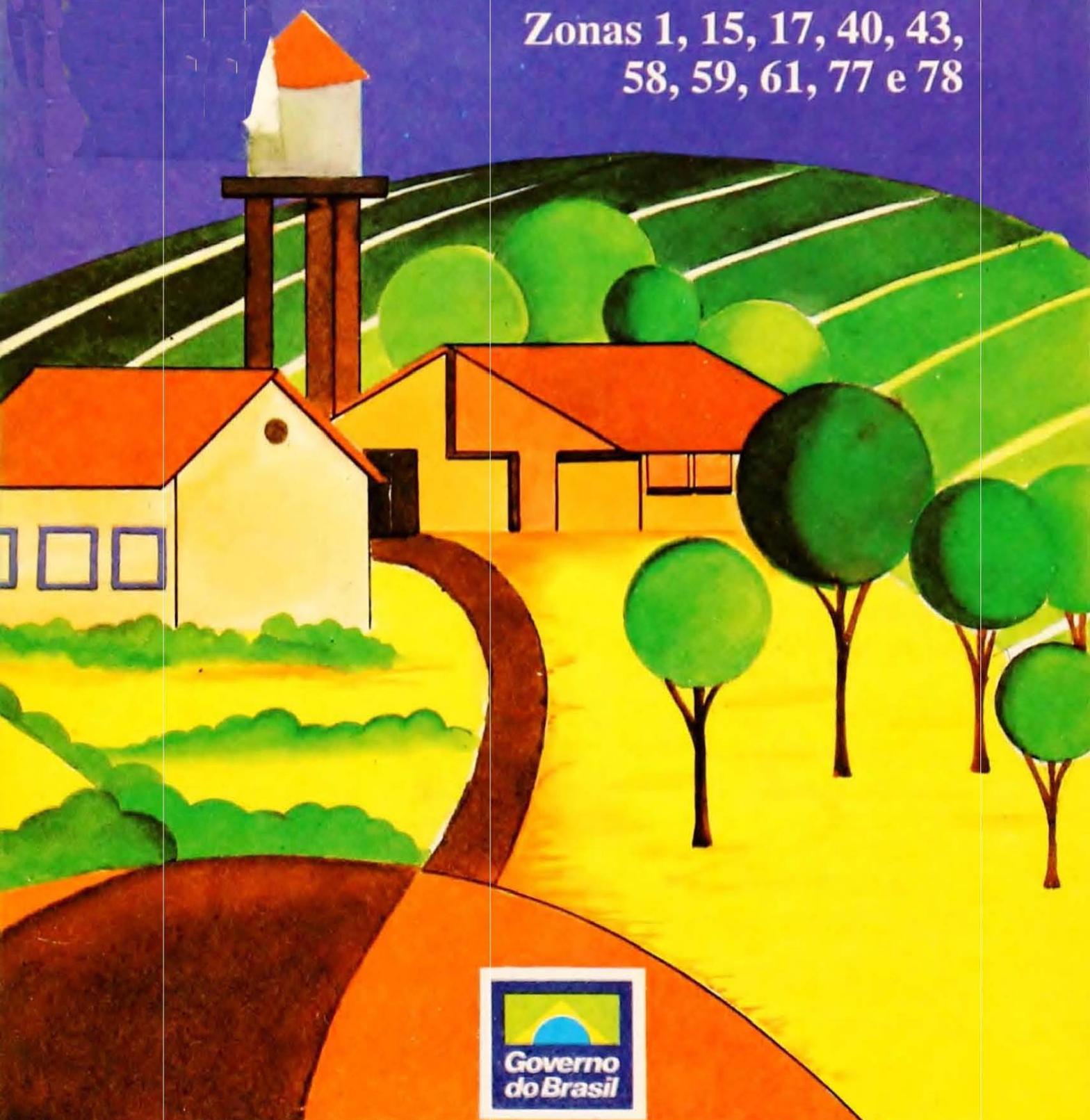


Comendações Técnicas para Arroz Irrigado Centro-oeste, Norte e Nordeste

Zonas 1, 15, 17, 40, 43,
58, 59, 61, 77 e 78



Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária

Vice-Presidente da República, no exercício do cargo de Presidente da República:
Itamar Franco

Ministro da Agricultura:
Lázaro Barboza

Presidente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária:
Murilo Xavier Flores

Diretores:
Eduardo Paulo de Moraes Sarmiento
Ivan Sergio Freire de Sousa
Manoel Malheiros Tourinho

Coordenação Geral:
Secretaria de Administração Estratégica - SEA

Coordenação Técnica:
Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF

Apoio:
Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento - DPD
Secretaria de Assistência Técnica e Extensão Rural - SER
Cooptec/Banco Mundial/PNUD - Projeto BRA/91/014

Coordenação Editorial:
Serviço de Produção de Informação - SPI/EMBRAPA

Recomendações Técnicas para Arroz Irrigado no Centro-oeste, Norte e Nordeste

Zonas 1, 15, 17, 40, 43, 58, 59, 61, 77 e 78

Ministério da Agricultura,
do Abastecimento e da Reforma Agrária



EMBRAPA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Serviço de Produção de Informação - SPI

Brasília, novembro de 1992

1. INTRODUÇÃO

Este documento é resultado do esforço conjunto dos pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, dos Sistemas Estaduais de Pesquisa e Extensão, bem como dos diferentes segmentos relacionados à cultura envolvendo cooperativas, produtores e assistência técnica privada.

Numa etapa inicial e a partir do Zoneamento Macroagroecológico realizado pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos, foram selecionadas regiões brasileiras homogêneas, com destacada participação na produção da cultura de arroz no país, de acordo com os registros do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A partir de conhecimentos da cultura extraídos de relatórios do Programa Nacional de Pesquisa e de documentos publicados pelo Sistema Cooperativo, foram caracterizadas as formas predominantes de condução da cultura nessas regiões. Tal conhecimento foi referenciado e complementado por consulta a pesquisadores do Sistema Estadual de Pesquisa, em reunião realizada no CNPAF no período de 8 a 12 de março de 1991. Esses dados foram complementados com a elaboração de planilhas de custo, em cuja elaboração houve também participação do sistema EMATER.

Numa segunda etapa de condução do trabalho, foram realizadas reuniões coordenadas pelo Sistema Estadual de Pesquisa ou de Extensão Rural, envolvendo os vários segmentos da cultura, para ratificar os dados coletados na primeira etapa.

2. ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS RECOMENDAÇÕES

Nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste o sistema de cultivo de arroz irrigado compreende as zonas macroagroecológicas 001, 015, 017, 040, 043, 058, 059, 061, 077 e 078. Segundo os dados registrados pelo IBGE nos anos de 1986 a 1989, este sistema cobre uma área total de 102.509 ha, sendo, aproximadamente, a metade desta área nos estados do Nordeste. Grande parte da área cultivada com arroz irrigado nessas zonas macroagroecológicas acha-se no estado do Tocantins. A maior área cultivada com arroz irrigado nestas regiões (51.838 ha) utiliza o sistema de plantio mecanizado com semeadura em solo seco. Os demais sistemas utilizados são o semimecanizado com semeadura em solo seco com 28.149 ha e o transplântio manual com apenas 4.414 ha, sendo este concentrado nos estados de Alagoas, Sergipe, Ceará e Piauí.

Com clima propício ao cultivo do arroz, permitindo duas safras por ano, topografia plana, solo de boa fertilidade, água em abundância e proximidade dos grandes centros urbanos do Norte e Nordeste, o Vale do Araguaia, no estado do Tocantins, constitui-se, nos dias de hoje, em uma das regiões mais promissoras para a expansão da orizicultura nacional.

No Nordeste, a vegetação é caracterizada por formações litorâneas, constituídas de espécies presentes em mangues, restingas e dunas, além de caatinga hiperxerófila, normalmente aberta, de porte arbustivo, manifestada na zona tipicamente semi-árida. Na bacia do Rio Araguaia, nos estados de Mato Grosso, Goiás e Tocantins, a vegetação é descrita como floresta tropical higrófica da várzea e campo cerrado.

Os solos predominantes no Centro-Oeste e no estado do Tocantins, região Norte, são plintossolos distróficos e solos gley distróficos. Nos perímetros irrigados do Nordeste os solos ocorrem sem domínio definido, havendo podzólicos vermelho-amarelos eutrófi-

cos, brunos não-cálcicos, solos litólicos, planossolos, latossolos vermelho-amarelos, areias quartzosas e vertissolos.

Na região do Baixo São Francisco os solos mais encontrados nas áreas baixas ou de várzeas são denominados hidromórficos, devido a que a presença do lençol freático próximo da superfície em grande parte do ano influencia suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Dentre os solos hidromórficos distinguem-se os chamados hidromórficos gleyzados ou gley húmicos ou gley pouco-húmicos. Os solos componentes deste grupo se diferenciam principalmente pelo conteúdo de matéria orgânica, percentagem de argila e saturação de bases. Os solos hidromórficos apresentam em geral textura muito argilosa, constituída por argila do tipo 2:1, com saturação de bases de média a alta. Possuem consistência dura ou extremamente dura quando secos, o que se evidencia por intenso fendilhamento superficial, firme a muito firme quando úmidos e muito plásticos e muito pegajosos quando molhados. São solos moderadamente ácidos, pH em torno de 5,3 - 5,8 com soma de bases normalmente elevadas, acima de 9 meq/100 g, nos horizontes superficiais, predominando o Ca^{2+} trocável. A capacidade de troca de cátions (T) varia entre 27 e 60 meq/100 g, sendo que o Al^{3+} trocável pode chegar até 17 meq/100 g de solo. Os teores de P "disponível" são, em geral, baixos, menor do que 5 ppm. A matéria orgânica do horizonte superficial varia em torno de 2,5 - 5%, o N total em torno de 0,10 - 0,20% e a relação C/N em torno de 10 a 12. A salinidade e a condutividade hidráulica (0,05 cm/h) são baixas, o que possibilita o cultivo de arroz desde que sejam adicionados fertilizantes e corretivos necessários à correção da acidez do solo.

No perímetro irrigado de Cotinguiba, também na região do Baixo São Francisco, existe uma pequena área de 90 ha, com solos halomórficos, que apresentam características de ligeira salinidade na superfície e alcalinidade a 70 cm de profundidade.

Na Baixada Ocidental Maranhense, que participa com 5,8% do arroz produzido no Maranhão, há predominância do grupo de solos que engloba laterita hidromórfica, gley pouco-úmico, solos fluviais, concrecionários e areias quartzosas, perfazendo um valor

correspondente a 90% da área total de 17.733 km². O grupo Solonchak, solos indiscriminados de mangues e Solonetz Solodizados ocupam o restante com 10%.

No Nordeste o clima se caracteriza como sendo subdesértico quente, com estação seca variando de 7 a 11 meses.

Na Baixada Ocidental Maranhense a região define-se por apresentar uma homogeneidade topográfica, cujas altitudes variam de 0 a 80 metros, com predominância de cotas inferiores a 40 metros. Pela classificação climática de Koppen, o clima da região é do tipo Aw, clima tropical que possui uma temperatura média do ar sempre superior a 18°C. A temperatura média anual da região é de 26,4 °C. O regime pluvial apresenta duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca. O período chuvoso é de janeiro a junho e o período seco de julho a dezembro. A média anual de precipitação pluvial é de 1.773 mm.

A região do Baixo São Francisco situa-se na altura do paralelo 10 latitude sul, entre os meridianos 36 e 38 de longitude, ao oeste do meridiano de Greenwich, com uma altitude que varia de 15 a 30 m acima do nível do mar. A classificação climática, segundo Koppen, é AS, tropical chuvoso com verão seco. As maiores precipitações ocorrem durante o mês de maio, estendendo-se o período chuvoso até julho, com uma precipitação anual de 900 a 1.200 mm. O período seco ocorre de setembro a fevereiro quando a precipitação média mensal é inferior a 30 mm. A temperatura média anual varia de 22 a 28°C. Durante os meses mais quentes do período seco a temperatura varia de 24 a 28°C e no período chuvoso de 20 a 22°C, com mínima absoluta atingindo 10°C. A evaporação média anual oscila entre 1.000 e 1.200 mm e a evapotranspiração de 1.400 a 2.000 mm. A umidade relativa é de 76% e a insolação de 2.700 h/ano.

No estado do Tocantins as principais áreas cultivadas com arroz irrigado localizam-se nos municípios do Formoso do Araguaia, Cristalândia e Pium, as quais apresentam uma altitude em torno de 200 m, predominando o relevo plano com inclinação menor que 0,05%.

3. CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO DE ARROZ

Na Tabela 1 acham-se a área, produção, produtividade e sistema de cultivo de arroz irrigado, por zona e por estado, das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

No período de 1986/90, cerca de 419.000 toneladas de arroz foram obtidas nessas regiões, abrangendo uma área de 102.509 ha, com uma produtividade de 4.092 kg/ha. O sistema de cultivo predominante é o mecanizado com semeadura em solo seco, que contribuiu com 67% da produção, seguido do semimecanizado com semeadura em solo seco (30%). O sistema de cultivo com menor participação é o transplântio, com cerca de 3% da produção, sendo empregado basicamente na região do Baixo São Francisco e em pequenas áreas nos estados do Piauí, Ceará, Alagoas e Sergipe.

No Nordeste, nos perímetros irrigados da CODEVASF, predominam áreas de 4,0 ha por irrigante. Além disso, são cultivados na região, pelo sistema de vazante e de irrigação privada, cerca de 3.000 ha, por aproximadamente 200 produtores. Nos perímetros irrigados de Morada Nova, CE, e de São Gonçalo, PB, o arroz irrigado é cultivado em áreas médias de 4,5 ha por pequenos agricultores, os quais se encontram agregados em forma de cooperativas. No município de Iguatu, CE, a área média é de 2,5 ha, não havendo agregação dos pequenos produtores, dos quais cerca de 80% são arrendatários e apenas 20 são proprietários da terra.

Na Baixada Ocidental Maranhense o tipo de exploração varia em função do tamanho da propriedade e do acesso ao crédito. De modo geral, observa-se que o sistema é conduzido por pequenos produtores, em áreas de assentamento e agregados em associações, com bom acesso ao acervo de tecnologias. Há também grandes produtores com capacidade empresarial, devido a rápida expansão da cultura na região, nos últimos anos.

No Tocantins, o sistema de cultivo de arroz irrigado compreende aproximadamente 12% da área cultivada naquele estado. É

conduzido por produtores com capacidade empresarial ou que se encontram agregados em forma de cooperativas, com interesse e conhecimento para a adoção de tecnologias mais avançadas, bem como equipamentos adequados para execução de práticas culturais recomendadas.

3.1. Sistemas de cultivo de arroz irrigado

3.1.1. Mecanizado - Semeadura em solo seco.

Sistema atual

Representa o sistema mais empregado nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e no estado do Tocantins, na região Norte. Sua produtividade varia de 3.100 kg/ha em alguns locais no Piauí, a 5.200 kg/ha, no Ceará.

Caracteriza-se principalmente por ser conduzido mecanicamente, desde o preparo do solo até a colheita. A taxa de utilização de sementes fiscalizadas é baixa, porém a taxa de utilização das variedades recomendadas é alta. O tratamento de sementes não é uma prática comum nessas regiões, com exceção do estado do Tocantins.

A sistematização do terreno consiste no preparo da área para receber e conservar a água de irrigação. Esta prática está intimamente relacionada com as características da área e, quando bem executada, proporciona uma distribuição uniforme de água nas quadras, boa drenagem superficial, manutenção da fertilidade e uso racional da água. Portanto, a sistematização consiste na limpeza da área, serviço topográfico, construção dos canais de irrigação e drenagem, nivelamento da área e confecção de taipas. Há produtores que adotam o sistema de curva de nível, onde a locação e confecção das taipas são efetuadas após a semeadura.

O preparo do solo é realizado com solo seco, normalmente por meio de grade aradora, sendo necessárias duas gradagens. Poucos produtores efetuam o preparo com arado de discos. Posteriormente, é feita uma a três gradagens com grade niveladora, dependendo do tipo de solo. No Nordeste, devido a existência de duas épocas climáticas

bem definidas, ou seja, um verão quente e seco, compreendendo os meses de setembro a fevereiro, e um inverno chuvoso e com menor radiação solar, compreendendo os meses de março a agosto, dois sistemas de preparo de solo são usados. No verão, o preparo é realizado com solo seco, entretanto, no inverno, isto não é possível devido a ocorrência de chuvas frequentes neste período, sendo efetuado o preparo do solo alagado. Onde há produção de duas safras por ano é freqüente o uso de enxada rotativa, a fim de uma melhor incorporação dos restos da cultura anterior. A época de semeadura se dá no início do período seco, naquelas áreas em que se tem apenas um cultivo de arroz por ano.

Nas regiões Centro-Oeste e Norte, a semeadura é feita em outubro/novembro.

A semeadura e a adubação são feitas simultaneamente por meio de semeadora-adubadoras, quando se emprega a semeadura em linha com semente seca. Neste caso, gastam-se de 100 a 120 kg de sementes por ha. As sementes são colocadas a uma profundidade de até 5 cm, em linhas espaçadas de 20 cm. Em áreas que empregam a semeadura a lanço, esta é feita com distribuidor de calcário, procedendo-se a seguir a incorporação das sementes através da última gradagem. O consumo de sementes é em torno de 150 kg/ha.

É bastante variável a quantidade de fertilizante aplicada por ocasião da semeadura, bem como a fórmula utilizada. Estas variam de 150 kg/ha do formulado 5-30-15, como na Baixada Ocidental Maranhense, por exemplo, a 250 kg/ha de 4-20-20 mais 10 kg de sulfato de zinco, no Projeto Rio Formoso, no Tocantins. Para os que adotam o método de plantio a lanço, o adubo é colocado antes da penúltima gradagem, utilizando-se o distribuidor convencional de calcário. Em cobertura, são empregados de 50 a 70 kg/ha de uréia, numa única aplicação. Poucos produtores empregam sulfato de amônio. Em algumas regiões a época da adubação nitrogenada em cobertura é função da aplicação do herbicida pós-emergente, o que se dá 5 dias após a aplicação deste.

Após a semeadura, efetua-se um banho na lavoura, a fim de favorecer a germinação das sementes e, em seguida, as quadras são

drenadas. Após 20 dias da emergência das plântulas, é usual a aplicação de herbicida em pós-emergência. De modo geral, são empregados produtos à base de propanil, isoladamente, ou mistura com 2,4-D. Em pequena escala, o controle é feito com herbicida, pré-emergente.

A aplicação de inseticida é eventual e depende da ocorrência e dos níveis de danos causados pelas pragas. Quando o ataque das pragas ocorre na fase inicial de desenvolvimento das plantas, pulga-do-arroz, por exemplo, o controle geralmente é feito por inseticidas piretróides, enquanto que se o dano ocorre em fases mais adiantadas do ciclo da cultura, o combate é feito à base de inseticidas fosforados sistêmicos, para broca e percevejo-do-colmo, ou com inseticida carbamato, no caso de lagartas.

Na região do Nordeste, a ocorrência de doenças nas cultivares recomendadas é baixa, não sendo, portanto, comum o emprego de fungicidas. No entanto, no Estado do Tocantins, nos últimos anos, o uso de fungicidas tem sido necessário em virtude da ocorrência de brusone, tanto na fase inicial de desenvolvimento das plantas, devido ao manejo inadequado da água de irrigação, como na fase de enchimento de grãos. No referido estado, a aplicação de herbicidas, inseticidas e adubos em cobertura é geralmente feita com avião agrícola. No Projeto Formoso as taipas são permanentes e o início da irrigação se dá por volta dos 40 dias da emergência das plântulas, em função do nível de água nos reservatórios. Entretanto, com a maioria das lavouras, as taipas são reconstruídas em curvas de nível a cada plantio, através do uso de entaipadeiras, que efetuam também a semeadura sobre as taipas. A irrigação comumente usada é por gravidade.

As operações de colheita e trilha são feitas mecanicamente por colhedoras próprias ou alugadas. Para a secagem dos grãos são utilizados secadores de diferentes capacidades.

É imenso o potencial que possui o sistema de cultivo de arroz irrigado mecanizado-semeadura em solo seco no estado do Tocantins e nas regiões Centro-Oeste e Nordeste. Entretanto, a expansão da cultura nestas regiões tem sido prejudicada devido aos seguintes

aspectos: a área de baixada situada na bacia hidrográfica dos grandes rios não tem recebido o estímulo necessário ao crescimento do sistema irrigado; estrutura fundiária extremamente concentrada no Nordeste, além de formas precárias de posse da terra da maior parte dos produtores rurais; indisponibilidade de máquinas agrícolas, armazéns e silos, e de tecnologia apropriada; uso de cultivares tradicionais suscetíveis às pragas e doenças e o baixo nível sócio-econômico da maioria dos pequenos agricultores nordestinos; oferta irregular e elevado custo dos insumos e alto custo de utilização de máquinas para a sistematização da área; acesso e/ou falta de flexibilidade no crédito rural.

3.1.2. Semimecanizado-Semeadura em solo seco e transplante

Estes sistemas são praticados nos perímetros irrigados do Nordeste por pequenos produtores que cultivam áreas ao redor de 2 a 5 ha, e que às vezes se organizam em campos comunitários ou em associação de cooperativas.

Nos estados de Alagoas e Sergipe é empregado o sistema de cultivo de vazante, que consiste no aproveitamento das áreas inundadas temporariamente pelo Rio São Francisco e seus afluentes. Antes das cheias, que se iniciam normalmente em novembro ou dezembro, realiza-se o preparo do solo. Após a inundação, em meados de abril, inicia-se o transplante, cujas sementeiras são feitas nas partes mais altas, e a medida que as águas vão baixando as mudas vão sendo transplantadas na lavoura. Assim, o transplante é feito quantas vezes forem necessárias, sempre buscando as áreas mais férteis. Nessa época, iniciam-se as precipitações que mantêm umidade suficiente no solo para o desenvolvimento das plantas. Nestas condições, a produtividade é de 2.500 kg/ha, enquanto que nos projetos da CO-DEVASF, que utiliza o sistema semimecanizado, semeadura em solo seco, é de 4.000 kg/ha, e no irrigante individual já se atingiu 9.000 kg/ha.

Os rendimentos de grãos de outros estados que utilizam o sistema de cultivo irrigado semimecanizado são: 5.600 kg/ha no Ceará, 4.500 kg/ha no Maranhão e na Paraíba.

Em virtude da limitação ao crédito agrícola e insumos, os produtores não investem em suas lavouras.

Este sistema difere do mecanizado basicamente na fertilização, na semente utilizada e no sistema de colheita e trilha. Os produtores não empregam fertilizante por ocasião da semeadura, pois aproveitam a fertilidade natural do solo, utilizam sementes próprias, colhem manualmente suas lavouras e a trilha é feita com trilhadoras estacionárias, cujo custo pode atingir até 25% da produção. A secagem é feita em terreiros cimentados ou asfalto. É normal a aplicação de herbicidas em pós-emergência, entretanto, além do controle químico, fazem ainda duas catações de plantas daninhas. Poucos produtores usam herbicida em pré-emergência. Por serem áreas pequenas, há um melhor manejo da cultura. A aplicação de inseticidas é eventual e depende da ocorrência e do nível de dano causado pelas pragas. A aplicação de herbicidas e inseticidas é feita através de pulverizador costal manual ou motorizado costal. No Ceará, em cerca de 30% da área, a irrigação é feita através de bombeamento, e o restante por gravidade, conforme praticado nos estados do Maranhão, Piauí e Paraíba.

Além das restrições tecnológicas, a instabilidade fundiária e a falta de uma política agrícola que estimule os agricultores, já mencionadas anteriormente no sistema mecanizado, a comercialização constitui também mais um entrave à expansão deste sistema de cultivo. Devido aos agricultores não se encontrarem agregados em cooperativas, a comercialização é feita individualmente, fazendo com que os produtores fiquem à mercê dos intermediários, que são os donos de engenhos, os quais pagam preços baixos pelo produto, principalmente na época da safra.

4. ÁREA E INFRA-ESTRUTURA

4.1. Seleção da área

Na seleção da área destinada à cultura do arroz irrigado deve-se considerar a quantidade de água disponível para a irrigação, a declividade e a textura do solo. Se a área cultivada for superior à capacidade de irrigação do manancial, ocorrerão prejuízos, pois parte da lavoura não será irrigada.

Com relação à topografia, é aconselhável uma declividade entre 0,1 e 1%, pois abaixo desse limite a drenagem torna-se difícil e, acima, os tabuleiros ficam muito estreitos, prejudicando os tratamentos culturais. Porém, quando as condições são favoráveis à cultura do arroz, podem ser utilizados terrenos com 2 a 3% de declive médio, dando uma diferença de nível maior entre as taipas e sujeitando-se a ter menor área entre elas.

A textura do solo é importante para a cultura do arroz irrigado, pois da sua adaptabilidade ou não resultam êxitos ou fracassos.

Os terrenos extremamente argilosos ou extremamente arenosos são impróprios a esta cultura, que neles não encontra os meios básicos para crescimento e produção.

Os primeiros (os barrentos), quando secos, são tenazes, duros, sem penetração de água e ar, e ficam rachados (gretados). As raízes, em tal situação, não crescem como deveriam e, quando molhados, são muito frios e ligentos.

Os solos acentuadamente arenosos apresentam propriedades antagônicas aos primeiros: quando secos são muito quentes e, se molhados, são friáveis.

Apontadas as desvantagens dos dois extremos (argilosos e arenosos) devemos escolher as terras franco-argilosas ou argilo-siltosas, que possuem propriedades físicas ideais para o perfeito desenvolvimento do arroz.

Os solos representados pelas duas classes acima são perfeitamente adequados à cultura do arroz, porque:

- a) retêm a água normalmente;

- b) são dotados de boas propriedades físicas, até o limite de crescimento do sistema radicular;
- c) são facilmente roteáveis, desde que não estejam molhados em demasia, pois isto impediria o movimento perfeito das máquinas agrícolas: arados, grades, semeadoras, cultivadores, etc.;
- d) o crescimento das raízes dá-se com normalidade;
- e) são dotados de boa aeração;
- f) são possuidores da permeabilidade adequada.

4.2. Infra-estrutura de irrigação

A prática recomendável para projetar uma lavoura de arroz irrigado consiste inicialmente em efetuar o levantamento planialtimétrico para o projeto.

Se a inclinação do terreno for superior a 0,2%, o mapa deve apresentar as curvas de nível de metro em metro. Caso contrário, as curvas de nível devem ser de 0,50 m de desnível. Este mapa dá condições para projetar os três sistemas que constituem a estrutura básica da lavoura: sistema de irrigação, drenagem e viário.

4.2.1. Sistema de irrigação

Tem por finalidade levar água de irrigação a todos os pontos de cotas mais elevadas da lavoura. É constituído por um conjunto de canais interligados, tendo origem na fonte de água que pode ser um rio, lagoa ou açude.

A água pode ser conduzida ao canal principal através da força de gravidade quando a fonte d'água se encontra numa cota superior às da área que será irrigada; caso contrário, deverá ser recalçada.

Se o ponto de recalque d'água for diretamente de um rio, é aconselhável que a instalação da bomba/motor seja feita através de

um canal adutor, a fim de evitar a montagem do conjunto na baranca do rio, geralmente sujeita à erosão.

No Brasil Central, especialmente em Goiás e Mato Grosso, devido a alta evaporação, a dotação hídrica é de 4 litros/hectare/segundo.

Os indicativos das necessidades de água de irrigação para a cultura do arroz no submédio São Francisco são expostos nas tabelas a seguir, para dois períodos: 1 de dezembro a 30 de abril (Tabela 2) e 1 de janeiro a 30 de maio (Tabela 3).

Os canais para irrigação geralmente são construídos sobre o solo, com taludes de terra solta ou de torrões. Os canais de encosta, em geral, são cavados e a terra jogada à margem direita ou esquerda do canal.

Quando seguem direto da fonte d'água até o ponto mais alto da lavoura, os canais são denominados principais; daí em diante, ou nesse trajeto, podem ramificar-se em canais secundários.

Para o traçado dos canais no terreno deve-se observar que a sua construção seja a mais econômica e eficiente. Os canais devem ter uma inclinação que permita uma velocidade d'água entre 0,40 m e 1,20 m por segundo. Velocidades abaixo de 0,40 m/s deixam depositar material em suspensão e favorecem o surgimento de ervas aquáticas no fundo do canal, prejudicando a vazão. Velocidades acima de 1,20 m/s podem causar erosão nos taludes e são admissíveis apenas em solos muito resistentes.

Para os canais principais pode-se utilizar a inclinação de 0,50 m a 1,0 m por quilômetro, a fim de se dominar o máximo da área irrigada. Para os canais secundários as inclinações podem ser superiores a 1,0 m por quilômetro.

Aconselha-se aterrar o solo (o fundo) dos canais com saibro argiloso, o mesmo que é usado para revestir estradas de terra, conservando-se, porém, sua inclinação normal.

Em geral, nas lavouras de áreas médias de 100 a 500 hectares, a camada líquida nos canais tem uma profundidade de 0,30 m a 0,60 m. Na construção dos canais é necessário deixar margem de taludes

de 0,15 m a 0,20 m de borda livre, a fim de prevenir o transbordamento, quando houver excesso d'água.

Características dos canais - para funcionarem adequadamente os canais devem ter as seguintes características:

- declividade suficiente para permitir o rápido movimento d'água, sem causar erosão;

- pouca permeabilidade, a fim de evitar perdas por infiltração;

- capacidade suficiente para inundar rapidamente a lavoura;

- ser tão retos quanto possível;

- localizados, sempre que possível, de maneira a atingir os pontos mais altos da área que se pretende irrigar;

- construídos com facilidade de acesso para limpeza;

- o fundo (solo) deve ser aterrado com saibro argiloso, para prevenir infiltração e evitar o nascimento de plantas aquáticas.

Na Tabela 4 encontra-se o dimensionamento da construção de canais em terra.

4.2.1.1. Formas dos tabuleiros

Os tabuleiros são classificados, quanto à sua forma geométrica, em retangulares e em contorno.

a) Tabuleiros retangulares - São formados por diques retilíneos, com o terreno sistematizado, de modo a apresentar uma pequena declividade uniforme. O manejo da água nestes tabuleiros pode ser feito com derivação de água e drenagem individual por tabuleiro, usado em terrenos planos (declividade zero) ou com pouca declividade, com inundação contínua ou intermitente (Fig. 1) ou com circulação de água passando de um tabuleiro para outro, usado em terrenos com maior declividade, e somente para a inundação contínua (Fig. 2).

b) Tabuleiros em contorno - São formados por um sistema de diques em curva de nível e diques retilíneos no sentido transversal, para dividir a área no tamanho apropriado, geralmente maior que os tabuleiros retangulares. A sistematização do terreno é bastante reduzida, visando somente eliminar as irregularidades excessivas do ter-

reno. Isto diminui grandemente o custo de implantação do sistema, constituindo uma vantagem em relação aos tabuleiros retangulares.

Existem basicamente dois tipos de tabuleiros em contorno: os em que os diques de contorno são paralelos entre si (Fig. 3), e os em que os diques seguem exatamente uma curva de nível (Fig. 4). No primeiro caso, o terreno tem que ser bem sistematizado, mas as operações de cultivo e colheita mecanizadas serão mais facilitadas. No segundo caso, a largura do tabuleiro varia ao longo do mesmo, em função da declividade do terreno em cada ponto. Este tipo de tabuleiro não exige propriamente uma sistematização, mas simplesmente a passagem de um pranchão destorroador para tornar a superfície do solo mais uniforme. É muito usado em regiões planas, como é o caso das áreas tradicionais de cultivo de arroz, no Sul do Brasil. Em tais regiões, em virtude da pouca declividade do terreno, eles são bastante largos, não dificultando muito o uso do cultivo mecanizado. Nos estados de Goiás e do Tocantins existem regiões planas onde este sistema pode ser perfeitamente aplicado.

Uma variante da irrigação por inundação, com tabuleiros em contorno, é a inundação por transbordamento de canais em contorno. Neste caso, em lugar dos diques são construídos canais em contorno.

4.2.1.2. Dimensão dos tabuleiros

Em geral, a dimensão dos tabuleiros é determinada pelo costume local, tipo de solo, condições topográficas da área e vazão disponível.

Quanto mais impermeável for o subsolo, maiores poderão ser os tabuleiros. Em solos pesados, o tamanho normalmente usado varia entre 0,3 e 0,8 hectares. Em relação às condições topográficas, o tamanho deve ser tal que a diferença em elevação, dentro de cada tabuleiro, entre o ponto mais elevado e o mais baixo, não deve exceder a $2/3$ da altura da lâmina média que se deseja manter dentro do tabuleiro.

Por exemplo, se a lâmina média a ser mantida na irrigação por inundação de tabuleiros retangulares for de 15 cm, pode-se permitir

uma variação na elevação entre a parte mais baixa e a mais elevada, dentro de cada tabuleiro, de 10 cm (2/3 x 15). Se o terreno, após sistematizado, ficar com uma declividade de 0,5% em uma direção e 0,1% em outra, o tabuleiro poderá ter as dimensões de 20 m por 100 m, sendo 20 m na direção da declividade de 0,5% e 100 m na de 0,1%. No caso dos tabuleiros em contorno, em que os diques seguem exatamente uma curva de nível, os diques são geralmente marcados um abaixo do outro, com uma diferença de nível em torno de 10 cm, podendo, em muitos casos, chegar a 15 cm e, mais raramente, a 20 cm. Resulta disso que os tabuleiros ficam em nível no sentido do comprimento e com o desnível dado no sentido da largura. Quanto mais plano for o terreno, tanto mais largo será o tabuleiro, para a mesma diferença vertical de um dique para outro. Um terreno com, por exemplo, 1% de declive e usando-se a diferença de nível de 10 cm, dará tabuleiros com somente 10 metros de largura de meio a meio dos diques. Daí a preferência de terrenos mais planos, embora, quando as condições são favoráveis à cultura do arroz, muitos agricultores aproveitam terrenos até com 2 e 3% de declive médio, dando uma diferença de nível maior entre os diques e sujeitando-se a ter tabuleiros estreitos.

Com relação à vazão disponível, o tamanho do tabuleiro deve ser tal que o tempo necessário para enchê-lo não exceda a 1/4 do tempo efetivo de irrigação, a fim de se obter uma boa uniformidade de aplicação de água em todo o tabuleiro, no caso da inundação intermitente. Para inundação contínua, o tamanho do tabuleiro, por unidade de vazão, pode ser maior do que a intermitente. É recomendado para um dimensionamento grosseiro, em termos de início de projeto, que a área do tabuleiro seja ajustada à vazão, de modo que a taxa de aplicação seja igual a 10 vezes o valor da velocidade de infiltração básica, isto é:

$$\frac{Q}{A} = 10 \text{ VIB}$$

ou

$$A = \frac{Q}{10 \text{ VIB}}$$

onde:

A = área em m²

Q = vazão em m³/h

VIB = velocidade de infiltração básica em m/h

Na Tabela 5 são apresentadas sugestões de área de tabuleiro em função da textura do solo e da vazão disponível.

O maior inconveniente que pode se verificar com os tabuleiros grandes ou muito compridos é o efeito prejudicial que a ondulação da água, ocasionada pelos ventos, pode acarretar à cultura quando ainda jovem. Esse inconveniente geralmente desaparece quando o arroz cobre a superfície líquida. Grandes tabuleiros exigem normalmente grandes vazões de alimentação para enchê-lo em tempo não muito prolongado.

4.2.1.3. Dimensão dos diques

Os diques, também chamados de taipas, nos casos mais simples, podem ser marcados diretamente no terreno com o auxílio de um nível de engenheiro, "nível de borracha" e "pé-de-galinha", e levantados com o emprego de arados reversíveis, lâminas, entaipadeiras, etc. Sua altura depende da diferença de nível que se deu de um a outro dique, e da lâmina mínima de água que se deseja manter na parte superior do tabuleiro. Supondo ser esta de 5 cm e ser a diferença de nível de um dique a outro de 10 cm, sua altura seria:

Diferença vertical entre diques-----	10 cm
Lâmina de água na parte superior do tabuleiro-----	5 cm
Borda livre do dique (segurança) -----	5 cm
Excesso prevendo-se o abatimento da terra do dique-----	5 cm
Altura total do dique, a ser construído -----	25 cm

Pelo exemplo acima vê-se que quanto maior a diferença de nível entre os diques, maior deverá ser sua altura, como também maior será a lâmina de água na parte inferior do tabuleiro. A base do dique depende de sua altura e da natureza do solo. Pode ser estreita (60 a 80 cm) ou larga (1,50 a 2,50 m). Os diques de base larga, feitos mecanicamente, apresentam uma série de vantagens: as máquinas do preparo do terreno e da colheita podem atravessá-los sem comprometer sua segurança, os reparos são praticamente nulos, podem ser plantados (aumentando a produção e evitando o crescimento de plantas daninhas). O seu custo, ao contrário do que se poderia supor à primeira vista, geralmente é menor do que o dos de base estreita, pois estes últimos exigem uma compactação muito bem feita, enquanto nos primeiros basta ajuntar a terra sem maiores cuidados que a própria água e o plantio tendem a firmá-los.

Na construção dos diques deve-se, de preferência, tirar a terra do lado de baixo do terreno, pois assim a parte mais alta do tabuleiro inferior será rebaixada, ao invés da parte mais baixa do tabuleiro de cima.

4.2.1.4. Sistematização de solos

O nivelamento do solo é um dos requisitos mais importantes para se obter uma boa lavoura de arroz. Onde o nivelamento é necessário, geralmente ele beneficia não só a irrigação superficial como também a por aspersão. Além disto, com freqüência, ele se paga por si só, porque facilita uma semeadura uniforme e faz com que a colheita e todas as práticas agrícolas mecanizadas sejam mais fáceis e mais efetivas.

Em áreas aplainadas as águas das chuvas são bem aproveitadas, a distribuição da água de irrigação é mais uniforme, na época mais oportuna e, satisfeito este requisito, as águas excedentes são melhores drenadas, tanto na superfície como no subsolo. Dessa maneira

são eliminadas as lagoas, tão prejudiciais ao rendimento de qualquer cultura. As lavouras, cuja drenagem superficial é adequada e suficiente, freqüentemente dispensam deságües subterrâneos e valas desnecessárias. A distribuição de canais e valas de drenagem influi grandemente no planejamento da lavoura, possibilitando o aumento da área útil para o cultivo. Além disso, a uniformidade da umidade do solo, que se obtém com a sistematização do terreno, facilita o manejo, o desempenho e o rendimento das máquinas agrícolas, possibilitando a redução do tempo de serviço. Processando-se o enxugamento do solo com maior rapidez, a semeadura pode ser feita mais cedo.

Em áreas aplainadas há melhor distribuição de sementes, de fertilizantes e de herbicidas. Segundo resultados de pesquisas, o aumento da produção é da ordem de 15 a 25%. Também os tratamentos culturais podem ser feitos em melhores condições de umidade, tornando mais efetiva a ação dos herbicidas, evitando a sua concentração em algumas áreas.

A irrigação de uma terra com superfície irregular resulta em baixa eficiência no uso de água, em erosão do solo, em excessiva necessidade de mão-de-obra, em baixo rendimento das colheitas e contribui para criar problemas de drenagem.

O nivelamento do solo é uma melhoria permanente para uma propriedade agrícola, sendo conveniente e desejável examinar as condições do perfil do solo antes de iniciar os trabalhos de nivelamento de terra. Este exame indicará a quantidade ou grau em que se poderá remover a capa superficial do solo. Geralmente, pode-se fazer um bom trabalho de nivelamento com um movimento de terra relativamente pequeno, sem ter que interferir com as declividades predominantes, limitando a maior parte do trabalho a cortar ou rebaixar pontos altos e a preencher partes baixas.

Cortes profundos podem deixar expostos os solos pesados, de pouca fertilidade ou, ainda, pedregosos, o que afetaria o rendimento da cultura. Em solos profundos, bem drenados e de textura uniforme,

ao deparar-se com o subsolo exposto apenas se deve juntar fertilizantes para restaurar a sua produtividade normal.

As zonas baixas, úmidas e pantanosas, com depósitos de argilas coloidais, não devem ser recobertas com solos minerais. Neste caso, é aconselhável escavar os solos altamente orgânicos destas zonas e espalhá-los sobre a superfície do terreno, onde ficarão expostos à aeração.

Algumas vezes é aconselhável amontoar o solo mais fértil da capa superior, nivelando posteriormente o subsolo, para dar-lhe uma pente uniforme e depois espalhar uniformemente sobre a superfície o solo anteriormente amontoadado. Esta prática é bastante cara e só deve ser feita quando as condições são favoráveis. É antieconômico e prejudicial ao solo realizar movimentação de terra em época chuvosa. Sendo assim, a sistematização de um terreno deve ser planejada para a época seca e somente para uma área capaz de ser sistematizada no período seco. Ao trabalhar solos úmidos, pode ocorrer intensa compactação, pelas passagens constantes das máquinas, ocasionando a redução do rendimento da cultura por vários anos.

Quando se pretende nivelar um terreno, deve-se dar especial atenção para o valor mais conveniente da pente natural, pois é menos oneroso nivelar um terreno conservando dentro do possível o valor da pente para melhor atender ao método de irrigação a ser empregado para a cultura visada.

O nivelamento de terras com pente uniforme é útil nos cultivos entre diques, especialmente nos arrozais. Sem o nivelamento das terras, os diques e taipas se desenvolvem em linhas irregulares, segundo as curvas de nível e irregularidades do terreno. Porém, onde as terras foram sistematizadas ou aplainadas adequadamente, pode-se utilizar quadras ou tabuleiros mais regulares que facilitam a semeadura e a colheita do arroz, reduzindo a área ocupada pelas taipas ou diques, e que não só são perdidas, como também, não sendo cultivadas, entram no cômputo das áreas de produção, reduzindo os rendimentos por hectare.

Também é aconselhável fazer um trabalho, ainda que parcial, de nivelamento em terras que serão irrigadas por outros sistemas ou até por aspersão. Tal trabalho não só concorre para reduzir a erosão como, também, é necessário para proporcionar drenagem superficial ao excesso de água das chuvas e da irrigação que poderia se acumular nas zonas baixas.

O trabalho de sistematização do solo deve basear-se em levantamento altimétrico e em adequado planejamento. O levantamento altimétrico e o desenho determinarão a maneira como será feito o movimento de terra e a profundidade que deverá atingir, a fim de dar ao terreno a relação adequada entre as alturas de corte e aterro, para que seja movimentada apenas a quantidade necessária de terra.

O custo do trabalho de levantamento e planta representa uma pequena parcela do custo total, apenas 5 a 10%, plenamente recuperáveis em razão das condições de uniformidade que se obterá no terreno e em razão, também, de se estar utilizando um procedimento técnico em vez de empregar-se a tentativa, isto é, adivinhando ou designando intuitivamente os lugares onde se cortará ou aterrá a lavoura.

Conhecidos os pontos de corte ou aterro, a terra a ser movida deverá ser cubada. Na planta, é preciso localizar os canais de irrigação necessários a conduzir a água até os pontos mais altos da lavoura e a rede de drenagem capaz de retirar da lavoura qualquer excesso de água superficial. Os trabalhos subseqüentes de aplainamento deverão ser revisados.

4.2.1.5. Levantamento topográfico

Usualmente, faz-se o levantamento da lavoura que vai ser nivelada, dividindo-se primeiramente o campo em pequenas áreas definidas por coordenadas, de forma retangular e todas de igual tamanho. Estas áreas poderão ter dimensões de 20 a 30 metros de lado.

No centro de cada uma das áreas coloca-se uma estaca alta. As cotas ou elevações da superfície do solo são determinadas ou calcu-

ladas mediante o uso de um aparelho de nível. Considera-se que estas elevações representam a elevação média da superfície do terreno de toda a área que cada estaca, por si, representa. Como cada uma destas pequenas áreas tem igual valor, é possível dimensionar os cortes e aterros mediante o emprego das elevações determinadas para os pontos em que se colocaram as estacas.

Determinada a pente adequada, em cada estaca, o volume de corte ou aterro é a diferença entre a elevação original da superfície do solo e a elevação final necessária para nivelar o campo com uma pente uniforme. A altura do corte ou aterro se marca em cada estaca, para que sirva como guia para os operadores de máquinas niveladoras.

Para diferenciar os cortes dos aterros são usados diversos métodos. Um deles é marcar a estaca com tinta azul, a partir da superfície do terreno até a altura em que se deve fazer o aterro. Marcar as estacas em vermelho, desde sua parte superior para baixo, até o ponto que define a espessura do corte de terra que será removida.

Outra maneira é marcar nas estacas, em centímetros, as alturas de corte e aterro, usando cor diferente para cada caso.

Ocorrerão certos graus de assentamento do solo, especialmente nas partes que levaram aterro profundo, após um ciclo de irrigação. Isto pode causar pequenas irregularidades na superfície do terreno que foi nivelado cuidadosamente. O método para resolver este problema é aumentar em cerca de 10% a espessura do aterro.

4.2.1.6. Cortes e aterros

Em consequência do problema de compactação do solo, sempre é necessário maior volume de corte do que aterro. Em geral, recomenda-se que o volume de corte seja 20 ou 30% maior do que o de aterro.

4.2.1.7. Volume de transporte

O volume de solo que será removido nos trabalhos de nivelamento pode ser calculado com as espessuras ou profundidades de cortes nas estacas fixas e localizadas pelas coordenadas. Se considerarmos que se dividiu o campo em pequenos quadriláteros, com dimensões de 30 m de lado, um corte de 0,01 m nesta pequena área equivaleria a um volume de terra movido de 9 m^3 . Somando-se os valores de corte de todas as estacas e multiplicando-se o total por 9,00 pode-se determinar o volume total de terra a ser removida nesse campo. Dividindo-se o volume total pela área de campo, obter-se-á a altura média de corte.

4.2.1.8. Tipos de equipamento

O preparo da lavoura para a irrigação requer máquinas para limpar a área das plantas daninhas, árvores, arbustos e raízes; máquinas para escarificar ou romper os solos estratificados; equipamentos para o transporte da terra quando são necessários grandes cortes e aterros e para fazer o aplainamento ou alisamento final da superfície do terreno.

A remoção da vegetação nativa de pouco diâmetro, ou parte dela, da área de cultivo irrigado pode ser feita à mão ou com equipamento mecânico (trator, lâmina, roçadeira, etc.). Pode-se usar, também, sob orientação técnica, herbicidas ou fazer queimadas, tendo o cuidado de proteger as áreas e culturas exteriores à zona tratada.

O rompimento ou fragmentação das camadas compactadas pelos equipamentos agrícolas, solos compactos e outras capas estratificadas possibilitará às raízes do arroz penetrarem mais facilmente através do solo. Os escarificadores, grades ou arados subsoladores e outros implementos podem ser montados na barra de tração de tratores grandes. Este trabalho de rompimento deve ser feito quando o solo estiver relativamente seco, de modo que os estratos ou camadas possam ser rompidos de maneira mais completa, em comparação com o grau de rompimento possível em solos úmidos.

Para subsolagem profunda (acima de 40 cm), em solos secos, é necessário trator de grande potência ou acoplamento de dois tratores, dependendo do tipo de equipamento subsolador, que será tracionado.

A prática usual é fazer uma subsolagem profunda no terreno, seguida de nivelamento, aração, gradagem e aplainamento.

O equipamento utilizado para o transporte de terra no trabalho de nivelamento é variável com o tamanho do campo, sua disponibilidade e outras condições que poderiam controlar ou regular este trabalho em cada localidade ou região. Ele deve ser capaz de escavar, transportar e espalhar o solo ou terra, podendo variar desde a lâmina de tração animal, para as pequenas lavouras, até o "scraper" tratorizado com lâmina terraceadora.

Nas lavouras médias e grandes já mecanizadas, geralmente o equipamento grande para nivelamento de solo pode ser mais econômico que o equipamento de pequena capacidade.

Os pagamentos por serviços de nivelamento de terras, a cargo de empreiteiros, podem basear-se em m^3 de terra removida. Contudo, freqüentemente, este sistema de pagamento apresenta certas dificuldades ao se determinar o volume de terra removida, particularmente se os cortes excedem bastante o volume de aterro. Neste caso, o mais razoável é pagar por hora de serviço do equipamento.

O agricultor deverá assegurar-se de que o empreiteiro dispõe de equipamento adequado para fazer eficientemente o trabalho e, também, de que os operadores têm experiência em nivelamento de solo.

A fase final de preparação de uma lavoura para a irrigação consiste em aplainar ou alisar a superfície do terreno. Esta operação pode ser feita com uma niveladora e um trator médio, e elimina todas as pequenas irregularidades que ficam após os trabalhos de preparação e movimentação de terra.

As niveladoras ou aplainadoras são máquinas de metal ou madeira, com uma ou mais lâminas inclinadas, que se passam através da área escolhida tantas vezes quantas forem necessárias. Com estas niveladoras ou aplainadoras, pequenas quantidades de terra são deslocadas em distâncias curtas e espalhadas na lavoura, sendo retiradas das partes altas e depositadas nas partes baixas.

Para aplainar ou uniformizar a superfície do solo se dispõe de diversos tipos de equipamentos ou aplainadeiras. Essencialmente, esta classe de equipamentos é constituída de um retângulo de metal, com rodas nas extremidades de uma lâmina central.

Geralmente se dá três passadas através da lavoura, uma em cada direção diagonal e a outra na direção em que vai escorrer a água de irrigação.

O aplainamento do solo deve ser iniciado no verão, ou logo após a colheita de arroz, quando as condições pluviométricas e a umidade do solo são mais favoráveis.

4.2.2. Sistema de drenagem

O sistema de drenagem da lavoura é tão importante quanto o sistema de irrigação. Deve funcionar principalmente na época do preparo do solo e na colheita do arroz.

A rede de drenagem deve estar dimensionada para drenar toda a água que cai na bacia hidrográfica da lavoura no período máximo de 48 horas. Como drenos principais podem ser aproveitados os córregos que cruzam a lavoura.

Os drenos secundários ou internos ligam as quadras (talhões) aos drenos principais, e estes escoam a água até o limite da lavoura, conduzindo-a para os córregos ou rios.

Os drenos secundários devem ter uma profundidade mínima de 0,60 m abaixo do nível da superfície dos talhões, sendo aconselhável a manutenção de declividade entre 0,1% e 0,4%, para seu bom funcionamento.

Os drenos principais devem ter profundidade mínima de 0,10 m abaixo dos coletores, com uma pendente nunca inferior a 0,05% e uma profundidade de até 1,50 m, quando possível, em relação ao nível da superfície do talhão.

Os canais de drenagem devem ser locados sempre nas cotas mínimas do terreno, cavados no solo e sendo aproveitada tanto quanto possível a declividade natural do terreno.

Os canais devem ser construídos em secções com diques que amortecem a velocidade das águas, quando a declividade é acentuada e há perigo de erosão.

4.2.3. Sistema viário

O sistema viário tem por finalidade favorecer o escoamento da produção e o trânsito das máquinas e implementos agrícolas na lavoura.

As estradas devem ser projetadas para que seu leito fique no mínimo a 0,30 m acima da superfície dos talhões. O passeio deve ser aterrado preferencialmente com saibro, a fim de evitar o crescimento de plantas daninhas e consolidar a pista de rolamento.

A localização das estradas na lavoura deve ser feita de forma que o arroz colhido não percorra mais de 150 a 200 metros para chegar ao transporte.

A pista de rolamento deve ser de 8 a 10 metros, a fim de permitir o trânsito de máquinas e implementos nos dois sentidos e facilitar a conservação da estrada.

5. CALAGEM

Uma modificação físico-química importante que ocorre no solo após a inundação é a alteração do pH. Verifica-se um aumento em solos ácidos (exceto aqueles baixos em ferro) e uma diminuição em solos sólidos e calcários. Assim, a inundação converge os valores de pH em solos ácidos e alcalinos em valores estáveis entre 6,5 e 7,5, três semanas após o início do alagamento.

Na recomendação de calagem, além do aspecto econômico, devem ser levados em consideração o pH do solo, a composição coloidal, os teores de cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, o sistema agrícola a ser implantado e a quantidade do calcário, quanto às suas características químicas e granulométricas.

Vários são os métodos utilizados na determinação da quantidade de calcário a ser aplicada. O método mais usado no Brasil, especialmente na região Centro-Oeste, baseia-se no alumínio trocável e na complementação dos teores de Ca e Mg para 2 meq/100 ml. Com isso, pretende elevar, em geral, o pH para aproximadamente 5,5, precipitar o alumínio trocável e elevar os teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ para valores considerados médios (1,0 a 2,5 e 0,2 a 0,6 meq/100 ml para solos com teor de argila entre 20 a 40%, respectivamente). A quantidade de calcário (QC) é calculada pela fórmula:

$$\text{QC (t/ha)} = \{ 2 \times \text{Al}^{3+} + [2 - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})] \} \times 100/\text{PRNT}$$

o valor 100/PRNT é usado para corrigir a qualidade do calcário.

Em condições específicas, onde ocorrem altos teores de matéria orgânica, de $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ e de Al^{3+} , como é o caso da região dos perímetros irrigados de Sergipe e Alagoas, as quantidades de calcário não devem ser recomendadas com base na análise do solo, pois esta indicará sempre necessidade excessivamente alta de calcário. Estas doses elevadas de calcário provocariam deficiência de micronutrientes e acelerariam a decomposição da matéria orgânica. Entretanto, em áreas que apresentam problemas de toxidez de ferro ou que, de-

vido a cortes profundos durante a sistematização, ocorrem altos teores de alumínio, recomenda-se uma aplicação em torno de 2,5 t/ha de calcário.

A solubilização do calcário no solo demanda tempo. Assim, a calagem deve ser feita pelo menos 2 a 3 meses antes do plantio, incorporando-o para que o corretivo possa reagir satisfatoriamente.

O processo de acidificação é contínuo, mesmo que o solo não esteja sendo cultivado. Por isso, novas aplicações devem ser feitas a cada 3 a 5 anos.

A calagem para arroz irrigado por inundação só é recomendada a critério do técnico, para minimizar a toxidez de ferro e/ou suprir as necessidades de cálcio e magnésio da cultura em sucessão.

A elevação do pH de solos ácidos, após o alagamento, constitui a chamada "auto-calagem", porque, via de regra, dispensa o uso de calcário.

6. ADUBAÇÃO

O aumento na disponibilidade dos nutrientes devido à inundação do solo não significa que a cultura do arroz inundado não deva ser adubada. A quantidade de nutrientes nos solos brasileiros é muito baixa e insuficiente para a produção de boas colheitas. Além disso, a maior concentração de nutrientes na solução do solo aumenta as perdas por lixiviação, principalmente nos solos arenosos, onde a aplicação parcelada de nitrogênio e potássio é conveniente para aumentar a sua eficiência.

O manejo da água de inundação é um fator muito importante para a adubação do arroz, pois poderá determinar maior ou menor aproveitamento dos nutrientes do solo e dos aplicados como fertilizantes. Vários são os fatores que determinam a eficiência do uso de fertilizantes, tais como: tipo de solo, cultivar, fonte, dose, época e modo de aplicação dos fertilizantes, radiação solar, tratos culturais, enfim, todos os fatores que afetam o desenvolvimento da planta.

6.1. Nitrogênio

O nitrogênio é o nutriente mais influenciado pela inundação do solo, quanto à disponibilidade e perda.

Nos solos arejados, o nitrogênio do solo, mesmo o oriundo da decomposição da matéria orgânica, sofre o processo de nitrificação e é transformado em nitrato, em poucos dias. Se o solo é mantido em condições aeróbicas durante os 30 ou 40 dias que se seguem à germinação do arroz, o nitrogênio é nitrificado e, após a inundação, o N-NO_3 é reduzido a formas gasosas de N_2O , NO_2 e N_2 , pelo processo de desnitrificação, que escapam do solo para a atmosfera e as plantas mostram deficiência de nitrogênio.

No primeiro período de crescimento do arroz, se o solo não é muito arenoso e as perdas do nitrogênio por lixiviação não são muito grandes, na adubação de base pode ser usada qualquer fonte de N. Pouco antes da inundação é recomendável fazer uma adubação em cobertura, neste caso deve ser usada uma fonte amoniacal como o

sulfato de amônio, pois o N-NH_4^+ é a forma estável nos solos inundados. Assim, o solo é inundado antes de ocorrer a nitrificação e o amônio permanece estável e disponível para o arroz. Também pode ser usada a uréia e a cianamida de cálcio, que formam nitrogênio amoniacal no solo.

Outra adubação em cobertura com nitrogênio poderá ser necessária antes da diferenciação do primórdio floral se as plantas mostrarem coloração verde-pálido, que caracteriza a deficiência de N. Nesta fase é recomendado usar formas amoniacais, a lanço, na lâmina de água, as quais têm sido comprovadas como um método eficiente de aplicação de nitrogênio.

Nas áreas onde o arroz é transplantado, deve-se adubar convenientemente as sementeiras para que as plântulas não sofram da deficiência de N nos primeiros dias após o transplântio. As áreas onde o arroz será plantado devem ser adubadas com nitrogênio amoniacal ou uréia e, se possível, incorporados ao solo.

Portanto, a fonte de nitrogênio, modo de aplicação e a natureza do solo são fatores importantes a serem considerados por ocasião da adubação.

Em geral, o sulfato de amônio e a uréia são considerados os mais vantajosos para o arroz irrigado, não apresentando diferenças quando empregados em solos alagados. Porém, em certas situações, como por exemplo em solos com baixos teores de ferro, a recomendação do sulfato de amônio poderá ser desconsiderada, devido a redução do SO_4^{2-} a H_2S , podendo este último atingir níveis tóxicos para o arroz e inibir a absorção de alguns nutrientes. Neste caso é preferível usar uréia. Por outro lado, em solos pobres em enxofre, o sulfato de amônio pode ser superior à uréia.

Ainda não existe um método que possa avaliar satisfatoriamente a capacidade do solo em fornecer nitrogênio para as plantas. Isto porque a maior parte do nitrogênio do solo está sob formas orgânicas, que devem ser mineralizadas para liberá-lo e torná-lo aproveitável pelas plantas. Uma boa alternativa para fazer uma recomendação de nitrogênio é determinar a curva de resposta em relação às várias doses deste nutriente.

6.2. Fósforo

Uma modificação importante que ocorre nos solos inundados é o aumento da disponibilidade de fósforo. Este aumento, embora não seja igual para todos os solos, tem importância prática muito grande para a cultura do arroz irrigado. A maior disponibilidade de fósforo nos solos é consequência, entre outros, do aumento do pH e, principalmente, da redução do fosfato férrico, a forma mais solúvel de fosfato ferroso.

Existe pequena diferença de resposta do arroz irrigado às diversas fontes de fósforo, a não ser em situações de extrema acidez ou alcalinidade. Os superfosfatos triplo, simples e de amônio são indicados como excelentes fontes de fósforo para o arroz.

Devido a baixa translocação dentro da planta e à grande exigência da cultura em fósforo na fase inicial de crescimento para alongamento do sistema radicular, é, em geral, recomendado aplicar todo o fósforo no plantio, juntamente com parte do N e o K.

As recomendações de fósforo são feitas com base em curvas de calibração elaboradas para cada região. Estas curvas definem a relação entre produtividade e os respectivos teores de fósforo do solo. Em função destas curvas de calibração são definidas tabelas de recomendação de fósforo para a adubação de manutenção de diversas culturas.

6.3. Potássio

À semelhança do fósforo, a quantidade de potássio no solo é aumentada após a inundação, devido a adição de potássio pela água de irrigação, bem como pelo deslocamento deste elemento do complexo de troca para a solução, pelos íons Fe^{2+} , NH_4^+ e Mn^{2+} .

Há situações, entretanto, em que pode ocorrer redução no teor de potássio disponível, como no caso de solos com baixa capacidade de suprimento deste elemento ou de baixa capacidade de troca catiônica (CTC), após alguns cultivos com altos rendimentos. Nestas con-

dições, o potássio deve ser repostado no solo, por meio de adubações mais equilibradas.

Algumas interações importantes do potássio, com reflexo na produção, são observadas com o nitrogênio, o cálcio, o magnésio e o fósforo.

No Brasil, dentre os fertilizantes potássicos, o cloreto de potássio (60% K_2O e 45% Cl) supre cerca de 95% do total de K aplicado às plantas cultivadas. O sulfato de potássio (52% de K_2O e 18% S) também pode ser usado onde exista deficiência de enxofre.

O suprimento adequado de potássio deve ser garantido desde o início do crescimento das plantas. A recomendação geral é aplicar o potássio por ocasião da semeadura, juntamente com parte do nitrogênio e o fósforo. Entretanto, em solos arenosos com drenagem excessiva e CTC baixa, a aplicação parcelada de potássio na cultura do arroz tem mostrado efeito positivo. Neste caso, 50% podem ser aplicados no plantio e o restante em cobertura por ocasião do parcelamento do nitrogênio.

6.4. Recomendação de adubação

Para aumentar a eficiência do uso de fertilizantes há, definitivamente, necessidade de se conhecer os fatores de solo e clima que afetam a disponibilidade dos mesmos. O uso da análise de solo, de plantas, diagnose visual e outras técnicas são absolutamente indispensáveis no processo de correta diagnose de possíveis problemas. Os dados de análises de solo e de plantas não têm, entretanto, nenhum valor se não estiverem devidamente calibrados com respostas da cultura de arroz.

As recomendações de adubação para as condições específicas dos perímetros irrigados do Baixo São Francisco, nos estados de Sergipe e Alagoas, são baseadas em poucos trabalhos de calibração realizados na região. Estes trabalhos mostram que não tem ocorrido respostas do arroz ao fósforo e potássio. Contudo, recomenda-se a aplicação com o objetivo de repor pelo menos o N, P e o K extraídos

pela colheita. As quantidades de P e K são recomendadas com base na análise do solo, utilizando-se a Tabela 6.

No estado de Goiás, as recomendações são feitas em função das três classes de disponibilidade de P e K, baseando-se na análise do solo, conforme a Tabela 7.

Para os estados do Ceará e Bahia as quantidades de fertilizantes a serem empregadas são baseadas nas Tabelas 8 e 9.

As tabelas de recomendação de adubação elaboradas para cada estado devem ser consideradas como um guia, mas não como quantidades rígidas e imutáveis. As quantidades de fertilizante recomendadas nas tabelas levam em conta a sugestão emanada dos laboratórios de rotina, onde são considerados a análise de solo, os aspectos econômicos e outros fatores como teor de matéria orgânica, cultivar, textura do solo, e são determinadas a partir de curvas de resposta, obtidas em solos com diferentes classes de fertilidade. A experiência do técnico que atua na região, o histórico da área a ser trabalhada, o conhecimento agrônômico da cultura de arroz, o tipo de cultivar, a disponibilidade de capital do agricultor, o nível de produtividade esperado, a relação entre o custo dos fertilizantes e do produto colhido deverão ser amplamente considerados antes da decisão final sobre as quantidades de fertilizante a serem empregadas.

6.5. Sintomas de deficiências nutricionais e toxidez de ferro

6.5.1. Deficiência de nitrogênio

Plantas com deficiência de nitrogênio geralmente têm aparência amarelada e crescimento atrofiado.

Como o nitrogênio é elemento móvel, as folhas mais baixas apresentam efeito mais intenso da deficiência. Tornam-se verde relativamente mais claro e progridem para um amarelo intenso (Fig. 5). A lâmina da folha mais baixa morre, a partir da ponta posterior em direção à base, ficando o tecido com coloração marrom-chocolate.

6.5.2. Deficiência de fósforo

O suprimento inadequado de fósforo causa atrofiamento severo nas plantas e baixo perfilhamento. Os sintomas da deficiência aparecem nas folhas mais velhas, com coloração bronzeada. As pontas das folhas tornam-se amarelo-alaranjado, depois amarelo-claro e, eventualmente, cor de palha claro, e então murcham e morrem. Na medida em que o sintoma progride, um tecido necrótico marrom se desenvolve das pontas para a base das folhas mais velhas. As folhas mais novas são verde mais escuro que nas plantas normais (Fig. 6).

6.5.3. Deficiência de potássio

A deficiência de potássio resulta em plantas pouco desenvolvidas, colmos curtos e finos, maior acamamento e maior suscetibilidade às doenças. Os sintomas aparecem primeiro como clorose branca nas pontas das folhas mais velhas, progredindo através das margens. Na medida em que a deficiência avança, o tecido se torna amarronzado e necrótico na ponta e progride pela margem da folha. O tecido morre e as margens se enrolam para cima. O tecido não-afetado é verde-escuro e as folhas são mais eretas. As folhas mais novas têm tecido internervural clorótico branco nas pontas, com bases verde-escuras (Fig. 7).

6.5.4. Deficiência de cálcio

A planta com deficiência de cálcio desenvolve margens gelatinosas próximas à base das folhas. O tecido tem uma aparência branca transparente. As folhas terminais morrem na medida em que a deficiência continua, causando severo atrofiamento das plantas. À medida que a deficiência persiste, as folhas mais velhas desenvolvem uma necrose marrom-avermelhada nas nervuras. As folhas mais novas têm uma necrose marginal marrom, próxima das pontas. Os sintomas são irreversíveis (Fig. 8).

6.5.5. Deficiência de magnésio

As folhas velhas são amarelas entre as nervuras, enquanto que estas são verdes, tendendo a azul. Este amarelecimento é devido à redução da síntese de clorofila. Com o prolongamento da deficiência nas folhas mais velhas, desenvolve-se necrose internervural, com aparência de ferrugem. A necrose internervural marrom-avermelhada aparece nas pontas e margens das folhas mais velhas. Em estádios posteriores, as folhas se enrolam fortemente para dentro, fazendo com que a planta pareça fortemente afetada pela seca (Fig. 9).

6.5.6. Deficiência de enxofre

Os sintomas de carência de enxofre assemelham-se aos de nitrogênio. A diferença é que os sintomas da deficiência de nitrogênio aparecem nas folhas mais velhas e os sintomas da deficiência de enxofre aparecem nas folhas mais novas. Há perda do vigor da planta, redução no tamanho e na área foliar e maturação retardada.

6.5.7. Deficiência de ferro

O primeiro sintoma de deficiência de ferro notado é uma forte clorose internervural das lâminas das folhas mais novas. Na medida em que a deficiência continua, as nervuras verdes se reduzem a uma linha fina e, finalmente, desaparecem enquanto as folhas se tornam totalmente amarelas.

6.5.8. Deficiência de manganês

As lâminas das folhas mais novas desenvolvem clorose internervural. Foram observadas linhas internervurais amarelas, mais ou menos da mesma largura. Na medida em que a deficiência progride, o tecido internervural torna-se necrótico, com coloração transparente e marrom.

6.5.9. Deficiência de zinco

O primeiro sintoma observado é a clorose verde-esbranquiçada, que se desenvolve no tecido na base das folhas mais novas, de cada lado da nervura central, e se estende até a metade, em direção à ponta. A lâmina da folha tem um alargamento proeminente na zona de clorose. Na medida em que a folha se torna mais velha, o tecido clorótico adquire coloração ferrugem, que se estende da base até a metade da lâmina, ficando a metade superior normal. Ocorre encurtamento dos internódios, apresentando aspecto de nanismo.

Nos estádios posteriores da expressão de deficiência de zinco ocorre coloração marrom-ferrugem do tecido de cada lado da nervura das folhas adultas. As folhas mais altas em desenvolvimento têm tecido clorótico branco, que se torna marrom-ferrugem. O crescimento da planta é atrofiado pela deficiência e as folhas de cor ferrugem são proeminentes em estádios posteriores (Fig. 10). Os primeiros sintomas da deficiência geralmente ocorrem de 35 a 45 dias de idade das plantas de arroz.

6.5.10. Deficiência de cobre

As folhas aparecem azul-esverdeadas e se tornam cloróticas junto das pontas. A clorose desenvolve-se para baixo, ao longo de ambos os lados da nervura principal, seguida da necrose marrom-escura das pontas. As folhas jovens enrolam-se, mantendo a aparência de uma agulha em toda a folha ou, ocasionalmente, metade da folha, com a base final desenvolvendo-se normalmente.

6.5.11. Deficiência de boro

As pontas das folhas emergentes tornam-se brancas e dobram-se, como no caso da deficiência de cálcio. Os pontos de crescimento podem morrer, nos casos severos, mas novos perfilhos continuarão a produzir.

6.5.12. Toxidez de ferro

O excesso de Fe^{2+} na solução do solo pode provocar toxidez deste elemento no arroz e causar deficiência de macro e de micronutrientes à nutrição da planta.

Várias tecnologias têm sido propostas para amenizar a toxidez de ferro. Entretanto, a complexidade que envolve este problema é muito grande e o conhecimento gerado pela pesquisa não permite, até o momento, fazer uma recomendação que controle completamente a toxidez de Fe^{2+} em arroz.

Alguns métodos que podem diminuir a gravidade desse problema são: a seleção de cultivares tolerantes a concentrações altas de ferro na solução do solo é uma opção válida que está sendo explorada (a CICA 8 tem-se comportado como uma das cultivares mais tolerantes, enquanto a BR-IRGA-409 tem-se mostrado como uma das mais sensíveis); outra possibilidade é através do manejo da água de irrigação e da calagem. Com estas práticas é possível deslocar o período de máxima solubilidade do ferro para épocas em que as plantas de arroz são menos sensíveis ao seu excesso.

O manejo da água tem por finalidade favorecer a oxigenação do solo, inibindo, assim, a redução do ferro. Isto pode ser obtido através do retardamento da submersão após transplante das mudas e promoção de drenagens no meio do ciclo da cultura.

A calagem tem sido relativamente eficiente para amenizar o problema, principalmente nos casos em que se empregam doses maciças de calcário. Devido ao custo envolvido nesta prática, a aplicação de calcário pode ser feita gradativamente, ao longo dos anos.

Outra alternativa que contribui para diminuir os efeitos negativos da toxidez de ferro é o emprego de adubações mais equilibradas, principalmente com potássio e com fontes de fósforo ricas em silício.

6.5.13. Sintomas de toxidez de ferro

Os sintomas de toxicidade de Fe^{2+} consistem de: a) crescimento e desenvolvimento reduzido; b) baixo perfilhamento; c) amarelamento que se inicia na ponta das folhas mais velhas e progride

pelas margens das folhas; d) às vezes aparecem manchas marrons da ponta para a base entre as nervuras; e) secamento total da folha em concentrações muito altas de Fe^{2+} e f) raízes curtas, grossas e pouco ramificadas, geralmente cobertas por uma camada de óxido de ferro.

7. PREPARO DO SOLO

O preparo do solo para o cultivo de arroz influi direta e indiretamente no rendimento, pois afeta o manejo de água, a eficiência dos fertilizantes e a concorrência das plantas daninhas. Um solo bem preparado favorece a emergência das plântulas e o bom desenvolvimento do sistema radicular. Elimina plantas daninhas já nascidas e enterra as sementes, reduzindo a competição inicial com as plantas de arroz. A eficiência da aplicação de herbicidas aumenta com o bom preparo do solo.

No sistema de cultivo de arroz irrigado podem ser definidos dois sistemas de preparo de solo:

7.1. Preparo do solo seco (tradicional)

Consiste numa aração a 20-25 cm de profundidade, visando a incorporação dos restos culturais e plantas daninhas e o revolvimento da camada superficial do solo. Havendo muito resto cultural (palhadas e plantas daninhas), é aconselhável realizar a operação de pré-incorporação com grade aradora, entre dez e trinta dias antes da aração. Após a aração são realizadas duas ou três gradagens, dependendo do tipo de solo, com intervalo de uma semana, sendo a última imediatamente antes da semeadura, visando obter um destorroamento adequado e eliminação das plantas daninhas. Em solo excessivamente compactado, onde, após a aração, permanecem torrões difíceis de serem desmanchados a seco, recomenda-se molhar o solo antes de fazer a última gradagem. As gradagens são realizadas mediante o uso de grade niveladora.

No sistema de semeadura direta, em linha ou a lanço, o solo deve apresentar uma camada superficial finamente destorroada, de maneira a possibilitar condições adequadas à germinação das sementes. Assim, o uso da enxada rotativa constitui uma alternativa para o destorroamento, devendo, entretanto, ser usada apenas quando a grade niveladora não tiver condições de realizar satisfatoriamente esta operação.

Independentemente do método usado para o preparo do solo, é necessário fazer o aplainamento da superfície do terreno, para corrigir as irregularidades nas quadras. Esta prática permite a uniformização da lâmina de água, o controle das plantas daninhas e favorece o sistema de plantio por sementes pré-germinadas. Esta operação pode ser executada com pranchão, ou qualquer outro equipamento que desempenhe a mesma função.

7.2. Preparo do solo alagado

Em regiões onde não há condições de preparo do solo seco, devido a ocorrência de chuvas frequentes durante a fase em que se realiza esta operação, uma alternativa é o preparo do solo com água. Este preparo é usado em limitadas áreas do Nordeste, em determinadas épocas de plantio ou em regiões onde são feitas duas safras por ano.

Um fator importante no preparo do solo alagado é o equipamento mecânico. Este depende dos recursos disponíveis, do tamanho da propriedade e das condições do solo e consiste basicamente de enxada rotativa, lâmina traseira e grade de dentes.

O procedimento para se efetuar o preparo do solo alagado consiste de inundação do solo, aração, uso da lâmina traseira e gradagem ou nivelamento final.

A inundação do terreno deve ser feita com 7 dias de antecedência à aração. Este período pode variar dependendo do tipo de solo e da quantidade de resíduos da cultura anterior.

A aração realizada com enxada rotativa objetiva o revolvimento do solo e a incorporação da matéria orgânica. Geralmente, uma só aração bem realizada é suficiente. Entretanto, uma segunda aração se justifica, principalmente quando a primeira foi muito superficial, devido ao tipo de solo e à matéria orgânica não incorporada satisfatoriamente. Em solos profundos, é conveniente realizar a primeira aração em solo seco, a fim de não aprofundar mais o solo e ter problemas de atolamento de máquinas no momento da gradagem ou colheita. Havendo necessidade de uma segunda aração é

conveniente que esta seja feita uma semana após a primeira, para que a maioria das sementes das plantas daninhas germine e possa ser eliminada durante a segunda operação.

Quando o terreno apresenta algumas partes altas, que não se molham completamente e não sendo possível removê-las por meio de grade-de-dentes, há necessidade do uso da lâmina traseira. Nesta operação são efetuados pequenos cortes, levando a terra das partes mais altas do terreno para as mais baixas.

Para a gradagem ou nivelamento final, procede-se à drenagem do excesso de água, deixando somente a quantidade suficiente que permita observar as partes altas e baixas do terreno. Durante a gradagem, trata-se de levar a lama às partes mais baixas do terreno, para obter finalmente um melhor nivelamento.

Tanto no sistema de preparo do solo a seco como no alagado, a aração deve anteceder o plantio em 30 dias, de modo a permitir a decomposição da matéria orgânica. A gradagem ou o nivelamento final deve ser efetuada imediatamente antes da semeadura.

Com um bom nivelamento, o arroz apresenta florescimento e maturação mais uniforme, facilitando a determinação da época adequada de colheita, a qual influe na qualidade dos grãos. A prática de queimar palhada após a colheita antes do preparo do solo resulta em gradativa destruição do potencial produtivo do solo, portanto esta prática deve ser evitada tanto quanto possível.

8. SEMENTES E CULTIVARES RECOMENDADAS

A escolha de boas sementes de procedência idônea, com bom valor cultural e livre de misturas varietais, é fundamental para um bom estabelecimento da cultura.

8.1. Teste de germinação

Conhecendo-se previamente o poder germinativo da semente, há condições de orientação quanto à quantidade de sementes a ser colocada por cova ou por metro linear. Normalmente, as firmas fornecem o poder germinativo da semente que vendem; entretanto, em caso de dúvida, é fácil fazer uma verificação.

Passos para realizar o teste de germinação.

Determinado o lote a ser usado para o plantio, retiram-se, ao acaso, 100 sementes que serão colocadas em um prato ou bandeja contendo terra. Molhar diariamente para conservar a umidade.

Depois de dez dias, contar as sementes que nasceram. Se germinaram mais de 80 sementes, o lote está bom para o plantio. Se os lotes apresentarem germinação inferior a 80%, recomenda-se procurar outra semente. Se isso não for possível, aumentar a quantidade de semente por cova ou por metro linear de sulco.

Para maior segurança, o teste de germinação deve ser repetido.

8.2. Cultivares recomendadas

O agricultor deve tomar muito cuidado na escolha da variedade, pois desta decisão, às vezes, depende o sucesso ou insucesso do empreendimento.

No caso do arroz irrigado, a preferência deve recair em variedades de ciclo médio a precoce, por proporcionar maior economia de água de irrigação.

Outro aspecto importante a ser observado refere-se ao plantio de variedades recomendadas para cada estado. Normalmente, a recomendação é feita após uma série de avaliações no mesmo local e/ou região para a qual é recomendada.

A Tabela 10 apresenta as variedades recomendadas para cada estado, para a safra 91/92, e a Tabela 11 mostra algumas características destas variedades.

9. SEMEADURA

9.1. Época de semeadura

A época de semeaduras de arroz varia de região para região e, normalmente, dependem de uma série de fatores locais que podem ser limitantes. No Nordeste, a semeadura em solo seco geralmente é feita no início do período seco (julho, agosto). Na segunda safra, quando obtida, utiliza-se o transplante feito no início do período chuvoso (dezembro, janeiro). Em solos úmidos ou sujeitos a alagamento, é recomendável plantar mais cedo, antes que as chuvas tornem a semeadura extremamente difícil.

Nas regiões Centro-Oeste e Norte a época de plantio pode se iniciar em outubro e ir até dezembro. É importante estabelecer cronogramas para cada área implantada. Esta prática facilita, consideravelmente, o manejo d'água, além de melhorar a distribuição das atividades do equipamento agrário durante o período agrícola.

Nas localidades onde há disponibilidade de água para o cultivo de arroz, mediante um bom manejo, o plantio pode ser feito durante todo o ano. Neste caso, deve-se considerar como limitante a ocorrência de baixas temperaturas. Na fase de floração, temperaturas abaixo de 15°C causam esterilidade de espiguetas, o que irá reduzir drasticamente a produção de grãos. Baixas temperaturas também afetam a germinação das sementes e, quando ocorrem na fase vegetativa, reduzem o crescimento das plantas e conseqüentemente aumentam o ciclo da cultura.

9.2. População de plantas

O espaçamento de plantio está intimamente ligado com a população de plantas e depende de vários fatores, tais como: desenvolvimento vegetativo, cultivar, fertilidade, entre outros.

A quantidade de semente a empregar também depende de diversos fatores, dentre os quais destacam-se: poder germinativo, grau de pureza, perfilhamento da cultivar, espaçamento entre fileiras e método de semeadura.

10. MÉTODOS DE PLANTIO DE ARROZ IRRIGADO

A semeadura direta e o transplântio são os dois métodos gerais de plantio de arroz. A principal diferença entre os dois métodos é que, no transplântio, as plântulas são cultivadas primeiramente na sementeira, enquanto que na semeadura direta as sementes são distribuídas diretamente no local definitivo, quer seja a lanço ou em fileiras, em solo úmido ou seco.

10.1. Transplântio

O sistema de cultivo por transplante é o utilizado na região Nordeste, empregando baixos níveis de tecnologia. Este método de plantio de arroz irrigado apresenta como principais vantagens o controle eficiente das plantas daninhas, a alta produtividade e a adaptação para a produção de arroz irrigado por vazante, ou seja, em solos alagados, onde não é possível o controle de irrigação e drenagem. Tem como desvantagem a necessidade de se empregar muita mão-de-obra quando feito manualmente, o que o torna oneroso.

A sementeira deve situar-se em local de fácil acesso, próxima da área de plantio definitivo e onde haja facilidade de irrigação e drenagem. O preparo do solo deve ser feito da mesma forma recomendada para a área onde será feito o plantio definitivo.

A semeadura pode ser feita a lanço ou em linhas nas sementeiras. Podem ser usadas sementes secas ou sementes pré-germinadas, o que irá propiciar uma emergência mais rápida e uniforme. Uma sementeira com área total de 400 m² pode receber 45 kg de sementes. Esta quantidade pode produzir plântulas suficientes para um hectare.

Durante a primeira semana o solo deve ser mantido sempre saturado, através de irrigações intermitentes (banhos). Posteriormente, deve-se manter uma lâmina de água de até 5 cm, de acordo com o desenvolvimento da cultura.

As mudas atingem o tamanho adequado para transplante cerca de 25 dias após a emergência. A sementeira deve ser inundada um dia antes das mudas serem arrancadas, a fim de tornar o solo mais brando e facilitar esta operação. As plantas de arroz são tenras nesta idade e os colmos podem romper, se manejadas bruscamente. Danos demasiados às raízes ou colmos prolongam o período de maturação, reduzem o perfilhamento e, finalmente, diminuem o rendimento de grãos. As raízes das plantas devem ser lavadas para a retirada do excesso de solo e conservadas dentro d'água até o transplante, que deve ser feito dentro de no máximo dois dias.

Periodicamente, deve-se drenar as sementeiras para estimular a produção de mudas vigorosas, que se recuperam com facilidade após o transplante.

10.2. Semente pré-germinada

O sistema de semeadura com semente pré-germinada é empregado em áreas limitadas da região do Baixo São Francisco.

A pré-germinação é o método mediante o qual as sementes são hidratadas e logo ao serem postas em condições favoráveis a radícula e o coleóptilo iniciam o desenvolvimento. Visa, portanto, acelerar o processo de germinação.

Para pré-germinar as sementes recomendam-se os seguintes passos:

Hidratação - para a hidratação colocam-se as sementes em sacos, deixando espaço suficiente para que haja expansão das mesmas. Estes sacos são colocados em um recipiente contendo água, ou seja, um reservatório, canal, riacho, lago, por um período de 24 horas.

Incubação - após este período, os sacos são retirados da água e colocados em pilhas que não devem passar de três. As sementes devem ser colocadas à sombra, por um período de 36 a 48 horas, umedecendo-as de vez em quando para evitar que sequem por completo. Este tempo pode variar de acordo com a temperatura ambiente.

A semeadura deve ser feita quando o coleóptilo e a radícula atingirem um tamanho de 3 a 5 mm. É feita manualmente, a lanço,

sobre a lâmina de água de 5 a 10 cm, numa densidade que varia de 100 a 120 kg/ha. Com o objetivo de facilitar a distribuição uniforme das sementes, recomenda-se dividir os quadros em faixas de 6 m de largura. Após a semeadura deve-se baixar a lâmina de água, mantendo-se o solo saturado para favorecer o desenvolvimento do arroz.

Este método exige um perfeito nivelamento e preparo do solo e um bom manejo da água na fase inicial da cultura.

10.3. Semeadura a lanço ou em linha em solo seco

Este método é o mais usado nas áreas arrozeiras das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Consiste na distribuição das sementes diretamente no solo com a superfície drenada. A semeadura é feita a lanço ou em linhas. Quando a lanço é feita manual ou mecanicamente, sendo este através de distribuidor de calcário, tipo ciclone, ou com aviões agrícolas. Posteriormente, procura-se incorporar as sementes superficialmente ao solo por meio de grade-de-dentes ou discos. Devido a ocorrência de perdas de muitas sementes que ficam muito profundas e outras que permanecem na superfície, a quantidade de sementes empregada é maior que na semeadura em linha. O consumo de sementes varia de 120 a 150 kg/ha, dependendo do preparo do solo e da qualidade da semente. Este sistema impossibilita eliminação mecânica ou mesmo manual das plantas daninhas que se fizerem necessárias.

Na semeadura em linha utilizam-se semeadoras-adubadoras acopladas a tratores. São necessários 80 a 100 kg de sementes/ha, no espaçamento de 16,5 a 30 cm entre linhas, à profundidade de 3 a 5 cm.

Na semeadura em linha, que é o método mais empregado nas lavouras arrozeiras nessas regiões, comparada com a lanço, apresenta como vantagens a uniformidade de distribuição e germinação das sementes e menor gasto de sementes por unidade de área. Além disso, a distribuição do adubo na linha e abaixo da semente propicia

melhor aproveitamento dos nutrientes pela planta, em detrimento das plantas daninhas localizadas nas entrelinhas.

Como desvantagem deste método ocorre maior infestação de plantas daninhas, em virtude da inundação permanente a ser realizada somente três semanas após a emergência das plântulas de arroz.

O arroz semeado diretamente pode atingir a maturação 7 a 10 dias antes do transplantado. Essa redução de tempo pode ser importante onde se utiliza plantios sucessivos.

11. MANEJO DE ÁGUA

11.1. Distribuição

No caso de tabuleiros em contorno, do canal principal situado na parte mais alta do terreno, a água alimenta o primeiro tabuleiro, inundando-o totalmente, e o excesso vaza, por meio de telhas ou outra calha qualquer, situadas quase no topo do dique, inundando o tabuleiro seguinte logo abaixo, e assim por diante. Do último tabuleiro, o excesso de água (que aí já não deve ser muito volumoso) é recolhido nos drenos traçados nas partes mais baixas do terreno. Quando o arrozal é mais extenso, os tabuleiros mais distanciados do canal principal são alimentados pelos canais secundários.

Deve haver sempre uma sobra de água em cada tabuleiro, pois ela deve ser continuamente renovada, a fim de que fique bem arejada, condição indispensável para que as plantas subsistam. Consoante a forma dos tabuleiros, é até conveniente colocar as calhas de entrada e de saída mais ou menos em ziguezague, a fim de permitir a renovação completa de toda a água, evitando a estagnação nas extremidades dos tabuleiros ou uma renovação defeituosa.

No caso de tabuleiros retangulares, o manejo d'água pode ser feito com derivação d'água e drenagem individuais por tabuleiro.

11.2. Início da irrigação

No caso de não existir umidade suficiente no solo para germinação, a área deve ser irrigada logo após a semeadura, por um período que não exceda 24 horas, sob o perigo de acarretar o apodrecimento da semente. O início da irrigação propriamente dita dá-se com 10 a 15 dias após a emergência das plântulas.

11.3. Altura da lâmina

É um fator que afeta a produtividade do arroz. Sua influência é sobre o controle oferecido às infestações de plantas daninhas, e sobre o fornecimento normal de umidade à cultura. Água muito profunda,

além de retardar o perfilhamento, predispõe as plantas ao acamamento.

A lâmina de água deverá ser aumentada à medida que as plantas vão se desenvolvendo, até atingir uma profundidade de 10 a 15 cm, distribuída o mais uniformemente possível sobre toda a área da cultura.

11.4. Corte da água

A irrigação é necessária, no mínimo, até 20 dias após a emergência da panícula; portanto, deve-se proceder ao corte da água logo após este período, que corresponde de 10 a 15 dias antes da colheita.

12. PLANTAS DANINHAS E SEU CONTROLE

O controle adequado e oportuno das plantas daninhas destaca-se como um dos fatores que mais contribuem para aumentar a produtividade do arroz irrigado.

Já foram observadas perdas na produção superiores a 30% em arroz irrigado, e ainda mais drásticas no sistema de várzeas úmidas, onde a infestação é mais intensa, em função da elevada umidade do solo e da inexistência de uma lâmina de água contínua e permanente.

Devido à escassez de mão-de-obra nas regiões produtoras de arroz, muitas vezes o controle das plantas daninhas, durante os períodos críticos de concorrência, torna-se difícil, sendo, às vezes, efetuado tardiamente. Isto pode afetar seriamente a produção, ocasionando significativos prejuízos econômicos. Para que as medidas de controle surtam os efeitos desejados, é essencial que sejam efetuadas por métodos adequados a cada situação e na época oportuna, que geralmente situa-se nos primeiros 40 a 45 dias após a semeadura do arroz.

12.1. Principais espécies

No sistema de arroz de várzea ou irrigado, o número de espécies é bastante grande. Entre as gramíneas destacam-se as *Echinochloa* spp. (capim-arroz, barbudinho, canevão). Outra gramínea de grande importância é o arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) que, além de competir com a cultura por nutrientes, luz e espaço, cria sérios problemas no beneficiamento, industrialização e comercialização do arroz branco, por depreciar a sua qualidade.

As plantas daninhas que ocorrem com mais frequência na cultura do arroz irrigado e de várzea úmida constam na relação que se segue, com seus respectivos nomes científicos e comuns.

Principais plantas daninhas que ocorrem na cultura do arroz irrigado:

- Echinochloa crusgalli* (capim-arroz)
- Echinochloa colonum* (capim-arroz)
- Echinochloa cruz-pavonis* (capim-arroz)
- Oryza sativa* L. (arroz vermelho, arroz preto)
- Cyperus ferax* (junquinho)
- Cyperus iria* (tiririca-do-brejo)
- Cyperus difformis* (tiririca)
- Cyperus esculentus* (tiriricão)
- Fimbristylis miliacea* (cuminho)
- Aeschynomene rudis* (angiquinho)
- Leersia hexandra* (arroz-bravo)
- Heteranthera reniformis* (agriãozinho)
- Eclipta alba* (erva-de-botão)
- Ludwigia* spp.(cruz-de-malta).

12.2. Métodos de controle

Os principais métodos de controle de plantas daninhas são: controle preventivo, controle cultural, controle mecânico ou físico e controle químico.

12.2.1. Controle preventivo

O controle preventivo consiste no uso de práticas que visam prevenir a introdução, estabelecimento e a disseminação de certas espécies daninhas, em locais ainda não infestados por elas.

As principais medidas para o controle preventivo são:

- a) utilização de sementes livres ou isentas de sementes de plantas daninhas;
- b) uso de adubos (estrume), palha ou compostos isentos de sementes daninhas;
- c) limpeza completa dos implementos e equipamentos agrícolas, antes de usá-los na lavoura.

12.2.2. Controle cultural

O controle cultural consiste no uso de práticas ou condições que favoreçam o desenvolvimento da cultura, ou que permitam uma melhor capacidade competitiva da cultura em relação às plantas daninhas.

Indicam-se portanto:

- a) uso de uma população adequada de plantas por unidade de área, com determinado espaçamento entre fileiras de plantio, que permita a utilização de outras práticas culturais, ou rápido sombreamento das plantas daninhas;
- b) bom preparo do solo, com arações mais profundas;
- c) plantio na época recomendada;
- d) bom nível de fertilidade de solo;
- e) rotação de culturas.

12.2.3. Controle mecânico

O controle mecânico consiste no uso de práticas de eliminação das plantas daninhas através de capinas manuais ou mecânicas, aração e gradagens.

a) **Sistema manual** - Normalmente são feitas duas capinas, sendo a primeira tão logo as plantas daninhas alcancem altura aproximada de 10 a 15 cm e a segunda, cerca de 30 a 40 dias após a primeira. Em alguns casos, exige-se uma terceira capina, que poderá ser feita antes da fase de floração do arroz.

b) **Sistema mecânico** - É usado nas plantações mais extensas, onde o plantio é feito em linhas com semeadeiras. Neste processo pode ser recomendado o uso do cultivador de enxadinhas, carpideiras ou escarificadores de dentes. Considerando-se que o arroz possui um sistema radicular muito superficial, o cultivo deve ser raso, visando a eliminação das plantas daninhas e a escarificação do terreno, sem se

aprofundar ou levantar a terra para não afetar as raízes do arroz, prejudicando, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas.

12.2.4. Controle químico

Consiste na utilização de substâncias ou produtos químicos denominados herbicidas. Esses produtos são capazes de inibir o crescimento ou eliminar as plantas daninhas e suas sementes, sem causar danos às plantas do arroz. Existem diversos herbicidas específicos ou "seletivos" ao arroz, que podem ser usados em pré-emergência (a aplicação do herbicida é feita antes da emergência da cultura e/ou das plantas daninhas) e pós-emergência (a aplicação do herbicida é feita após a emergência da cultura e/ou das plantas daninhas).

Sabe-se que o controle químico tem suas vantagens, mas, por outro lado, tem também suas limitações, como a disponibilidade de água, equipamentos necessários (pulverizadores), mão-de-obra especializada para a aplicação, além dos altos custos dos herbicidas. O uso de herbicidas para o controle das plantas daninhas é uma técnica especializada que exige do usuário o conhecimento das suas características.

Pode haver, também, o risco de poluição ambiental em casos de uso inadequado. Antes de usar qualquer herbicida, deve-se ler atentamente o rótulo das embalagens para se conhecer melhor as características de cada produto, principalmente no que se refere aos cuidados no manuseio.

No arroz irrigado, a utilização de herbicidas destaca-se como um dos meios mais eficazes no controle das plantas daninhas, minimizando os seus efeitos na concorrência com a cultura.

O controle mecânico, realizado por meio de implementos manuais ou mecânicos, torna-se pouco viável ou até mesmo impraticável, devido às peculiaridades do sistema de irrigação por inundação utilizado nessas condições.

Em casos particulares, como em áreas de pequenas dimensões, esse método de controle pode ser utilizado desde que as lavouras sejam semeadas em fileiras regulares, para que a cultura não sofra muitos danos e, em certos casos, pode ser complementado com a uti-

lização de herbicidas para a obtenção de melhores resultados. Outra limitação do controle mecânico nesta condição é que torna-se uma prática de difícil operacionalidade, devido a exigência de mão-de-obra disponível na época apropriada e também em função da excessiva umidade do solo em determinados períodos, no caso de várzeas úmidas.

Quanto à época de aplicação, normalmente os herbicidas em arroz são usados em pré-plantio incorporado, em pré-emergência ou em pós-emergência.

- **Pré-plantio incorporado:** a aplicação é feita antes da semeadura da cultura e em seguida faz-se a incorporação do produto ao solo, geralmente com o uso de grades ou enxadas rotativas. Essa operação é realizada quando se usa produtos voláteis ou sujeitos à fotodegradação, como, por exemplo, o molinate.

- **Pré-emergência:** a aplicação é feita logo após a semeadura da cultura, porém antes da emergência desta e das plantas daninhas. Neste caso, há necessidade de um bom preparo prévio e um adequado teor de umidade superficial do solo, para a ativação do produto.

- **Pós-emergência:** a aplicação é feita após a emergência das plantas do arroz e das plantas daninhas. A eficiência, nesse caso, depende de vários fatores, como a dose do herbicida, o tamanho das plantas daninhas, a temperatura ambiente, entre outros.

Uma relação de herbicidas recomendados para o controle das plantas daninhas, na cultura do arroz irrigado, consta na Tabela 12.

Outro fator de fundamental importância na cultura do arroz irrigado é o manejo da água de irrigação. Um bom manejo tem sido reconhecido como um importante método de controle das plantas daninhas do arroz nesse sistema, condição esta em que muitas espécies não são capazes de germinar.

Uma das mais importantes razões para a submersão é o seu efeito direto no controle das plantas daninhas, especialmente gramíneas, e a emergência e os tipos de plantas daninhas estão estreitamente relacionados ao teor de umidade do solo e à espessura da lâmina de água.

Estudos mostram que lâminas de água superiores a 15 cm podem causar alguns efeitos prejudiciais ao arroz, tornando difícil o manejo de práticas culturais e, por outro lado, lâminas muito superficiais, menores que 2,5 cm, aumentam os problemas com as plantas daninhas.

12.3. Controle do arroz vermelho

O arroz vermelho pertence à mesma espécie do arroz cultivado, ou seja, *Oryza sativa* L. e pode ser descrito como uma planta anual, moderadamente perfilhada (10-15 perfilhos por planta), de porte mais alto que os cultivares modernos, possui coloração vermelha do pericarpo, degrana natural com alta umidade do grão, latência das sementes e não há como diferenciar o arroz vermelho do arroz cultivado quando em estágio de plântula.

Em função da infestação de plantas daninhas, os campos de produção ou os lotes de sementes poderão ser eliminados, por não preencherem os padrões de campo e de sementes da espécie.

Apesar dos contínuos esforços no sentido de se determinar métodos eficientes para o controle destas plantas daninhas, ainda não há um método isolado de controle que resolva por completo o problema nas áreas com alta infestação.

Para a obtenção de resultados satisfatórios é necessário acionar todos os meios disponíveis, desde as medidas preventivas, no sentido de evitar a disseminação para áreas onde ainda não exista o arroz vermelho, até as práticas de rotação de culturas.

No Rio Grande do Sul resultados satisfatórios foram obtidos utilizando-se a rotação com a pecuária e, principalmente, com a cultura da soja, onde além dos efeitos diretos da rotação há também a possibilidade do aproveitamento dos efeitos dos herbicidas aplicados na soja para o controle do arroz vermelho e preto.

12.4. Alternativas de controle do arroz vermelho

a) Sementes isentas de arroz vermelho

O controle preventivo desta espécie daninha é efetuado através da legislação de sementes que regula a sua comercialização interna. A legislação estabelece limites de tolerância para as sementes desta e de outras espécies daninhas proibidas.

É imperativo que se reduzam os limites de tolerância de arroz vermelho nas classes de sementes de arroz cultivado. Esta é uma condição fundamental e a primeira para que haja produção de arroz de boa qualidade.

b) Semente pré-germinada

A pré-germinação é um método que consiste em fazer com que a semente inicie o processo de germinação antes de ser levada para o campo. A associação desse manejo da cultura e da água, com a aplicação de herbicidas, melhora a eficiência do método, atingindo 80 a 90% de controle de arroz vermelho. O herbicida mais indicado é o molinate aplicado em pré-plantio incorporado, devendo-se realizar a incorporação imediatamente após a aplicação e inundar o solo em seguida.

c) Transplante

Certamente é o melhor método de evitar a emergência de arroz vermelho que está "armazenado" no solo. É um método que demanda muito trabalho braçal, adequado a pequenas propriedades e em locais que tenham disponibilidade de mão-de-obra.

d) Revolvimento do solo durante o período de pousio

Constitui-se em uma estratégia de controle que poderia ser adotada como uma medida auxiliar, com o objetivo de reduzir a quantidade de sementes de arroz vermelho no solo.

e) Rouging

Consiste em retirar as plantas indesejáveis de um determinado cultivo, por meio de catação manual. É um método eficiente desde que seja arrancada toda a planta e destruída fora da lavoura. A semeadura em linha facilita esta operação. É um método complementar indispensável, desde que a área não seja grande.

13. DOENÇAS E SEU CONTROLE

Em ordem de importância, as principais doenças que causam prejuízo à produção e qualidade de grãos de arroz, são: Brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.), Mancha-dos-grãos (*Drechslera oryzae*, *Phoma sorghina*, *D. halodis*, *D. rostratum*, *Alternaria padwickii*, *Gerlachia oryzae*, *Curvularia* spp., *Nigrospora* spp., *Pyricularia oryzae*), Mancha-parda (*Drechslera oryzae*) e Escaldadura (*Gerlachia oryzae*).

No sistema de cultivo de arroz irrigado todas as cultivares empregadas são suscetíveis a estas doenças, causando prejuízos variáveis, de ano para ano e de local para local, em função das condições climáticas, prevalência de raças dos patógenos, suscetibilidade das cultivares e manejo das práticas culturais.

O emprego de medidas de controle integrado é sempre mais eficiente que a adoção de um método isolado de controle, como, por exemplo, a simples aplicação de fungicidas

13.1. Brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.)

Sintomas - As lesões do fungo são produzidas sobre as folhas, nós, entrenós e diferentes partes da panícula. As lesões são elípticas, com as extremidades ponteadas, o centro cinza ou esbranquiçado e a margem marrom ou marrom-avermelhado. Lesões completamente desenvolvidas atingem 1,0 a 1,5 cm de comprimento por 0,3 a 0,5 cm de largura (Fig. 11). As lesões pequenas podem não apresentar o centro característico, devido a resistência da variedade, ou porque são muito recentes, ou devido a existência de alguma condição desfavorável ao seu desenvolvimento. Em condições de umidade elevada ou à sombra, variedades suscetíveis mostram lesões com pequena margem marrom, mas com halo amarelo. Com aumento do número e do tamanho, as lesões podem se coalescer, tomando uma grande área foliar.

Fatores que favorecem a incidência de brusone

As condições climáticas, edáficas, nutricionais e práticas culturais afetam a incidência e severidade de brusone.

A deposição de orvalho é o fator mais importante e é essencial à germinação e penetração do fungo. As diferenças de temperatura noturna e diurna permitem a deposição de orvalho em grande quantidade por período prolongado em lavouras com nivelamentos inadequados, as quais apresentam áreas não cobertas pela lâmina de água. Com isso, surgem focos de infecção primários, que se constituirão em fontes de disseminação do fungo para o restante da lavoura. Uma boa sistematização do terreno possibilita a formação da lâmina de água, reduzindo a quantidade de deposição e duração do orvalho. Isto se deve a maior temperatura da água durante à noite, em relação ao solo apenas saturado. Há um controle da temperatura do solo quando este estiver com lâmina de água, pois não haverá temperaturas extremas, devido a presença da água que tem um calor específico superior ao do solo. Além disso, a irrigação induz a resistência à penetração do fungo e o desenvolvimento das lesões nas folhas, devido às alterações metabólicas que ocorrem na planta.

A fase mais suscetível de ocorrência de brusone nas folhas ocorre no perfilhamento, variando de 20 a 55 dias após a emergência das plântulas. A falta de água nesta fase provoca alta incidência de brusone, podendo causar a morte de plantas. Este fenômeno é bastante freqüente em lavouras do Projeto Rio Formoso, no estado do Tocantins, em virtude do manejo inadequado da água de irrigação.

Quaisquer desequilíbrios nutricionais predispõem as plantas à alta severidade de brusone. A suscetibilidade das plantas à brusone nas folhas e panícula aumenta com altas doses de fertilizante nitrogenado aplicado por ocasião do plantio. A adubação nitrogenada em cobertura, quando realizada tardiamente, favorece a incidência de brusone na panícula. Portanto, a época adequada de aplicação de nitrogênio em cobertura seria no período da diferenciação do primórdio floral.

Maiores populações de plantas por área aumentam a incidência de brusone nas folhas.

Em plantios escalonados a incidência de brusone nas folhas e panículas aumenta nos últimos plantios, em virtude da disseminação do fungo proveniente das primeiras sementeiras.

Em locais que utilizam o sistema de transplante, como observado na região do Baixo São Francisco, o viveiro constitui uma fonte de disseminação da doença devido às altas populações de plantas e adubações, deposição mais prolongada de orvalho, o estágio da planta mais suscetível e à transmissão do patógeno pela semente.

Em geral, a incidência de brusone é maior nas lavouras onde se pratica a rotação arroz-soja, devido ao maior teor de matéria orgânica nesses solos.

Dentre os fatores climáticos que contribuem para a incidência de brusone nas panículas, incluem-se chuvas finas e contínuas, nebulosidade, baixa radiação solar por ocasião da emissão da panícula até a fase de grão leitoso.

Para que os solos possam secar suficientemente para suportar os equipamentos de colheita e devido aos inadequados sistemas de drenagem, parece ser necessário drenar as lavouras tão cedo quanto possível, após a floração. Entretanto, drenagem precoce também predispõe as panículas às altas incidências de brusone nos pedicelos e ramificações da panícula, na fase de grão pastoso a semiduro. Com isso, há prejuízo na colheita pelo aumento da degrana, provocado pelo impacto do molinete das colhedoras com as panículas.

Medidas de controle

Para o controle de brusone, recomenda-se um conjunto de práticas que incluem desde a sistematização do terreno até a colheita:

- bom nivelamento do solo;
- evitar plantios escalonados, efetuando a sementeira num menor período de tempo;
- usar adubação nitrogenada equilibrada e parcelada por ocasião da diferenciação do primórdio floral;
- uso de sementes de boa qualidade.

Regiões onde há falta de água para a formação da lâmina, no estágio de perfilhamento, requerem tratamento de sementes com produtos fungicidas sistêmicos (Tabela 13).

Em caso de alta ocorrência de brusone no estágio de perfilhamento, recomenda-se a submersão total das plantas por um período de 24 horas, seguida por drenagem e manutenção da lâmina de água à profundidade adequada (aproximadamente 5 a 10 cm).

Para o controle químico de brusone nas panículas, recomenda-se uma pulverização (Tabela 14) quando houver 5 a 10% das panículas emergidas. Em lavouras destinadas para produção de sementes podem ser feitas duas aplicações, realizando-se a primeira no estágio acima referido e a segunda, com intervalo de 10 dias.

13.2. Mancha-dos-grãos

Os agentes causais podem ser: *Pyricularia* sp., *Drechslera* sp., *Phoma* sp., *Cercospora* sp., *Gerlachia* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Nigrospora* sp.

Sintomas - Ocorre um escurecimento das glumelas, que podem variar de marrom a quase pretas. Pode haver, inclusive, apodrecimento das espiguetas. A incidência aparece como manchas isoladas ou pode descolorir parcial ou completamente as glumelas. Os sintomas podem ser vistos em espiguetas cheias ou vazias (Fig. 12).

Fatores que favorecem a incidência da doença - Um dos fatores que mais propiciam a incidência de mancha-dos-grãos é a ocorrência de chuvas contínuas por ocasião da emissão das panículas.

Medidas de controle - Para lavouras destinadas à produção de sementes, recomendam-se duas aplicações de fungicidas (indicados na Tabela 14), sendo a primeira quando 50% das panículas já emergiram e a segunda, 7 a 10 dias após.

13.3. Mancha-parda [*Drechslera oryzae* Syn. *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan – *Cochliobolus mylabeanus* (Ito e Kuribayashi) Drechsler e Daustur]

Sintomas - Os mais típicos aparecem nas folhas e glumelas, mas podem aparecer sobre o coleóptilo, bainhas e ramificações das panículas. As lesões típicas são ovais e circulares (Fig. 13). Quando completamente desenvolvidas são marrons, com centro cinza ou esbranquiçado e, se ainda não se desenvolveram, podem aparecer como pontos marrom-escuros ou púrpuros. Em cultivares altamente suscetíveis, as lesões podem atingir até 1,0 cm de comprimento. Sobre as glumelas as manchas podem ser marrom-escuras ou negras, chegando, em casos severos, a cobrir todo o grão, inclusive o endosperma.

Medidas de controle - Não se recomenda a aplicação de nenhum fungicida para o controle de manchas nas folhas. Entretanto, para o controle de mancha-dos-grãos podem ser utilizados os produtos indicados na Tabela 14.

13.4. Escaldadura (*Gerlachia oryzae* Syn., *Rhynchosporium oryzae* Hushloka e Yokogi)

Sintomas - A doença inicia-se pela extremidade apical das folhas e pelas bordas da lâmina foliar. A mancha não apresenta margem bem definida e tem inicialmente coloração verde-oliva. Mais tarde, as áreas atacadas mostram uma sucessão de faixas concêntricas, as quais vão se alternando em faixas marrom-claras e escuras (Fig. 14). À medida que aumenta a superfície coberta pela mancha, ocorre o secamento da área e a morte das folhas. Essas manchas são mais frequentes nas folhas baixas. Na margem de uma mancha jovem há grande esporulação do fungo, identificada por uma coloração esbranquiçada.

Adubação nitrogenada excessiva e chuvas contínuas no estágio de emborrachamento predis põem as plantas à alta incidência da doença. As sementes infestadas com o fungo transmitem a doença.

Não se recomenda nenhum controle químico, pois a escaldadura é uma doença de ocorrência esporádica.

14. INSETOS-PRAGAS E SEU CONTROLE

A cultura de arroz irrigado nas regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte é atacada por diversos insetos-pragas, desde a semeadura até a colheita, e estes problemas estendem-se ainda aos grãos armazenados.

Embora não se disponha de um levantamento específico sobre os danos causados pelos insetos-pragas na cultura do arroz, estima-se que as perdas de produção oscilam de 10 a 18%, dependendo da região e do manejo da cultura.

Os principais insetos-praga do arroz irrigado são:

- Gorgulhos aquáticos (*Oryzophagus oryzae*, *Lissorhoptrus tibialis*);
- Broca-do-colo (*Elasmopalpus lignosellus*);
- Cascudos pretos (*Stenocrates* sp., *Dyscinetus dubius* e *Eue-theola humilis*);
- Pulga-do-arroz (*Chaetocnema* sp.);
- Cigarrinha-das-pastagens (*Deois* spp.);
- Lagartas-das-folhas (*Spodoptera frugiperda*, *Mocis latipes*);
- Broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*);
- Percevejos (*Tibraca limbativentris*, *Oebalus* spp.).

As recomendações técnicas para o controle de insetos-pragas na cultura do arroz irrigado nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste visam o emprego de medidas integradas capazes de reduzir os danos à cultura.

14.1. Gorgulhos aquáticos (*Oryzophagus oryzae*, *Lissorhoptrus tibialis*)

A espécie mais comum é *O. oryzae*, que tem o corpo acinzentado com manchas brancas e comprimento de 2,6 a 3,5 mm (Fig. 15). As larvas brancas (Fig. 16), conhecidas por "bicheira da raiz do arroz", alimentam-se das raízes, podendo provocar a destruição par-

cial ou total das mesmas. As plantas atacadas ficam menores, amareladas e com as extremidades das folhas murchas. Lavouras com boa sistematização do solo e, conseqüentemente, com maior uniformidade na camada de água de irrigação, são menos prejudicadas pela praga. A destruição dos restos de cultura e a manutenção das bordaduras dos campos no limpo contribui para o abaixamento das populações. O controle curativo da praga pode ser feito, com inseticida carbamato sistêmico granulado (Tabela 15) em cobertura nos tabuleiros infestados, quando a amostragem demonstrar uma média de 0,5 larva por colmo. O controle químico pode ser feito, também, contra o inseto adulto nas folhas, quando após a inundação for observada uma média de seis insetos por dez colmos.

14.2. Broca-do-colo (*Elasmopalpus lignosellus*)

A mariposa (Fig. 17) é de coloração cinza-clara a cinza-escura e mede de 15 a 25 mm de envergadura. A lagarta completamente desenvolvida mede aproximadamente 15 mm de comprimento, apresentando cabeça cor marrom-escuro e o restante do corpo de coloração verde-avermelhada. O dano se inicia com a penetração da lagarta na planta, pouco abaixo da superfície do solo, onde faz um orifício transversal à haste (Fig. 18). Ligado ao orifício de entrada, a lagarta constrói um tubo com teia, terra e detritos vegetais, dentro do qual se abriga. Ocorre antes da inundação do arrozal ou após esta, em áreas não atingidas pela lâmina de água, sendo mais prejudicial quando ataca plantas ainda não-perfilhadas, provocando o sintoma conhecido por "coração morto".

O controle pode ser feito pelas seguintes medidas: incorporação dos restos de cultura após a colheita; manter o solo livre de vegetação por um período de quinze a vinte dias antes do plantio; efetuar o plantio em solo úmido, após início das chuvas; inundação do arrozal; pulverização de inseticida, em alto volume, na base das plantas, no início das infestações, quando ocorrer risco do número médio de plântulas/m² ficar inferior a 25 (Tabela 15).

14.3. Cascudos pretos (*Stenocrates* sp., *Dyscinetus dubius* e *Euetheola humilis*)

A espécie mais comum é *E. humilis*, que mede 14 mm de comprimento, possui coloração avermelhada logo que emerge da célula pupal e depois torna-se preto (Fig. 19). As larvas são conhecidas por "bicho-bolo", apresentam cabeça marrom-claro e a extremidade do abdome escura (Fig. 20). Adultos e larvas reduzem a população de plantas novas, sendo os adultos bem mais prejudiciais.

Para o controle são recomendadas as seguintes medidas: destruição dos restos de cultura após a colheita, por incorporação ou queima; inundação do arrozal; armadilha luminosa; semeadura de sementes tratadas com inseticida (Tabela 15), em toda a área ou em áreas pequenas, antecipada em relação ao plantio geral, para servir de cultura-armadilha. Antes da inundação os cascudos também podem ser controlados pela aplicação de inseticidas (Tabela 15) nas manchas que apresentarem mais de um inseto/m².

14.4. Pulga-do-arroz (*Chaetocnema* sp.)

É um besourinho de coloração preta (Fig. 21) que mede 1,5 mm de comprimento e possui fêmures posteriores dilatados, o que lhe permite grande capacidade de salto. Alimenta-se, principalmente, das folhas e pode provocar a morte de plantas novas.

São recomendados para o seu controle a manutenção da cultura no limpo; inundação do arrozal; incorporação dos restos de cultura; pulverização com inseticida (Tabela 15) quando forem observados 2 insetos por folha da planta ou quando for coletada uma média de 10 insetos/golpe de rede de varredura.

14.5. Cigarrinha-das-pastagens (*Deois* spp.)

São insetos de 7 a 12 mm de comprimento, corpo ovalado, de coloração geral preta, marrom ou vermelha (Fig. 22). Esses insetos danificam diretamente as plantas pela atividade de alimentação, cuja

consequência pode ser o secamento total ou parcial das mesmas "queima de cigarrinhas" (Fig. 23).

Para o controle dessa praga recomenda-se: plantar em épocas que evitem a coincidência dos picos populacionais de cigarrinhas com a fase de plantas novas (com menos de 35 dias de idade); incorporação dos restos de cultura após a colheita; inundação do arrozal; quando o plantio tiver de ser feito em área com grande probabilidade de ocorrer cigarrinha em plantas ainda jovens, utilizar sementes tratadas com inseticidas sistêmicos (Tabela 15); pulverização foliar com inseticida sistêmico quando seis ou mais cigarrinhas forem encontradas/m² de lavoura.

14.6. Lagarta-das-folhas (*Spodoptera frugiperda*, *Mocis latipes*)

A primeira espécie é conhecida por "lagarta-militar" (Fig. 24) e a segunda por "coruquerê-dos-capinzais" ou lagarta "mede-palmo" (Fig. 25).

As infestações destas lagartas numa lavoura de arroz podem resultar de ovoposições feitas nas plantas ou de migração de lagartas procedentes de vegetação atacada, existente na proximidade. No primeiro caso, os danos às plantas são gradativos, iniciando-se por pequenas perfurações nas folhas, que podem se mostrar comidas nas bordas. No segundo caso, os estragos são rápidos, pois lagartas migratórias são bem desenvolvidas e vorazes, podendo devorar as plantas de arroz sem distinção de folhas e talos.

Infestações na fase inicial da cultura podem ser controladas através da inundação do arrozal. O controle químico (Tabela 15) deve ser feito na fase vegetativa, quando a área foliar do arroz for reduzida em 25%. Durante a fase reprodutiva do arroz esse valor deve ser reduzido à metade.

14.7. Broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*)

A mariposa (Fig. 26) tem 25 mm de envergadura.

As lagartas, depois do primeiro instar, penetram nos colmos onde se desenvolvem (Fig. 27), podendo provocar, pela atividade de alimentação, os sintomas de "coração morto" e "panícula branca".

As seguintes medidas podem ser utilizadas para diminuir o dano desse inseto: evitar plantar arroz próximo de cana-de-açúcar ou milho; evitar excesso de adubação nitrogenada; incorporação ou queima dos restos de cultura após a colheita; utilizar variedades resistentes; aplicar inseticida (Tabela 15) quando forem encontradas, durante a fase vegetativa do arroz, duas massas de ovos/100 colmos e uma massa de ovos/100 colmos, durante a fase reprodutiva.

14.8. Percevejos (*Tibraca limbativentris*, *Oebalus* spp.)

O *T. limbativentris* é conhecido por percevejo-do-colmo e o *Oebalus* spp., como percevejo-dos-grãos.

O percevejo-do-colmo (Fig. 28) suga as hastes das plantas. Na fase vegetativa provoca o sintoma de "coração morto" e, na fase reprodutiva, o aparecimento de "panículas brancas" (Fig. 29) ou de panículas com alta percentagem de espiguetas vazias.

Os percevejos-dos-grãos (Fig. 30) dão preferência a sugar os grãos imaturos do arroz, mas sugam também as partes verdes da planta. As espiguetas na fase leitosa, quando sugadas, podem ficar vazias, enquanto a alimentação em espiguetas com conteúdo pastoso pode originar grãos manchados que quebram-se facilmente no beneficiamento. Para controlar esses insetos são recomendadas as seguintes medidas: evitar plantio escalonado de arroz na mesma área ou em áreas próximas; destruição dos restos de cultura após a colheita (incorporação ou queima); arroz como cultura-armadilha; pulverizar inseticida (Tabela 15) quando for encontrada uma média de 10 percevejos do colmo/100 colmos e 8 percevejos dos grãos/100 panículas.

15. COLHEITA

A colheita na época certa é de fundamental importância para melhor qualidade e maior rendimento do produto. O arroz está no ponto de colheita quando 80% da lavoura apresenta panículas pendentes, com pelo menos 2/3 dos grãos já maduros, ou seja, de coloração amarelada. Para a maioria das cultivares, a umidade ideal para a colheita situa-se entre 18/24%. Colheita precoce, quando os grãos encontram-se com teor de umidade muito elevado, favorece o aparecimento de grãos mal formados e gessados. Quando o arroz é colhido com umidade muito baixa, ocorrem perdas por degranação natural e trincamento dos grãos, o que se reflete em reduzido rendimento de grãos inteiros no beneficiamento.

A colheita feita com combinadas, associada à secagem artificial, é um processo bastante difundido no Brasil. Existem vários tipos de colheitadeiras, desde as de pequeno porte, tracionadas por trator, até as combinadas (automotrizes), com 6 metros de lâmina de corte, podendo colher até 800 sacos/hora. A regulagem adequada dos mecanismos internos e externos da máquina é fator decisivo para o sucesso da operação de colheita. Atenção especial deve ser dada à manutenção e conservação do equipamento, bem como à velocidade do molinete, que deve ser superior ao deslocamento no campo e suficiente para puxar as plantas para dentro da máquina. Já foram observadas perdas de aproximadamente 300-650 kg/ha, quando combinadas operaram mal ajustadas e sem os devidos cuidados de manutenção.

O uso de combinadas facilita a colheita mas requer a secagem imediata do produto, uma vez que o arroz é trilhado com elevado teor de umidade. Portanto, o sucesso da colheita com combinadas depende também de métodos de secagem práticos e eficientes, que removam a tempo o excesso de umidade dos grãos.

Para viabilizar a colheita do arroz no estágio ideal de maturação e minimizar perdas por degranação natural, é aconselhável que se estenda o período da colheita através de semeadura escalonada ou do uso de cultivares com ciclos diferentes. É também recomendável que não se inicie o trabalho de colheita muito cedo, pela manhã, antes que o orvalho tenha secado.

16. SECAGEM

Por ocasião da colheita, o arroz normalmente contém umidade excessiva para sua conservação e torna-se necessário submetê-lo a um processo adequado de secagem, reduzindo-se o seu teor de umidade até em torno de 13-14% para um armazenamento seguro e sem danos à qualidade.

Durante a secagem, forma-se um gradiente de umidade no grão, do centro para a periferia. Quando se torna muito elevado, esse gradiente conduz à tensões físicas que produzem trincamentos nos grãos e resultam em maiores percentuais de grãos quebrados durante o descasque e polimento. Se, por outro lado, a secagem for muito lenta, também será prejudicial, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos.

A secagem mecânica, ou artificial, é de grande utilidade para o produtor que colhe maior volume de arroz e necessita armazená-lo por algum tempo, antes da comercialização. Em secadores mecânicos com ar forçado e aquecido, os grãos são mantidos estáticos ou em movimento e perdem umidade pela ação do ar aquecido, introduzido no secador por meio de um ventilador. A temperatura de secagem é controlada com o auxílio de um termômetro à vista ou de um termômetro e um termostato. É recomendável que a temperatura da massa de grãos não ultrapasse 42°C, para evitar danos ao produto. O tempo de secagem varia de acordo com o teor de umidade inicial dos grãos, o método de secagem utilizado e a umidade relativa do ar.

A secagem pode ser contínua ou intermitente. Na secagem contínua, como o próprio nome indica, a redução de umidade ao nível desejado é realizada em uma única operação. Na intermitente, a secagem é efetuada em duas ou mais etapas gradativas e este é o método mais indicado quando o arroz é colhido com elevado teor de umidade. Neste caso é aconselhável e mais seguro passar o arroz imediatamente pelo secador, até o mesmo atingir uma umidade em torno de 18-20%. Após isso, através de mais uma a três operações de secagem sucessivas, este teor de umidade deve ser reduzido até 13-14%. Depois de cada passagem pelo secador o arroz deve ser arma-

zenado em silo, depósito ou tulha, durante um intervalo de tempo denominado de período de repouso, para uniformização da umidade no interior do grão e diminuição do gradiente de umidade. Os períodos de repouso normalmente usados variam de 6 a 24 horas, e em cada passagem pelo secador a redução da umidade não deve exceder de dois a três pontos por cento.

17. ARMAZENAMENTO

Ao ser levado para o armazém o arroz deve estar limpo e com teor de umidade adequado (13-14%). A limpeza do armazém é também indispensável, contribuindo para evitar a formação de focos de propagação de insetos.

Durante o armazenamento o arroz está sujeito a influências do meio ambiente e a modificações intrínsecas ao próprio grão. Os principais fatores que controlam a conservação do produto são o teor de umidade dos grãos, a umidade relativa do ar e a temperatura local de armazenamento.

O teor de umidade dos grãos varia de acordo com a umidade relativa do ar. Em ambientes com umidade relativa superior a 70-75%, o teor de umidade do arroz torna-se excessivo para uma boa conservação. A atividade dos insetos que atacam os grãos armazenados é intensificada em temperaturas entre 28-25°C. Grãos danificados por insetos resultam em quebras de peso do produto e favorecem a infestação por fungos, ocasionando perdas adicionais por fermentações, modificação das qualidades organolépticas (alterações no gosto e odor natural do produto) e redução do valor nutritivo.

Após a colheita e secagem, o arroz deve ser embalado em sacos de 60 kg, armazenado em local seco e ventilado, evitando contato da sacaria com o piso e o acesso de animais. Os sacos devem ser empilhados sobre estrados de madeira e dispostos em fileiras, permitindo a circulação entre as várias quadras através de ruas principais e travessas. Deve também ficar um espaço livre entre as pilhas e as paredes do armazém, para facilitar a ventilação e o deslocamento do pessoal encarregado da manutenção.

Devido à seriedade dos danos causados por insetos durante o armazenamento, recomenda-se o controle químico através de fumigação ou expurgo, antes de o produto entrar no armazém (controle curativo), e realização de fumigações periódicas com inseticida para evitar reinfestações (controle preventivo).

Para a fumigação, recomenda-se o uso de fosfina, produto que não afeta o poder germinativo das sementes e não deixa resíduo no

produto destinado ao consumo. Na fumigação do arroz ensacado, em câmaras móveis (tendas plásticas), recomendam-se as seguintes dosagens:

- 1 tablete de 3g (1g p.a.) para 20 sacos ou 1 comprimido de 0,6g (0,2g p.a.) para 4 sacos, se a temperatura for inferior a 20°C;
- 1 tablete de 3g para 30 sacos ou 1 comprimido de 0,6g para 6 sacos, se a temperatura for superior a 20°C.

Em ambos os casos, o tempo de exposição deve ser de 72 horas. As pilhas devem ficar sobre o piso impermeável e as bordas da tenda apertadas, junto ao piso, por tubos de lona contendo areia, para que não haja possibilidade de vazamento do gás. Os comprimidos ou tablettes devem ser colocados espaçadamente nas pilhas, entre os sacos, ou em pequenas caixas de madeira, no piso, nos quatro lados da pilha.

Além do expurgo, recomenda-se a aplicação de inseticida a cada 30 dias na sacaria, paredes, teto, entradas, etc. O inseticida pode ser aplicado da seguinte maneira:

- em polvilhamento, Malation 2% na razão de 5g por metro quadrado de armazém;
- em pulverização, Malation 50% em U.B.V. na razão de 1 litro do produto por 300 metros quadrados de armazém;
- em nebulização, Malation 50% misturado com óleo diesel na proporção de um litro de inseticida para cinco litros de óleo. Este é considerado o método mais eficiente e um litro dessa mistura dá para 1.000 metros quadrados de armazém.

Uma outra opção para o uso do Malation é sua aplicação diretamente nos grãos sob forma líquida, utilizando dosador especial à razão de 20g p.a./tonelada de grão ou na formulação pó a 2%, nas quantidades de 0,5g, 1,0g e 1,5g/kg de grão para proteção durante 60, 150 e 180 dias, respectivamente.

18. BENEFICIAMENTO

A conversão do arroz em casca (cariopse) a uma forma apropriada ao consumo humano implica na remoção da casca (lema e palha) e no polimento ou remoção das camadas externas da semente, que se constitui no farelo. A exigência do mercado consumidor baseia-se, principalmente, na aparência do grão, sendo que o aspecto nutritivo é sacrificado em favor de grãos brancos e translúcidos, obtidos através do descasque e polimento durante o processo de beneficiamento.

Os engenhos ou máquinas de beneficiar arroz são de vários tipos e tamanhos, mas o processo de beneficiamento em grandes e pequenos engenhos é essencialmente o mesmo. Apenas a maior ou menor exigência do mercado resulta em variação, tanto nos cuidados como no número e intensidade das operações a que o arroz é submetido durante o seu preparo.

O beneficiamento dos grãos pode ser dividido em cinco etapas ou operações: limpeza, descascamento, brunição, polimento e classificação. Como resultado final dessas operações, obtém-se arroz descascado e polido, comercialmente constituído de grãos inteiros, acompanhados de maior ou menor proporção de grãos quebrados e o farelo, subproduto composto das partes que formam as camadas externas do grão, juntamente com o embrião, utilizado normalmente no preparo de rações e para extração de óleo.

O arroz destinado à comercialização é classificado de acordo com as normas elaboradas pelo Ministério da Agricultura, cujo objetivo é definir as características de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz e de seus fragmentos, e que estabelecem o seguinte:

- **grão inteiro:** grão descascado e polido, que apresentar comprimento igual ou superior a três quartas partes do comprimento mínimo da classe a que pertence;

- **grão quebrado:** pedaço de grão de arroz descascado e polido, que apresentar comprimento inferior a três quartas partes do com-

primimento mínimo da classe a que pertence, e que ficar retido em peneira de furos circulares de 1,6 milímetros de diâmetro;

- **quirera**: fragmento de grão de arroz que vazar em peneira de furos circulares de 1,6 milímetros de diâmetro.

Tanto a máquina como a própria operação de beneficiar têm apreciável influência na classificação comercial do produto obtido. Delas dependerá o grau de polimento dos grãos e a maior ou menor quantidade de impurezas ou defeitos, fatores esses levados em conta na classificação e tipificação do produto.

Limpeza - O arroz em casca recebido nos engenhos de beneficiamento pode conter matérias estranhas, tais como restos culturais, grãos chochos, fragmentos de grãos e até mesmo impurezas metálicas, devendo por isto passar por uma limpeza antes de ser submetido às demais operações. A máquina de limpeza é geralmente constituída de uma ou mais peneiras vibratórias, com furos de diferentes tamanhos.

Nas máquinas mais aperfeiçoadas (ar e peneira), antes que o arroz caia na peneira a sujeira mais leve é aspirada por uma corrente regulável de ar. Após a separação pelas peneiras do material maior que os grãos, o arroz atravessa uma nova corrente de ar, que remove grãos chochos e outras impurezas mais leves. Pode também ser usado um separador magnético para reter impurezas metálicas, que poderiam danificar o descascador.

Descascamento - Existem vários tipos de implementos apropriados para descascar o arroz. Um dos mais usados consiste em dois discos metálicos, horizontais, o superior fixo e o inferior dotado de movimento giratório e sujeito à graduação vertical, sendo as faces adjacentes de ambos revestidas de esmeril especial. O intervalo entre os discos pode ser graduado, de modo a permitir a passagem do arroz entre eles e a remoção da casca com um mínimo de danos.

Peneiras removem pontas de arroz (quirera), fragmentos de casca e alguma película eliminada (farelo). Depois de passar pela peneira o arroz e a casca entram em um canal, onde a casca é aspirada por uma corrente regulável de ar e soprada para fora.

Nem sempre o descascador remove a casca de todo o arroz que recebe, e a ocorrência de grãos com casca (marinheiros) no brunidor é prejudicial. Um bom implemento, do tipo descrito acima, pode descascar 80 a 90% do arroz.

A separação do arroz em casca presente no arroz descascado é efetuada em máquina denominada Separador de Marinheiros, dotada de movimento de vaivém e de inclinação graduável que separa a mistura pela diferença de peso específico e pela textura dos grãos. Com o movimento oscilante da máquina, o arroz em casca move-se para cima e volta ao descascador, enquanto o descascado desce até a parte inferior do implemento e passa à operação seguinte.

Brunição ou branqueamento - O arroz descascado contém ainda a película que deve ser totalmente removida no processo de branqueamento. Ordinariamente, uma pequena porção de albúmen é também eliminado.

Esta operação é efetuada no brunidor, constituído de um cone metálico, com a superfície revestida de esmeril e montado em um eixo vertical, em posição invertida. O cone gira em alta velocidade dentro de uma armação de ferro, de igual conicidade, onde é montado certo número de traves de borracha e há uma peneira metálica. O arroz, penetrando pela parte superior do brunidor, passa no espaço anular entre o cone e as borrachas e, por fricção, perde as camadas externas, que atravessam as malhas das peneiras, vindo a constituir o farelo.

A intensidade de brunição pode ser regulada abaixando-se ou elevando-se o cone. Quanto menor for o espaço entre eles e as travas de borracha, maior será o grau de branqueamento e a quantidade de farelo e de grãos quebrados. Em geral, a operação é realizada gradativamente, empregando-se uma série de dois, três ou mais brunidores.

Polimento - Para melhor aparência, o arroz, após a brunição, passa ao polidor, com a finalidade de desprender algum resto de farelo dos grãos e dar-lhe maior brilho. Isto é obtido mediante a fricção dos grãos entre um cone rotativo revestido de escovas de cabelo ou tiras de couro de qualidade especial e uma tela de chapa per-

furada. Os grãos são como que escovados entre o cone e a tela metálica e, assim, limpos e polidos. Se for conveniente tratamento mais esmerado, pode ser empregado mais de um polidor, assim como pequena quantidade de talco, ou outra substância seca semelhante, às vezes adicionada ao último implemento da série, a fim de intensificar a coloração branca do grão.

Classificação - O arroz, depois de polido, constitui uma mistura de grãos inteiros e fragmentos de grãos de vários tamanhos, que devem ser separados adequadamente, a fim de se obter um produto de acordo com a qualidade desejada e os requisitos comerciais.

A separação, ou classificação, é geralmente realizada em peneiras planas, dotadas de movimento oscilatório e providas de perfuração de diferentes diâmetros. Gradualmente, essas peneiras permitem a passagem e a separação dos vários fragmentos de grãos, até que o arroz inteiro, contendo uma proporção adequada de quebrados, seja finalmente recolhido. Para a obtenção de tipos especiais, o produto pode ainda ser submetido ao classificador cilíndrico ou trieur.

Além das operações de beneficiamento anteriormente consideradas, o arroz pode ser objeto de mais um tratamento, que tem a finalidade de dar-lhe uma aparência lustrosa e translúcida, desejável em certos mercados. Para obter esse aspecto, os grãos são submetidos à operação denominada esmaltação, que consiste em revesti-los de uma tênue camada de "esmalte", que lhes dá um brilho vítreo. Os ingredientes de esmaltação são geralmente glicose e talco, às vezes parafina.

Rendimento no beneficiamento - O rendimento de grãos inteiros, uma das características de qualidade no beneficiamento, tem apreciável influência na cotação do produto no mercado. Assim como o rendimento total (inteiros + quebrados), ele varia de acordo com a cultivar, com o teor de umidade e com a forma e tamanho dos grãos. É ainda influenciado pelo método de colheita, secagem e pelas condições climáticas após a floração.

De acordo com as normas de classificação do produto, ao arroz em casca é atribuído uma renda base de 68%, constituída de um rendimento do grão de 40% de inteiros mais 28% de quebrados e qui-

ra, apurados depois do produto descascado e polido. Para valoração do produto, com rendimento de inteiros e quebrados, superiores ou inferiores a esses percentuais básicos, é efetuada a aplicação de coeficientes estipulados nas mesmas normas.

Parboilização - As perdas de substâncias nutritivas que ocorrem durante o beneficiamento, lavagem e cozimento do arroz podem ser reduzidas através de métodos especiais. Dentre esses métodos destaca-se a parboilização, ou seja, o tratamento do arroz antes do beneficiamento, que promove maior retenção de vitaminas e outros nutrientes no grão.

Em linhas gerais, o processo consiste em colocar o arroz em casca em água aquecida, sob pressão, após sujeitá-lo à ação de vapor a baixa pressão. Depois de seco e resfriado, o produto obtido é finalmente beneficiado da maneira usual.

Desse tratamento resulta maior retenção dos constituintes solúveis em água, presentes nas camadas externas do grão, graças a sua penetração no albúmen, onde ficam a salvo de eliminação durante o beneficiamento. Além disso, ao arroz submetido à parboilização são atribuídas as vantagens de remoção mais fácil da casca, maior rendimento de grãos inteiros, melhor conservação e maior resistência ao ataque de insetos. Por outro lado, o cozimento do arroz parboilizado é mais demorado, e os grãos tornam-se amarelados e com odor característico, podendo torná-lo menos aceitável pelo consumidor, habituado ao arroz branco.

As vantagens do uso do arroz parboilizado tem levado a modificações da técnica de parboilização, no sentido de superar as objeções do consumidor, através da obtenção de um produto de melhor qualidade, de cor, cheiro e paladar comparáveis ao arroz polido, bem como reduzir o tempo de seu preparo para a mesa.

19. LITERATURA CONSULTADA

- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.M. **Guia de herbicidas** 2. ed. Piracicaba: Livroceres, 1988. 603p.
- AMATO, G.W.; SILVEIRA FILHO, S. **Parboilização do arroz no Brasil**. Porto Alegre: CIENTEC, 1991. 98 p.
- BARBOSA FILHO, M. P. **Nutrição e adubação do arroz: sequeiro e irrigado**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 129p. (Boletim Técnico, 9).
- CHANG, T.T.; BARDENAS, E.A. **The morphology and varietal characteristics of the rice plant**. Los Baños: IRRI, 1965. 40 pp. (Technical Bulletin, 4)
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DE SOLOS. **Recomendações de adubação para o estado da Bahia: 1ª aproximação**. Salvador: EMATER, 1980. 89p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DE SOLOS. **Recomendações de adubação para o estado do Ceará: 1ª aproximação**. Fortaleza: EMATER, 1978. 1v.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DE SOLOS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª aproximação**. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Convênio Informativo Técnico, 1)
- DE DATTA, S.K. **Principles and practices of rice production**. New York: Willey - Interscience, 1981. 618p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Relatório científico 1984**. Goiânia, 1985. p. 117-124.
- FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição da cultura do arroz**. Rio de Janeiro: Campus, 1984. 341p.
- FAGERIA, N.K. **Identificação de distúrbios nutricionais do arroz e sua correção**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1976. 28p. (EMBRAPA-CNPAF. Boletim Técnico, 2).

- FARIAS, F.J.C.; BANDEIRA JUNIOR, A.P.; YOKOKURA, T. **Diagnóstico da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) no Maranhão**. São Luís: EMAPA, 1988. 27p. (EMAPA. Documentos, 10).
- FERREIRA, E.; MARTINS, J.F. da S. **Insetos prejudiciais do arroz no Brasil e seu controle**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 67p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 11).
- FONSECA, L.; BARBOSA FILHO, M.P.; ESPINOSA, W. **Arroz irrigado: sistema de produção para a região do Baixo São Francisco; recomendações técnicas**. Brasília: PROINE, 1988. 118p.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1978. 531p.
- HALL, C.W. **Drying farm crops**. East Lansing: Michigan State University, 1957. 336p.
- JUSTICE, O.L.; BASS, L.N. **Principles and practices of seed storage**. Washington: USA, 1978. 289p.
- KIMATI, H.; SOAVE, J.; ESKES, A.B.; KUPOZAWA, C.; BRIGNANI NETO, F.; FERNANDES, N.G. **Guia de fungicidas agrícolas**. Piracicaba: Livrocere. 1986. 281p.
- MACHADO, M.O. Caracterização e adubação do solo. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado (Pelotas, RS). **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.129-179.
- MISSISSIPI STATE UNIVERSITY. **Seed aeration, drying, conditioning and storage**. Starkville, 1991. 333p.
- PRABHU, A.S.; BEDENDO, I.P. **Principais doenças do arroz no Brasil**. 2. ed. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP. 1990. 31p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 2).

- PRABHU, A.S.; VIEIRA, N. R. de A. **Sementes de arroz infectadas por *Drechslera oryzae*: germinação, transmissão e controle.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1989. 39p. (EMBRAPA-CNPAF. Boletim de Pesquisa, 7).
- SILVEIRA FILHO, A. Herbicidas recomendados para a cultura do arroz irrigado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.127, p.35, 1985.
- STONE, L.F. **Manejo de água na cultura do arroz.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1984. 80p. Mimeografado.
- XAVIER, F.E.; ANDRADE, V.A. de. Controle de plantas daninhas. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado (Pelotas, RS). **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado.** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.181-204.

APÊNDICE

1. ...

2. ...

3. ...

4. ...

5. ...

6. ...

7. ...

8. ...

9. ...

10. ...

11. ...

12. ...

13. ...

14. ...

15. ...

16. ...

17. ...

18. ...

19. ...

20. ...

21. ...

22. ...

23. ...

24. ...

25. ...

26. ...

27. ...

28. ...

29. ...

30. ...

31. ...

32. ...

33. ...

34. ...

35. ...

36. ...

37. ...

38. ...

39. ...

40. ...

41. ...

42. ...

43. ...

44. ...

45. ...

46. ...

47. ...

48. ...

49. ...

50. ...

51. ...

52. ...

53. ...

54. ...

55. ...

56. ...

57. ...

58. ...

59. ...

60. ...

61. ...

62. ...

63. ...

64. ...

65. ...

66. ...

67. ...

68. ...

69. ...

70. ...

71. ...

72. ...

73. ...

74. ...

75. ...

76. ...

77. ...

78. ...

79. ...

80. ...

81. ...

82. ...

83. ...

84. ...

85. ...

86. ...

87. ...

88. ...

89. ...

90. ...

91. ...

92. ...

93. ...

94. ...

95. ...

96. ...

97. ...

98. ...

99. ...

100. ...

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PLANTA DO ARROZ

1.1. Origem e morfologia

1.1.1. Origem da cultura do arroz

Em muitos idiomas a palavra arroz e a palavra alimento são sinônimos, de forma que podemos estar seguros de que esta era a principal fonte de alimento há milhares de anos atrás. As numerosas migrações humanas ocorridas confundem bastante a identificação de sua origem. Entretanto, estudos arqueológicos e antiga literatura apontam-no como cultivado na China desde 5.000 anos atrás, e como cultivado na Índia, 1.000 anos mais tarde.

O arroz existe em duas formas distintas, a silvestre e a cultivada, esta última tendo se originado da primeira. Dentro dessas duas formas temos duas distintas origens para o arroz, e a tendência moderna é a de classificá-lo em arroz asiático e arroz africano.

A forma cultivada do arroz asiático (nome científico: *Oryza sativa*) teve sua origem na região Sudoeste do Himalaia. As cultivares que conhecemos, tanto as irrigadas como as de sequeiro, pertencem a este grupo.

A forma cultivada do arroz africano (nome científico *Oryza glaberrima*) teve sua origem ao longo do rio Niger. Convém destacar que a área de cultivo desse arroz é diminuta, sem muita relevância, e a tendência é que seja completamente substituído pelo arroz asiático, por serem as cultivares desse grupo melhoradas e de maior produtividade.

O arroz só tornou-se conhecido na Europa aos 300 anos da era cristã. Nessa época foi também introduzido no Japão, mas sua introdução no Brasil, pelos portugueses, ocorreu em torno de 1.600. Nessa mesma época foi introduzido nas Américas Central e do Norte, pelos espanhóis. Atualmente, essa cultura está disseminada por todo o mundo em regiões de clima tropical e temperado, e

continua sendo uma das principais fontes de alimento, especialmente nos países asiáticos.

1.1.2. Morfologia da planta de arroz

Morfologia é a área da botânica que trata da estrutura da planta e das partes que a compõem.

Não existem diferenças morfológicas marcantes entre cultivares de arroz de sequeiro e irrigado. Contudo, certas adaptações são necessárias à sobrevivência sob condições de seca. Portanto, qualquer cultivar pode ser plantado sob as duas condições de cultivo, mas seu desenvolvimento e produtividade vão sofrer enorme variação.

A seguir, estão enumerados e descritos cada um dos órgãos que compõem a planta de arroz.

1.1.2.1. Raiz

As raízes seminais do arroz são pouco ramificadas e persistem por pouco tempo após a germinação. O principal conjunto de raízes se origina dos nós dos colmos logo abaixo da superfície do solo e é extensamente ramificado. Essas raízes se denominam adventícias. Com o desenvolvimento da planta, novas raízes adventícias podem surgir dos nós dos colmos, acima do nível do solo.

Um sistema de raízes longo e bem ramificado é característica de extrema importância para o arroz de sequeiro, por propiciar, principalmente, melhor absorção da água disponível no solo.

1.1.2.2. Caule

O caule do arroz é constituído por um colmo principal e por um número variável de colmos secundários e terciários. Os colmos são constituídos por regiões ocas denominadas entrenós, e por regiões maciças denominadas nós. Os entrenós inferiores são curtos, ao passo que os superiores são longos, podendo atingir até 40 cm. O último entrenó se liga à base da panícula.

O conjunto de colmo e folhas denomina-se perfilho. Os perfilhos primários se originam dos nós inferiores do colmo principal, e por sua vez dão origem, dessa mesma forma, aos perfilhos secundários. Por fim, estes últimos dão origem aos perfilhos terciários.

1.1.2.3. Folha

A folha do arroz é constituída pela lâmina, bainha, lígula e aurículas. Lâmina é a parte pendente da folha, enquanto a bainha é a porção que envolve os entrenós. Em plantas jovens as bainhas cobrem umas as outras. Denomina-se lígula ao prolongamento membranoso situado entre a lâmina e a bainha, e aurícula aos apêndices pilosos encontrados junto à lígula, e que abraçam o colmo.

A última folha, que aparece na planta pouco antes do aparecimento da panícula, recebe uma denominação especial: é chamada de folha-bandeira.

1.1.2.4. Órgãos florais

1.1.2.4.1. Panícula

A inflorescência (conjunto de flores) do arroz é chamada de panícula. É constituída por uma haste central e por uma série de ramificações, nas quais as espiguetas estão inseridas.

1.1.2.4.2. Espigueta

Denomina-se de espigueta o conjunto formado pelos dois pares de brácteas que envolvem a flor do arroz. Após a formação do grão, essa estrutura constitui a casca.

As duas brácteas superiores denominam-se glumelas (lema e pálea) e as duas inferiores, glumas. As espiguetas se ligam às ramificações da panícula por meio de pedicelos curtos.

1.1.2.4.3. Flor

A flor do arroz se encontra envolvida pelas glumelas. Compreende um perianto reduzido (lodículas), além da parte masculina e feminina.

A parte feminina ou gineceu é constituída pelo ovário, contendo um único óvulo, pelo estilete e pelo estigma, que é bífido e plumoso.

A parte masculina ou androceu compreende as anteras, em número de seis, as quais contém os grãos de pólen, e o filete, estrutura que as liga à base da flor.

Quando a flor está apta para ser fecundada, as lodículas incham, fazendo com que as glumelas se abram. Ao mesmo tempo os filetes se alongam, levando as anteras à parte superior da espiguetta.

Durante a abertura da flor e a ascensão das anteras ocorre também a abertura destas, e conseqüentemente a liberação dos grãos de pólen, que caindo sobre o estigma e penetrando no estilete atingem finalmente o ovário, realizando a fecundação.

1.1.2.4.4. Grão

O grão do arroz é constituído pelo ovário desenvolvido aderido à casca.

O grão sem casca denomina-se cariopse, ou fruto-semente, pois a semente está firmemente aderida à parede do ovário.

A cariopse está portanto envolvida pelo pericarpo, que se origina das paredes do ovário. Logo abaixo do pericarpo encontram-se duas camadas provenientes das paredes do óvulo.

O embrião, isto é, a planta em miniatura originada da união do óvulo com o grão de pólen e que, após a germinação, dá origem a uma nova planta, se encontra na parte ventral da espiguetta.

A parte restante da cariopse é denominada endosperma. Esta região também se origina, como o embrião, da união do óvulo com o grão de pólen. Durante a germinação, serve de alimento ao embrião.

1.2. Crescimento e desenvolvimento

O arroz completa o seu ciclo de vida em três fases distintas de desenvolvimento, com período definido de crescimento. Essas fases são assim definidas:

1.2.1. Fase vegetativa

Caracterizada pelo crescimento das folhas, colmos e raízes, em número e tamanho. Ocupa a maior parte do ciclo da planta, indo da germinação até o início da diferenciação do primórdio floral. Sua duração é característica da variedade, sendo influenciada pela temperatura e fotoperíodo.

A germinação pode ser considerada como um complexo de processos que leva à reativação do crescimento do embrião. O processo está completo quando a radícula rompe o tegumento e torna-se visível.

Os dois fatores mais importantes que afetam a germinação das sementes são a umidade e a temperatura.

Para que o processo de germinação tenha início, é necessário que haja umidade suficiente à reidratação da semente. Para que ocorra germinação, o teor de umidade da semente deve ser de, no mínimo, 26,5%.

Com relação à temperatura, as exigências para germinação têm sido definidas em termos de condições extremas e ótimas. Podemos definir o ponto ótimo de temperatura como o ponto no qual ocorre a máxima porcentagem de germinação no mínimo de tempo. Para o arroz, a temperatura mínima de germinação se situa entre 10-12°C e máxima entre 40-42°C, enquanto a ótima se situa entre 30-37°C. Assim, temperaturas abaixo ou acima destes extremos causam danos às sementes de arroz.

Em temperatura ótima, as sementes de arroz germinam entre 3 e 8 dias. Em condições adequadas de germinação a semente absorve água e entumesce. A lema fende-se na base, deixando passar o coleóptilo e, logo após, a radícula primária, a qual se alonga mais rapi-

damente do que o coleóptilo. As raízes secundárias vão-se formando até completar a raiz seminal, constituída de até oito raízes secundárias.

O coleóptilo alonga-se e através de sua extremidade aparece a folha primária, constituída somente de bainha e, em seguida, a primeira folha normal, com bainha e limbo. O mesocótilo alonga-se trazendo a plúmula à superfície do solo.

1.2.1.1. Perfilhamento

Na base do colmo principal desenvolve-se um aglomerado de nós, originado da plúmula do embrião, cada um deles com uma gema lateral. Essas gemas dão origem a novos colmos, denominados colmos filhos ou "perfilhos" - a partir do nó da primeira folha normal e sucedendo-se, regularmente, até o 9^o, isto em condições de semeadura direta. Se as condições de crescimento forem favoráveis, o perfilhamento começa de 10 a 15 dias após a germinação. Posteriormente, perfilhos secundários originam-se dos primários, terciários formam-se dos secundários e assim por diante. O número de perfilhos aumenta gradativamente, com marcante regularidade, até que o número máximo seja atingido.

O número final de perfilhos não corresponde ao total formado, pois alguns morrem antes da maturação. Se os perfilhos são muito numerosos, um certo número deles poderá ser improdutivo, além de ocorrer desuniformidade de maturação. Perfilhos férteis representam em condições normais 80 a 90% do total.

O perfilhamento é influenciado pelas condições ambientais e por práticas culturais, como fertilidade do solo, adubação, suprimento de água, profundidade e densidade de semeadura e de transplante e concorrência de ervas daninhas, entre outros. Em idênticas condições de crescimento, o número de perfilhos tende a manter-se constante na variedade. Temperatura elevada e muita luminosidade, durante o período de perfilhamento, são fatores favoráveis.

A panícula emergida no colmo principal é mais pesada do que as provenientes dos perfilhos primários, secundários e terciários.

Normalmente, mais de 80% da produção de grãos é proveniente de perfilhos primários e secundários.

1.2.2. Fase reprodutiva

Inicia-se com a diferenciação dos órgãos reprodutivos, indo até a floração. Sua duração é mais ou menos constante de cultivar para cultivar, durando de 30 a 35 dias.

1.2.2.1. Formação da panícula

Quando o colmo contém um certo número de nós, cada um com uma folha, o primórdio da panícula forma-se no nó superior, iniciando-se normalmente pelo colmo principal. Nesse momento a planta entra na fase reprodutiva. A diferenciação floral começa 30 a 35 dias antes da emergência da panícula do colmo principal. Condições desfavoráveis nesse período afetam a formação e o desenvolvimento da inflorescência, podendo a produção de grãos ser seriamente reduzida. Em seguida à diferenciação floral, as partes da panícula vão-se sucessivamente diferenciando e desenvolvendo e, quando do aparecimento desta, os grãos de pólen e o saco embrionário já estão completamente formados. Durante o desenvolvimento da inflorescência ocorre um alongamento dos entrenós superiores do colmo, até dar-se a emergência da panícula.

Alguns dias antes, ela pode ser percebida como um entumescimento da bainha da folha-bandeira. Na prática, esta fase é conhecida como "emborrachamento".

1.2.2.2. Polinização e fecundação

A abertura das flores ocorre da extremidade da panícula para baixo, por um período de poucos dias. Quando a flor do arroz está apta a ser fecundada, as lodículas incham, fazendo com que as glumelas se abram. Ao mesmo tempo, os filetes se alongam, levando as anteras à parte superior da espigeta.

Durante a abertura da flor e a ascensão das anteras ocorre também a abertura destas, e conseqüentemente a liberação dos grãos de pólen, que, caindo sobre o estigma, emitem o tubo polínico que atinge finalmente o ovário, realizando a fecundação. A fecundação é prejudicada pelas baixas temperaturas que afetam o pólen e o estigma. As temperaturas ótimas, mínima e máxima para a germinação do grão de pólen, são 30-25 °C, 10 °C e 50 °C, respectivamente.

O tempo em que a flor permanece aberta depende da variedade, da temperatura e da umidade do ar, variando de menos de uma a cerca de duas horas. As flores podem abrir-se a qualquer hora do dia, porém geralmente isso acontece com maior frequência entre 11:00 e 14:00 h. Em regiões tropicais, a duração do período diário de abertura das flores do arroz é menor do que nas zonas temperadas.

1.2.3. Fase de maturação

Inicia-se com a floração, indo até a completa maturação. Ocupa um período de 25 a 35 dias, independente da variedade.

1.2.3.1. Maturação

O ovário fertilizado desenvolve-se mais rapidamente no sentido longitudinal que no transversal. Já no 7º dia a cariopse em formação pode atingir o comprimento do grão maduro, mas a espessura e a largura só se completam vários dias mais tarde. O conteúdo de água do grão diminui rapidamente, passando de cerca de 90%, na fase inicial de formação, a 35-40%, ao fim de 20 dias após a antese. Nos dias seguintes perde mais água e um mês após a antese o grão contém cerca de 20-25% de umidade. Daí por diante a perda é muito pequena e, na colheita, cerca de 40 dias após a floração, está geralmente com 20% de umidade.

O processo de maturação pode ser dividido em quatro estádios ou fases.

a) Fase leitosa: grão ainda ligeiramente verde e com volume máximo. Grão de aspecto leitoso, pela existência de grande número de grânulos de amido;

b) Fase pastosa: grão de consistência pastosa. Quando o pericarpo é colorido, a cariopse vai ficando com a coloração própria;

c) Fase semidura: o grão torna-se consistente com a coloração e a textura próprias da variedade;

d) Fase dura: a maturação está completa.

O grão individual está maduro quando a cariopse está desenvolvida, completamente dura, limpa e sem tons esverdeados. A fase de maturação é considerada completa quando 2/3 dos grãos da panícula atingem a fase dura.

2. ASPECTOS NUTRICIONAIS DA CULTURA DO ARROZ

Nutrição é o suprimento e a absorção dos elementos químicos de que um organismo necessita para o seu crescimento e metabolismo. Para a planta de arroz, como qualquer outra cultura, são dezesseis os nutrientes essenciais. Estes nutrientes essenciais devem estar presentes de forma utilizável e em concentração ótima, para assegurar o crescimento das plantas. Além disso, deve haver um equilíbrio apropriado entre as concentrações dos vários nutrientes solúveis no solo. Os 16 nutrientes essenciais às plantas são: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu, B, Mo e Cl.

Além do C, H e O, os nutrientes podem ser divididos em macro e micronutrientes e os macronutrientes, tais como N, P, K, Ca, Mg e S, são necessários em maior quantidade do que os micronutrientes, Zn, Fe, Cu, Mn, B, Mo e Cl. Por definição, todos os nutrientes são igualmente essenciais. A divisão em macro e micronutrientes obedece a razões apenas quantitativas. Os primeiros são requeridos em quantidade maior do que os últimos.

2.1. Funções dos nutrientes

2.1.1. Nutrientes

Cada nutriente desempenha funções definidas dentro da planta e nenhum pode ser completamente substituído por outro. Conquanto cada elemento desempenhe certas funções específicas, todos devem estar juntos para produzir melhores resultados. Deve ser lembrado, entretanto, que o efeito de cada nutriente, em particular no crescimento da planta, depende da reserva dos outros elementos essenciais, e nenhum efeito de cada elemento pode ser interpretado isoladamente. As funções de cada nutriente são resumidas abaixo:

2.1.1.1. Carbono, hidrogênio e oxigênio

Estes três elementos servem largamente à síntese de carboidratos, proteínas, gorduras e outros compostos.

2.1.1.2. Nitrogênio

- . Serve como componente de clorofila para a planta;
- . Aumenta o número de panículas, número de grãos e tamanho dos grãos, que determinam a produção;
- . Faz parte de muitas proteínas que servem como enzimas.

2.1.1.3. Fósforo

O efeito do fósforo na fisiologia das plantas de arroz é observado pela(o):

- . participação na formação das células;
- . desenvolvimento das raízes;
- . aumento do número de panículas;
- . formação de grãos;
- . melhoria da qualidade dos grãos;
- . processo de maturação;
- . resistência a estresses ambientais;
- . faz parte de moléculas fundamentais para a preservação e transferência de energia e metabolismo de proteína.

2.1.1.4. Potássio

Importante para:

- . formação do amido e transferência dos açúcares;
- . abertura e fechamento dos estômatos das folhas e conservação de água;
- . aumentar a resistência a doenças;
- . formação e aumento de peso dos grãos;
- . desenvolvimento do sistema radicular.

2.1.1.5. Cálcio

Fundamental para:

- . promover o crescimento das raízes;
- . regular a permeabilidade da membrana citoplasmática e neutralização de ácidos tóxicos;
- . ativar diversas enzimas.

O cálcio faz parte da lamela média pectato ou sal de ácido poligalacturônico.

2.1.1.6. Magnésio e enxofre

O magnésio e enxofre fazem parte da clorofila, ativam inúmeras enzimas e fazem parte de alguns aminoácidos.

2.1.1.7. Zinco

- . Atua como ativador de enzimas;
- . Regula a atividade da ribonuclease que, hidrolisando o RNA, causa diminuição da síntese protéica e, portanto, da multiplicação celular;
- . É necessário à síntese do triptofano, que depois de várias reações produz o ácido indol-acético (AIA). O AIA é uma auxina que, como tal, contribui para o aumento do volume celular.

2.1.1.8. Ferro

Além de ser componente estrutural de citocromos, o ferro ativa enzimas ou faz parte das mais diversas coenzimas que entram em reações na planta, como formação da clorofila, transporte de elétrons na fotossíntese e síntese de proteínas.

2.1.1.9. Manganês

Além de ativar enzimas, o manganês participa do transporte de elétrons na fotossíntese e é essencial à formação, multiplicação e funcionamento do cloroplasto.

2.1.1.10. Boro

O boro é essencial para a formação das células, para o funcionamento da membrana citoplasmática e facilita o transporte de carboidratos das folhas para outros órgãos da planta.

A falta de boro prejudica a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico.

2.1.1.11. Molibdênio

O molibdênio está diretamente ligado ao metabolismo do N. A reductase do nitrato e a nitrogenase possuem molibdênio.

2.1.1.12. Cobre

Funciona como ativador de enzimas de oxido-redução que oxidam fenóis e que participam do transporte de elétrons na respiração e na fotossíntese.

2.1.1.13. Cloro

O cloro é necessário para a fotólise da água, possivelmente por estimular o transporte de elétrons que vão efetuar a redução de oxidantes deletérios produzidos fotoquimicamente.

3. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SOLO INUNDADO

A inundação do solo desencadeia uma série de modifica es físicas, microbiológicas e químicas que afetam o crescimento e a absor o de nutrientes por parte da planta de arroz, bem como a disponibilidade e a perda de nutrientes no solo. Desta forma, o solo, quando inundado, apresenta características bem diferentes das que ocorrem sob condi es de sequeiro.

No perfil do solo alagado distinguem-se quatro camadas principais (Fig. 31). A primeira, constituída pela lâmina de água que, na maior parte do ciclo das plantas, apresenta uma profundidade variando de 5 a 15 cm. A segunda, constituída pela parte superior do solo e tendo de 1 até vários milímetros de espessura, apresenta difusão de oxig nio suficiente para o consumo dos microrganismos aeróbicos. Nesta camada, a concentra o oxidada   determinada pela velocidade de consumo de oxig nio no solo e pela velocidade de fornecimento de oxig nio através da  gua. Além dessa pequena camada oxidada na superfície do solo, existe outra zona oxidada que é a rizosfera do arroz, na qual as raízes apresentam colora o avermelhada devido à oxida o do ferro. A terceira camada é a reduzida, a mais importante para a cultura do arroz, porque é onde se encontra a quase totalidade do seu sistema radicular. Apresenta profundidade variável de acordo com a natureza do solo, geralmente abrangendo desde a superfície até 15 a 20 cm. A quarta e última camada, ou subsolo, pode estar oxidada ou reduzida dependendo da permanência ou não do ar. O consumo de água na lavoura arroeira está relacionado com a percola o da mesma nesta camada.

Mudanças físicas, biológicas e químicas ocorrem na zona reduzida, onde, praticamente, não existe oxig nio livre e os microrganismos são anaeróbicos facultativos ou obrigatórios.

3.1. Modificações físicas

No solo inundado tanto os poros como os agregados estruturais se saturam de água, as argilas do tipo 2:1 se expandem comprimindo o ar existente nos poros, o que diminui a estabilidade de agregados. Com isso, facilita o preparo do solo e a permeabilidade diminui, possibilitando maior economia de água.

3.2. Modificações físico-químicas

Os principais compostos que sofrem redução, em consequência da respiração anaeróbica, são, em ordem de ataque pelos microrganismos, os nitratos, os óxidos mangânicos (MnO_2) e férricos (Fe^{3+}) e os sulfatos (SO_4^{2-}). Deste processo resultam no solo algumas modificações eletroquímicas, tais como: a) alteração do pH; b) diminuição do potencial de óxido-redução ou redox; c) aumento da condutividade elétrica.

3.2.1. Alteração do pH

O pH do solo é, geralmente, modificado após a inundação, verificando um aumento em solos ácidos (exceto aqueles baixos em ferro) e uma diminuição em solos sódicos e calcáreos. Assim, a inundação converge os valores de pH em solos ácidos e alcalinos em valores estáveis entre 6,5 e 7,5, três semanas após o início do alagamento.

A variação do pH do solo, quando inundado, é determinada pelos seguintes fatores: o pH inicial do solo; a natureza e a quantidade de compostos oxidados e da matéria orgânica do solo e a temperatura.

A elevação do pH de solos ácidos, após o alagamento, constitui a chamada "auto-calagem", porque, via de regra, dispensa o uso de calcário. O aumento do pH de solos ácidos beneficia o arroz irrigado, porque elimina a toxidez de Al, minimiza a toxidez de Fe e aumenta a disponibilidade de fósforo.

3.2.2. Diminuição do potencial redox

O potencial redox é uma medida de intensidade de oxidação de um sistema. Com bom arejamento, o potencial redox é positivo e elevado, mas diminui após a eliminação do oxigênio. As formas oxidadas NO_3^- , Mn^{4+} , Fe^{3+} e SO_4^{2-} ; que preponderam nos solos bem drenados, são constituídas pelas formas reduzidas NH_4^+ , Mn^{2+} , Fe^{2+} e S^{2-} , respectivamente.

O potencial redox (Eh) é que determina a intensidade de oxidação-redução do solo. Alto potencial positivo significa condições oxidadas no solo; baixo potencial negativo significa condições reduzidas.

O potencial redox influencia: a) a concentração de oxigênio no solo; b) o estado do nitrogênio no solo; c) a disponibilidade de fósforo e silício; d) a concentração de Fe^{2+} , Mn^{2+} , e SO_4^{2-} diretamente e, indiretamente, K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , H_3BO_3 e MoO_4^{2-} ; e) a produção de ácidos orgânicos e H_2S .

3.2.3. Aumento da condutividade elétrica

A condutividade elétrica possibilita medir o conteúdo de sais do solo. Ela aumenta até algumas semanas após o início do alagamento e logo diminui, atingindo um equilíbrio. Em solos alcalinos, este aumento deve-se à solubilidade de Ca^{2+} e Mg^{2+} ; em solos ácidos, da concentração de Fe^{2+} .

3.3. Modificações químicas

As alterações químicas mais importantes que ocorrem num solo inundado são: a) transformações do nitrogênio; b) redução do manganês, do ferro e do sulfato; c) aumento da disponibilidade de fósforo, de silício, de potássio e de outros cátions (Ca, Mg, etc).

3.3.1. Transformações do nitrogênio

O nitrogênio presente no ar e o que está dissolvido na água pode difundir-se até a camada oxidada, na superfície do solo, onde é fi-

xado pelas algas verde-azuladas e bactérias, transformando-se em nitrogênio orgânico. Este nitrogênio, bem como o existente no resíduo das plantas, sofre posteriormente uma mineralização até transformar-se em NH_4^+ , que pode ser utilizado pelas plantas. Entretanto, boa parte do íon amônio (NH_4^+) presente na camada oxidada, qualquer que seja a sua origem (do solo ou do fertilizante), pode oxidar até converter-se em nitratos, os quais podem ser absorvidos pelas plantas ou percolados para a camada reduzida do solo. Nestas camadas os nitratos podem ser mobilizados na matéria orgânica ou perderem-se por lixiviação ou desnitrificação.

A desnitrificação é o processo de redução que sofrem os nitratos na camada reduzida no solo, através da ação de vários microrganismos anaeróbicos. Estes reduzem rapidamente os nitratos, primeiro a nitritos e, após, a formas gasosas de óxido nitroso N_2O e N_2 (N molecular) que escapam à atmosfera. A irrigação intermitente deve ser evitada, pois cria condições ideais para a desnitrificação.

3.3.2. Redução do manganês e do ferro

Logo após a desnitrificação ou quase junto a esta, com o solo apresentando um potencial redox um pouco inferior, ocorre a redução dos óxidos mangânicos (Mn^{4+}) que se transformam em cátions Mn^{2+} e passam a se acumular na solução do solo. Posteriormente, se verifica a redução dos óxidos férricos (Fe^{3+}) com a solubilização de íons Fe^{2+} (ferrosos) que podem atingir teores elevados na solução do solo.

Em um solo drenado, os principais produtos formados pela decomposição da matéria orgânica são: CO_2 , NO_3^- , SO_4^{2-} e húmus; em solos submersos, os principais são: CO_2 , H^+ , CH_4 , NH_3 , ácidos orgânicos e outros resíduos parcialmente humificados. Portanto, a diferença mais drástica entre a decomposição anaeróbica e aeróbica da matéria orgânica está na natureza dos produtos finais.

A taxa de formação de ferro solúvel em água depende do pH, do teor de matéria orgânica do solo, da temperatura, da natureza e do teor de óxidos de ferro e do grau de cristalinidade dos óxidos.

A capacidade de oxidação da raiz do arroz é considerada uma adaptação fisiológica importante que permite seu crescimento em condições de solo reduzido, porque causa precipitação de ferro da rizosfera e, conseqüentemente, reduz a absorção de ferro e outros elementos encontrados em quantidades tóxicas no solo. A zona oxidada que se desenvolve na rizosfera do arroz funciona, dessa forma, como um meio de proteção contra elementos tóxicos, tais como Fe^{2+} , Mn^{2+} e sulfetos.

3.3.3. Redução do sulfato

A redução do sulfato em solos alagados tem três implicações para a cultura do arroz: o suprimento de enxofre pode-se tornar insuficiente; os micronutrientes zinco e cobre podem ser imobilizados e pode aparecer toxidez de H_2S em solos pobres em ferro. Na maioria das lavouras de arroz, no Brasil, é pouco provável a ocorrência de toxidez de H_2S , por causa da presença de Fe^{2+} em quantidade suficiente para precipitar o S^{2-} na forma de sulfeto ferroso (FeS), que é insolúvel.

3.3.4. Disponibilidade de cátions (NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+})

O aumento da concentração dos cátions Mn^{2+} e Fe^{2+} na solução do solo faz-se refletir no equilíbrio complexo de troca/solução, com deslocamentos de outros cátions adsorvidos para a solução do solo. Desta forma, os teores de NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} tendem a aumentar na solução do solo com o tempo de alagamento. Como conseqüência disso, o arroz irrigado passa a ter maior disponibilidade daqueles nutrientes, em comparação com o arroz de sequeiro, conservando-se inalteradas as demais condições.

3.3.5. Disponibilidade de fósforo

O fósforo ocorre no solo sob duas formas: a) a orgânica, de liberação lenta e, portanto, de pouca importância na nutrição do arroz; e b) a inorgânica, constituída de fosfatos de alumínio, de cálcio, de ferro e de fosfatos solúveis em solução redutora.

O teor de fósforo disponível (solúvel em água) aumenta depois da inundação. O aumento da solubilização do fósforo permite à cultura de arroz irrigado utilizar mais eficientemente o fósforo natural do solo e, conseqüentemente, minimizar a sua dependência dos fertilizantes fosfatados.

TABELAS E FIGURAS

TABELA 1. Área, produção, produtividade e sistema de cultivo de arroz irrigado, por zona e estado das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, no período de 1986 a 1989.

Zona	Estado	Área (ha)	Produção (t)	Rendimento (kg/ha)	Sistema de cultivo
001	PI	1357	4268	3145	Mecanizado - solo seco
001	AL	1872	5393	2881	Semi-mecanizado - solo seco
001	SE	1700	5100	3000	Semi-mecanizado - solo seco
015	MS	1317	6477	4918	Mecanizado - solo seco
017	PE	2688	12587	4683	Semi-mecanizado - solo seco
017	PB	1470	7350	5000	Mecanizado - solo seco
017	CE	14355	74662	5202	Mecanizado - solo seco
040	MA	5409	19707	3643	Semi-mecanizado - solo seco
040	PI	5952	24099	4049	Semi-mecanizado - solo seco
043	PI	1210	5390	4455	Semi-mecanizado - solo seco
043	SE	1975	5945	3010	Semi-mecanizado - transplante
058	GO	4757	21497	4519	Semi-mecanizado - solo seco
058	PI	4221	17400	4122	Semi-mecanizado - solo seco
059	TO	33339	135928	4077	Mecanizado - solo seco
061	GO	3912	13861	3543	Semi-mecanizado - solo seco
077	MS	14536	51430	3538	Mecanizado-solo seco

Fonte: IBGE.

TABELA 2. Indicadores de necessidade de água de dezembro a abril.

Meses	ETP	KC	ETA		Volume mensal	Coef. bruto
			----- (mm) -----	-----		
	mm		mês	dia	m ³ /ha/mês	l/s/ha
Dez.	179,3	1,10	197,2	6,4	5,478	2,05
Jan.	168,4	1,10	185,2	6,0	5,144	1,92
Fev.	139,8	1,05	146,8	5,2	4,078	1,69
Mar.	136,2	1,05	143,0	4,6	3,972	1,48
Abr.	129,6	0,95	123,1	4,1	3,419	1,32
Total	-	-	795,3	-	22,091	-

TABELA 3. Indicadores de necessidade de água de janeiro a maio.

Meses	ETP	ETA KC	ETA		Volume mensal	Coef. bruto
			----- (mm) -----	-----		
	mm		mês	dia	m ³ /ha/mês	l/s/ha
Jan.	168,4	1,10	185,2	6,0	5,144	1,92
Fev.	139,8	1,10	153,8	5,5	4,272	1,77
Mar.	136,2	1,05	143,0	4,6	3,972	1,48
Abr.	129,6	1,05	136,1	4,5	3,781	1,46
Mai.	141,8	0,95	134,7	4,4	3,742	1,40
Total	-	-	752,8	-	20,911	-

TABELA 4. Dimensionamento de construção de canais em terra.

Des- carga em litros por se- gun- do	Declividade 50 cm por 1000 m			Declividade 20 cm por 1000 m	
	Altura d'água 20 cm	Altura d'água 40 cm	Altura d'água 60 cm	Altura d'água 40 cm	Altura d'água 60 cm
	borda livre 10 cm	borda livre 15 cm	borda livre 15 cm	borda livre 15 cm	borda livre 15 cm
	Altura total da taipa 30 cm	Altura total da taipa 55 cm	Altura total da taipa 75 cm	Altura total da taipa 55 cm	Altura total da taipa 75 cm
100	a 3,40 b 2,80				
200	a 4,90 b 4,30				
300	a 7,20 b 6,60	a 2,40 b 1,30		a 4,10 b 3,00	a 2,80 b 1,30
400	a 9,40 b 8,80	a 3,80 b 2,70		a 5,20 b 4,10	a 3,40 b 1,90
500	a 10,70 b 10,10	a 4,60 b 3,50	a 2,90 b 1,40	a 5,70 b 4,60	a 3,80 b 2,30
700		a 5,70 b 4,60	a 3,50 b 2,00	a 8,30 b 7,20	a 4,80 b 3,30
900		a 7,10 b 6,00	a 3,90 b 2,40	a 10,10 b 9,00	a 5,60 b 4,10
1.200			a 4,90 b 3,40		a 6,50 b 5,00
1.500			a 5,90 b 4,40		a 7,00 b 5,50
2.000			a 7,50 b 6,00		a 9,90 b 8,40
2.500			a 8,60 b 7,10		a 12,00 b 10,50
3.000			a 10,00 b 8,50		a 14,10 b 12,60

Nota: medidas de (a) e (b) em metros.

TABELA 5. Área de tabuleiros em função da textura do solo e da vazão disponível.

Textura	Área
Arenosa	0,01 ha por múltiplo de 10 l/s
Franco-arenosa	0,02 ha por múltiplo de 10 l/s
Franco-argilosa	0,04 ha por múltiplo de 10 l/s
Argilosa	0,08 ha por múltiplo de 10 l/s

Fonte: Bernardo (1982).

TABELA 6. Recomendação de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica para arroz irrigado na região do Baixo São Francisco.

P no solo (ppm)	K trocável (ppm)			N em cobertura (kg/ha)
	0-30	30-60	60	
	N- P ₂ O ₅ - K ₂ O			
3	20-60-60	20-60-40	20-60-0	
3-6	20-40-60	20-40-40	20-40-0	
6	20-20-60	20-40-40	20-40-0	
				40

Fonte: Fonseca et al. (1988).

TABELA 7. Recomendação de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica para arroz irrigado por inundação para o estado de Goiás.

Análise do solo (ppm)	Recomendação (kg/ha)			
	Plantio			Cobertura
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
Nitrogênio	10			60
Fósforo				
5		61-80		
5 a 10		51-60		
10		40-50		
Potássio				
25			61-80	
25 a 50			51-60	
50			40-50	

Fonte: Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988).

Obs.: A adubação nitrogenada em cobertura deverá ser feita por ocasião da diferenciação do primórdio floral ou parcelar em duas aplicações. Evitar as fontes nítricas.

TABELA 8. Recomendação de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica para arroz irrigado por inundação para o estado do Ceará.

Análise do solo (ppm)	Recomendação (kg/ha)			
	Plantio			Cobertura
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
Nitrogênio	30			60
Fósforo				
10		60		
11 a 20		40		
20		30		
Potássio				
45			45	
46 a 90			35	
90			25	

Fonte: Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988).

TABELA 9. Recomendação de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica para arroz irrigado no estado da Bahia.

P no solo (ppm)	K trocável (ppm)			N em cobertura (kg/ha)
	0-45	45-90	90	
	N- P ₂ O ₅ - K ₂ O (kg/ha)			
0-10	20-80-40	20-80-20	20-80-20	
11-20	20-60-40	20-60-20	20-60-20	
20	20-40-40	20-40-20	20-40-20	
				30

Fonte: Comissão Estadual de Fertilidade de Solos (1980).

TABELA 10. Cultivares de arroz irrigado para os estados da região Centro-Oeste, Nordeste e Norte.

Estados	Cultivares
Alagoas	CICA 8, EPEAL 101, EPEAL 102, MÉTICA 1
Ceará	CICA 8, METICA 1
Goiás	CICA 8, METICA 1, ALIANÇA
Distrito Federal	CICA 8, METICA 1, ALIANÇA
Tocantins	CICA 8, METICA 1, ALIANÇA
Maranhão	CICA 8, CICA 7, METICA 1
Mato Grosso	CICA 8, INCA, METICA 1, IR 841, IAC 899, LEBONNET, BR-IRGA 409, ALIANÇA
Mato Grosso do Sul	CICA 8, CICA 9, BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, BLUEBELLE, BR-IRGA 412, BR/MS-1, BR/MS-2, ALIANÇA, CURUMIN
Paraná	BR-IRGA 409, METICA 1
Pernambuco	METICA 1, BR-IPA 101 (Moxotó)
Piauí	METICA 1, CICA 8, MG 1, CICA 9
Rio Grande do Norte	CICA 8, CICA 9, METICA 1
Sergipe	CICA 8, EPEAL 101, EPEAL 102
Roraima	CICA 8, BR-IRGA 409, BLUEBELLE, BR-IRGA 410 e BR-IRGA 414

TABELA 12. Herbicidas recomendados para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado.

Nome comum	Nome comercial	Composição e Formulação ¹	Dose l ou kg/ha p.c. ²	Época de aplicação ³	Plantas daninhas controladas	Observações
Bentazon	Basagran	480 g/l - S.A.	1,5 - 2,0	Pós	Latifoliadas anuais e ciperáceas	Aplicar com as ervas no início do desenvolvimento
	Banir	480 g/l - S.A.	1,5 - 2,0			
Bifenox	Hoefenox	240 g/l - C.E.	8,0 - 12,0 10,0	Pré Pós	Gramíneas, atifoliadas anuais e algumas ciperáceas	Em pós-emergência aplicar com as ervas no início do desenvolvimento
Bifenox + Propanil	Hoefenil	180+180 g/l - C.E.	8,0 - 10,0	Pós	Gramíneas e latifoliadas anuais	Aplicar com as ervas no estágio de 2 a 4 folhas
Butachlor	Machete	600 g/l - C.E.	4,0 - 6,0	Pré	Gramíneas, latifoliadas anuais e algumas ciperáceas	Aplicar com o solo úmido e bem preparado
Butachlor + Propanil	Spark CE	378+222 g/l - C.E.	7,0 - 9,0	Pós	Gramíneas, latifoliadas anuais e algumas ciperáceas e aquáticas	Aplicar em pós-emergência precoce das ervas daninhas
2,4-D (amina)	Vários	670 g/l - S.A.	0,7 - 1,5	Pós Pós	Latifoliadas anuais, algumas perenes e ciperáceas	Aplicar no período entre o perfilhamento e o emborachamento do arroz
		480 g/l - S.A.	1,0 - 2,0			
2,4-D + MCPA	Bi-Hedonal BR	275+275 g/l - S.A.	1,0 - 2,0	Pós	Latifoliadas anuais, algumas perenes e ciperáceas	Aplicar no período entre o perfilhamento e o emborachamento do arroz
2,4-D + Propanil	Herbanil 368	28+340 g/l - C.E.	8,0 - 12,0	Pós	Gramíneas, latifoliadas anuais e algumas perenes	Manter um intervalo de 15 dias entre as aplicações de inseticidas organo-fosforados e de 40 dias para os carbamatos
Fenoxaprop-ethyl	Furore	120 g/l - C.E.	1,0 - 2,0	Pós	Gramíneas anuais e perenes	Aplicar com as ervas em boas condições de vigor vegetativo
Lactofen	Cobra	240 g/l - C.E.	1,0 - 2,0 0,6 - 1,0	Pré Pós	Latifoliadas anuais	Em pós-emergência, aplicar com as ervas no estágio de 2 a 4 folhas
Molinate	Molirox	720 g/l - C.E.	5,0 - 6,0	PPI	Gramíneas e latifoliadas anuais	Quando utilizado em PPI, deve-se fazer a incorporação imediatamente após a aplicação
	Ordram 720 CE	720 g/l - C.E.				
	Ordram GR	100 g/kg - GR	30,0 - 40,0	PPI ou Pós		
	Ordram 200 GR	200 g/kg - GR	12,0 - 20,0	PPI ou Pós		

TABELA 12. Continuação

Nome comum	Nome comercial	Composição e Formulação ¹	Dose l ou kg/ha p.c. ²	Época de aplicação ³	Plantas daninhas controladas	Observações
Molinate + Propanil	Arrozan	360+360 g/l - C.E.	5,0 - 7,0	Pós	Gramíneas e latifoliadas anuais	Aplicar com as ervas no início do desenvolvimento (2 a 4 cm de altura)
Oxadiazon	Ronstar 250 BR Ronstar SC	250 g/l - C.E. 400 g/l - S.C.	3,0 - 4,0 2,5	Pré ou Pós Pré	Gramíneas e latifoliadas anuais	Aplicar após a sementeira em solo úmido. Em pós-emergência, aplicar com as ervas no estágio de 2 folhas
Oxyfluorfen	Goal BR	240 g/l - C.E.	1,0 - 1,5	Pré	Gramíneas e algumas latifoliadas anuais	Em pós-emergência, aplicar com as ervas no início de desenvolvimento (2 a 4 folhas)
Pendimethalin	Herbadox 500 CE	500 g/l - C.E.	2,0 - 3,0	Pré	Gramíneas e algumas latifoliadas anuais	Aplicar com o solo bem preparado, sem torrões e em boas condições de umidade, após a sementeira
Propanil	Vários	360 g/l - C.E. 480 g/l - C.E.	10,0 - 14,0 7,5 - 11,0	Pós	Gramíneas e latifoliadas anuais	Manter um intervalo de 15 dias entre as aplicações de inseticidas organo-fosforados e 40 dias para os carbamatos
Propanil + Thiobencarb	Satanil CE	200+400 g/l - C.E.	6,0 - 8,0	Pós	Gramíneas e latifoliadas anuais	Observar os períodos de carência entre as aplicações de inseticidas organo-fosforados e carbamatos
Quinclorac	Facet PM	500 g/kg - P.M.	0,75	Pós	Gramíneas anuais e algumas latifoliadas	Adicionar à calda o espalhante adesivo recomendado pelo fabricante
Thiobencarb	Saturn 500 CE Saturn GR 100	500 g/l - C.E. 100 g/kg - G.R.	8,0 - 10,0 40,0	Pré Pós	Gramíneas, latifoliadas anuais e algumas ciperáceas	Em pós-emergência, aplicar com as ervas no início do desenvolvimento (2 folhas)

¹ S.A. = Solução aquosa; C.E. = Concentrado emulsionável; GR = Granulado S.C. = Suspensão concentrada; P.M. = Pó molhável.

² P.C. = Produto comercial; ³ PPI = Pré-plantio incorporado; PRÉ = pré-emergência; PÓS = Pós-emergência.

Obs.: As doses mais elevadas são recomendadas para solos argilosos e/ou ricos em matéria orgânica, ou nas aplicações em pós-emergência, para plantas daninhas em estágio de desenvolvimento mais adiantado.

TABELA 13. Fungicidas indicados para tratamento de sementes.

Fungicidas			Doenças		
Nome Técnico	Nome Comercial	Dose P.C. (g/100 kg sem.)	Brusone	Mancha Parda	Outros *
Carboxin	Vitavax	250-300	+	-	-
Carboxin + Thiram	Vitavax + Thiram	250-300	+	+	+
Thiabendazol	Tecto 100	200-300	+	-	-
Pyroquilon	Fongorene	800	+	-	-

* Outros fungos associados com sementes

Os sinais + e - significam que o fungicida é indicado e não-indicado para o controle da doença, respectivamente.

TABELA 14. Fungicidas indicados para aplicação na parte aérea.

Fungicidas			Doenças	
Nome Técnico	Nome Comercial	Dose P.C. (kg ou l/ha)	Brusone	Mancha Parda
Benomyl*	Benlate	0,5	+	-
Chlorothalonil	Bravonil/ Danocil	2,5 a 3,0	-	+
Edifenfos	Hinosan	1,0	+	-
Fenil Acetato	Brestan	1,0 a 1,5		
	Bremazin	2,0		
	Hokko Suzu	1,5	+	-
IBP*	Kitazin	1,0	+	-
Kazugamicina	Kasumin	1,0	+	-
Maneb	Manzate + Zinco	2,0	+	+
Mancozeb	Dithane M-45	4,5		
	Fungineb	4,5		
	Manzate	2,0	+	+
Thiabendazol*	Tecto 450	0,5 a 1,0	+	-
Tricyclazol*	Bim 50	0,4 a 0,5	+	-
Ziram	Fungitox	3,0		
	Rodisan	3,0	-	+

* Fungicidas com atividade sistêmica

Os sinais + e - significam que o fungicida é indicado e não-indicado para o controle da doença, respectivamente.

TABELA 15. Inseticidas e dosagens para o controle de insetos em arroz.

Inseticidas ¹	g. ou ml i.a./ha ou/ 100 kg sem.	Classe toxico- lógica	Período de carência	Insetos controlados ³
Carbofuran 50 G	750 a 1.000	I	20	1, 4, 5
Triclorfon 500 PS	800 a 200	II	10	1, 2, 3, 6, 7
Carbaril 850 PM	1.200 a 1.500	II	7	1, 3, 5, 6
Cipermetrina 25 CE	100	II	10	1, 4
Cyfluthrin 50 CE	150 a 200	-	20	1, 3
Deltamethrin 25 CE	200	II	37	1
Fenvalerate 75 CE	800 a 1.200	I	21	1
Labdacyhalothrin 50 CE	150	II	30	1
Permethrin 500 CE	50	II	20	1
Malathion 1000 CE	500 a 1.500	II	7	1, 2, 3, 4
Bacillus thuringiensis	400 a 600	-	5	1
Fenitrothion 500 CE	1.000 a 2.000	II	14	1, 3, 4
Paration metílico 600CE	400 a 700	I	15	1, 3, 4, 7
Carbofuran 350 TS ²	525	I	-	1, 4, 6
Thiodicarb 350 TS ²	525	II	-	1, 4, 6
Carbosulfan 350 TS ²	525	II	-	1, 4, 6

- 1) Se usar herbicida à base de propanil, não aplicar carbaril; se aplicar inseticida carbamato nos sulcos de plantio ou nas sementes, esperar 20 a 30 dias para aplicar propanil. Inseticidas fosforados deverão ser aplicados 10 dias antes ou depois da aplicação de propanil.
- 2) Tratamento de sementes.
- 3) Insetos: 1. Lagartas das folhas; 2. Brocas do colmo; 3. Percevejos; 4. Cigarritinhas; 5. Bicheira-da-raiz (gorgulhos aquáticos); 6. Broca-do-colo; 7. Cascudo preto.

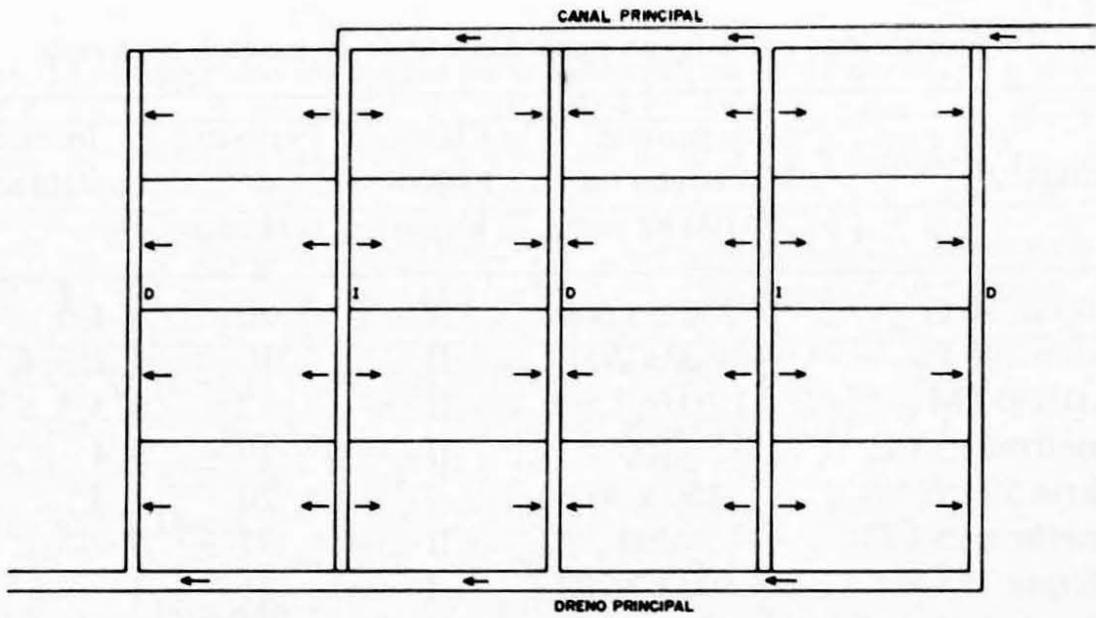


Fig. 1. Tabuleiros retangulares com derivação de água e drenagem individuais.

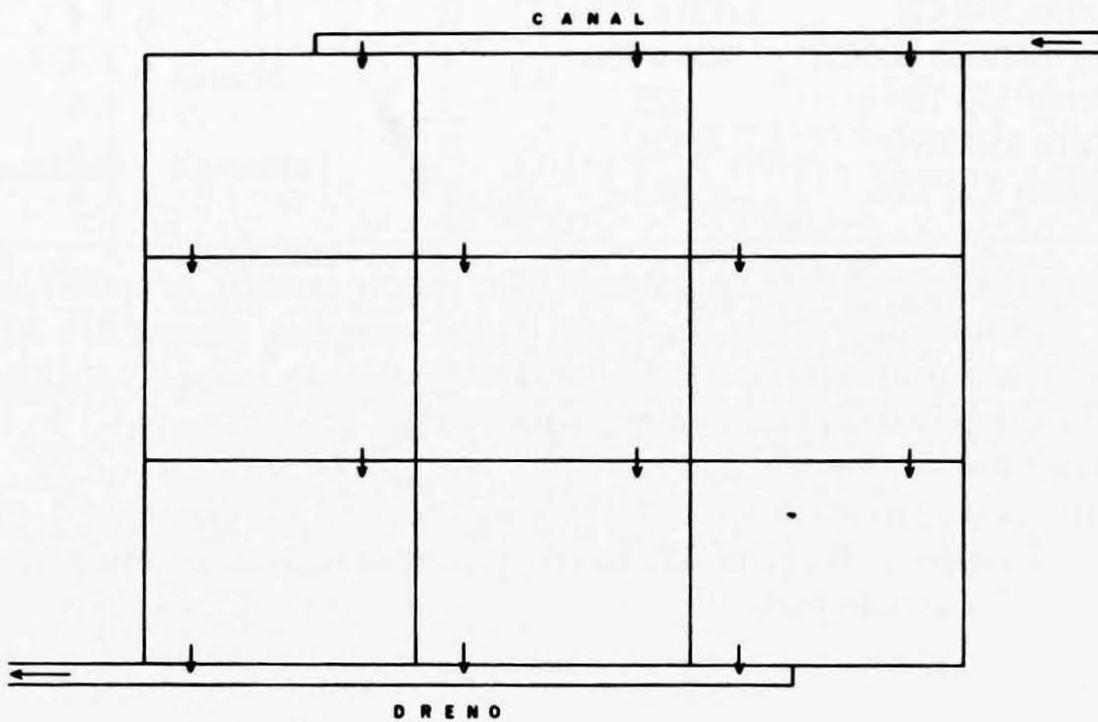


Fig. 2. Tabuleiros retangulares com circulação de água.

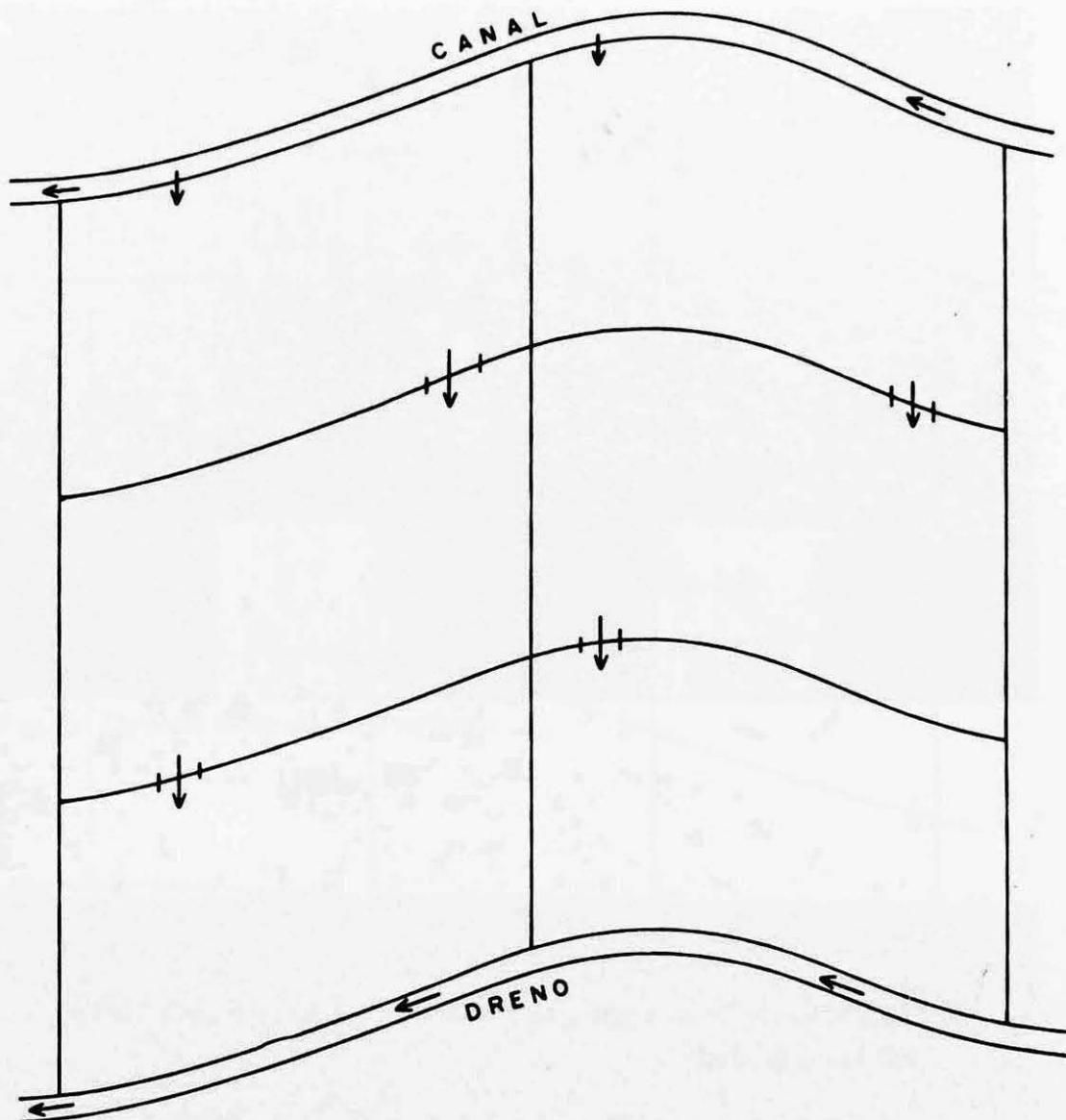


Fig. 3. Tabuleiros em contorno com diques paralelos.

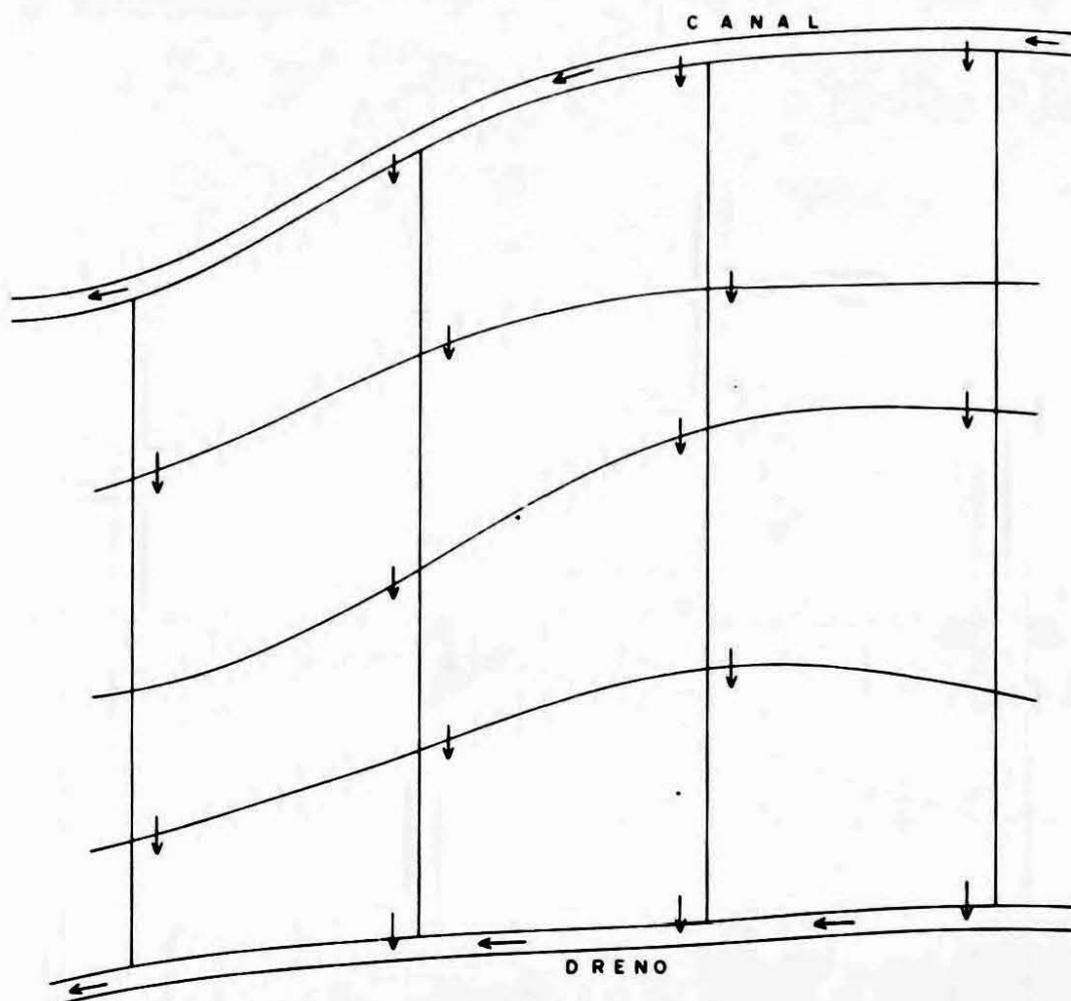


Fig. 4. Tabuleiros em contorno com diques seguindo curvas de níveis naturais.

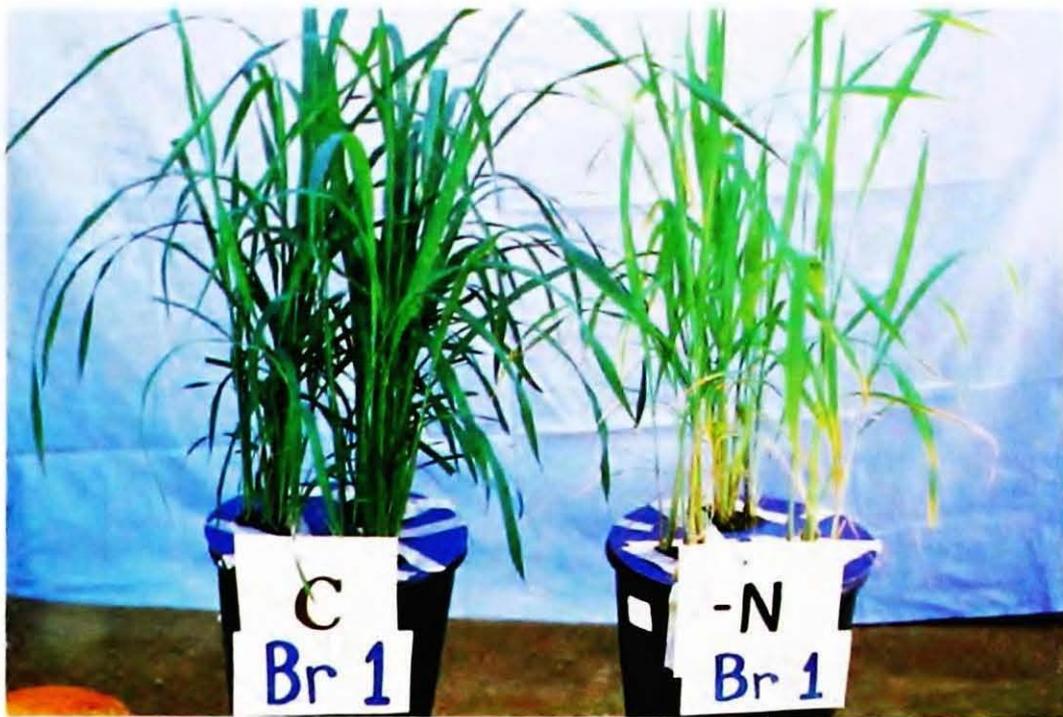


Fig. 5. Deficiência de nitrogênio.



Fig. 6. Deficiência de fósforo.

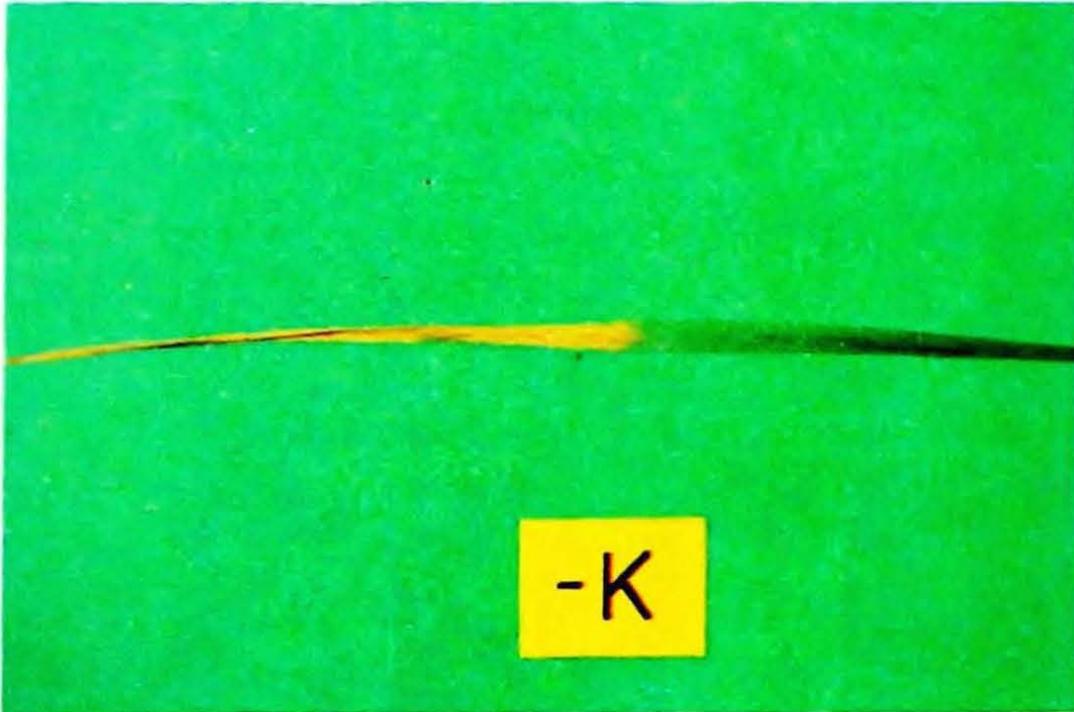


Fig. 7. Deficiência de potássio.

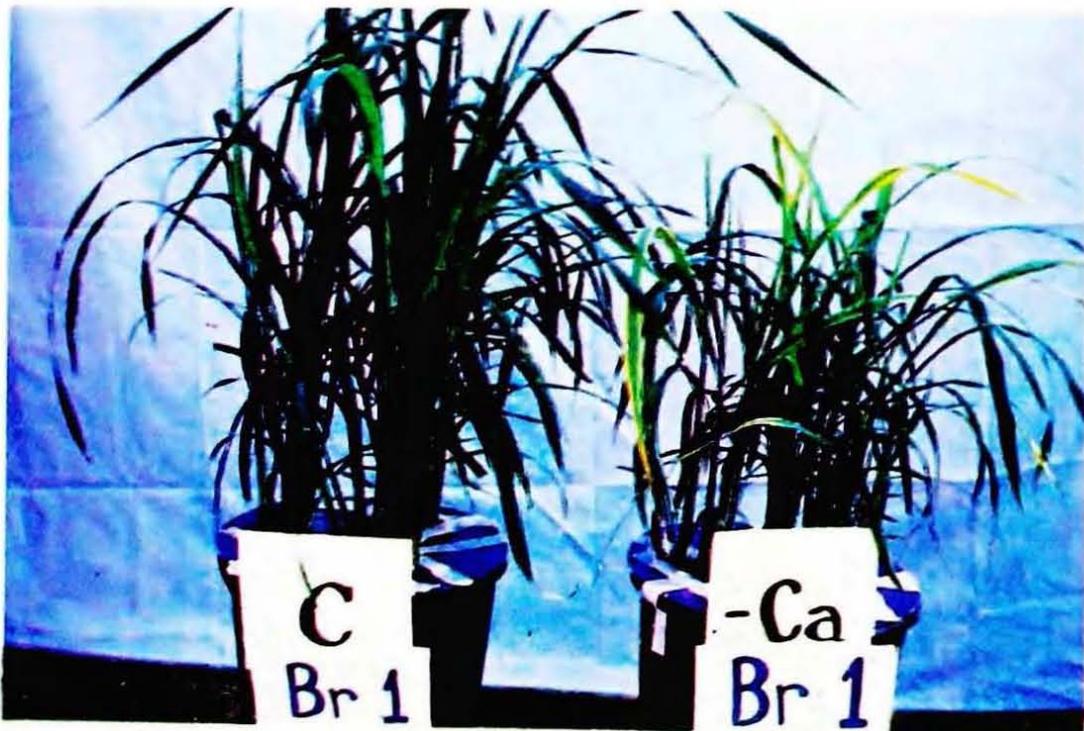


Fig. 8. Deficiência de cálcio.

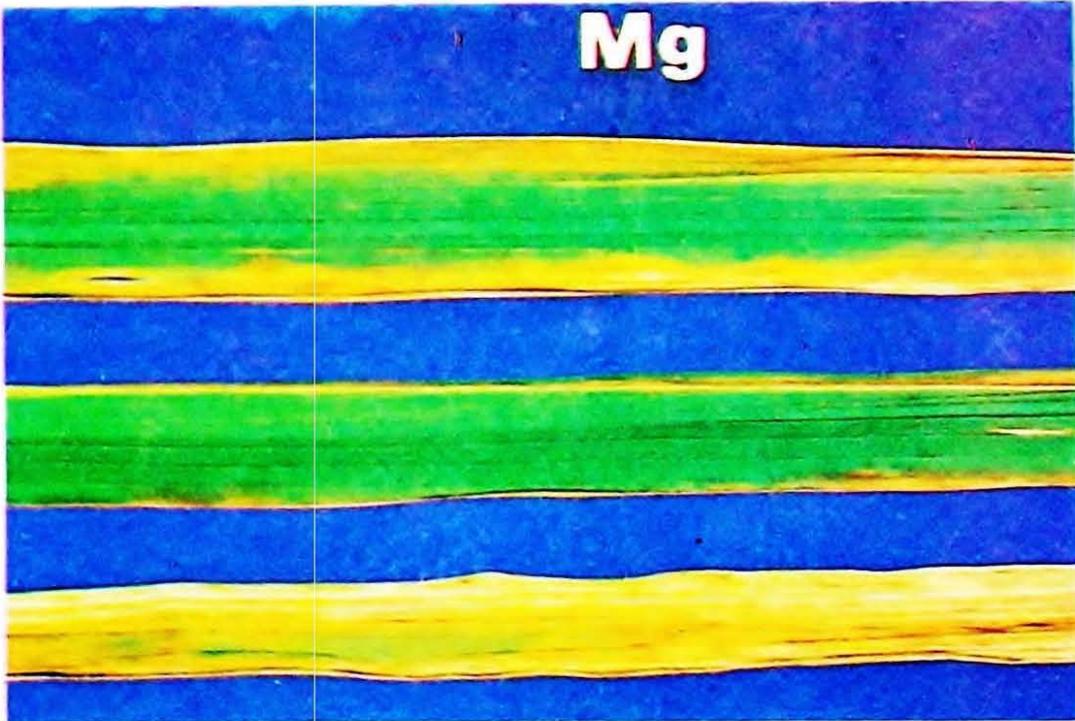


Fig. 9. Deficiência de magnésio.



Fig. 10. Deficiência de zinco.

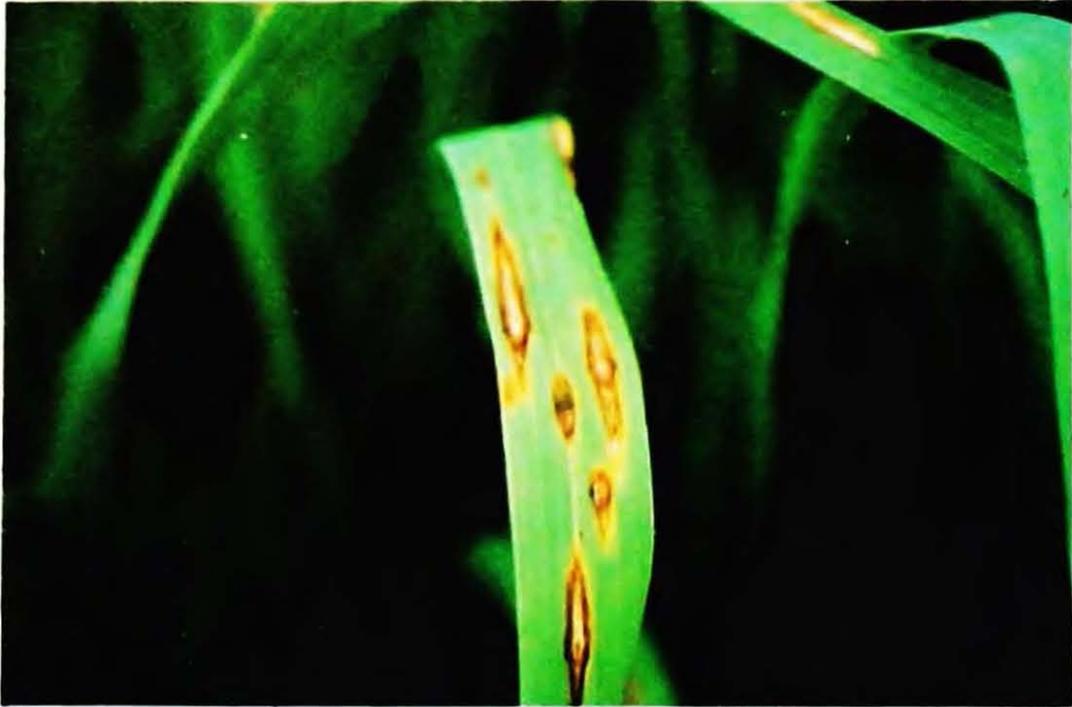


Fig. 11. Brusone.



Fig. 12. Mancha dos grãos.

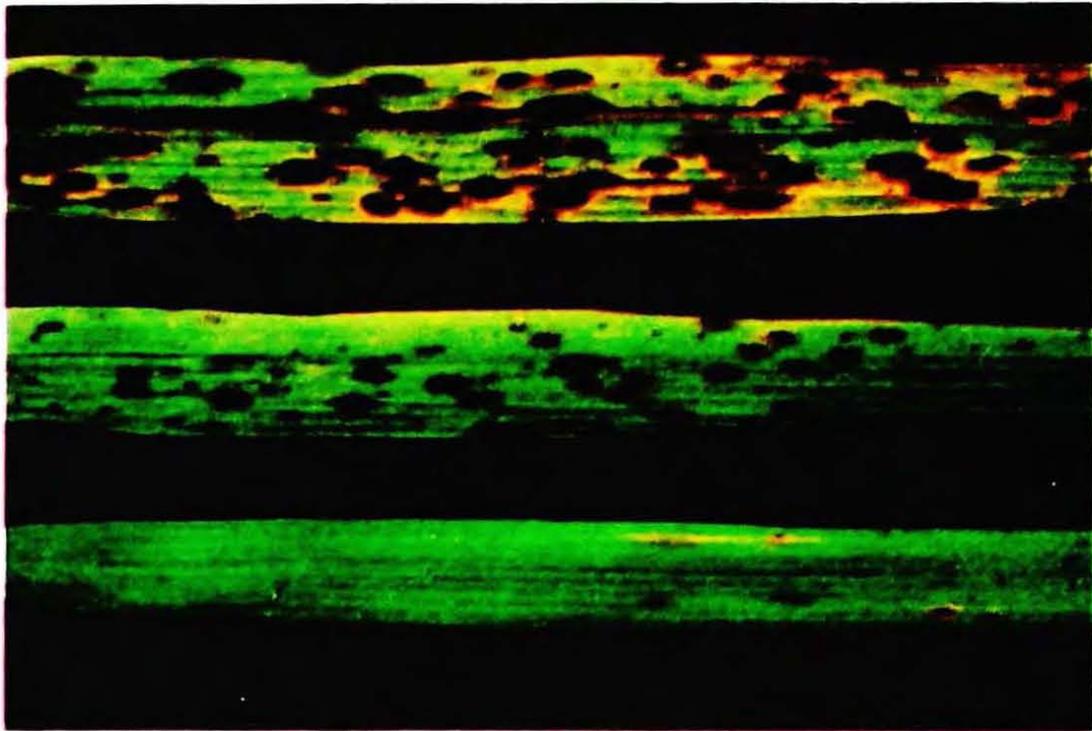


Fig. 13. Mancha-parda.

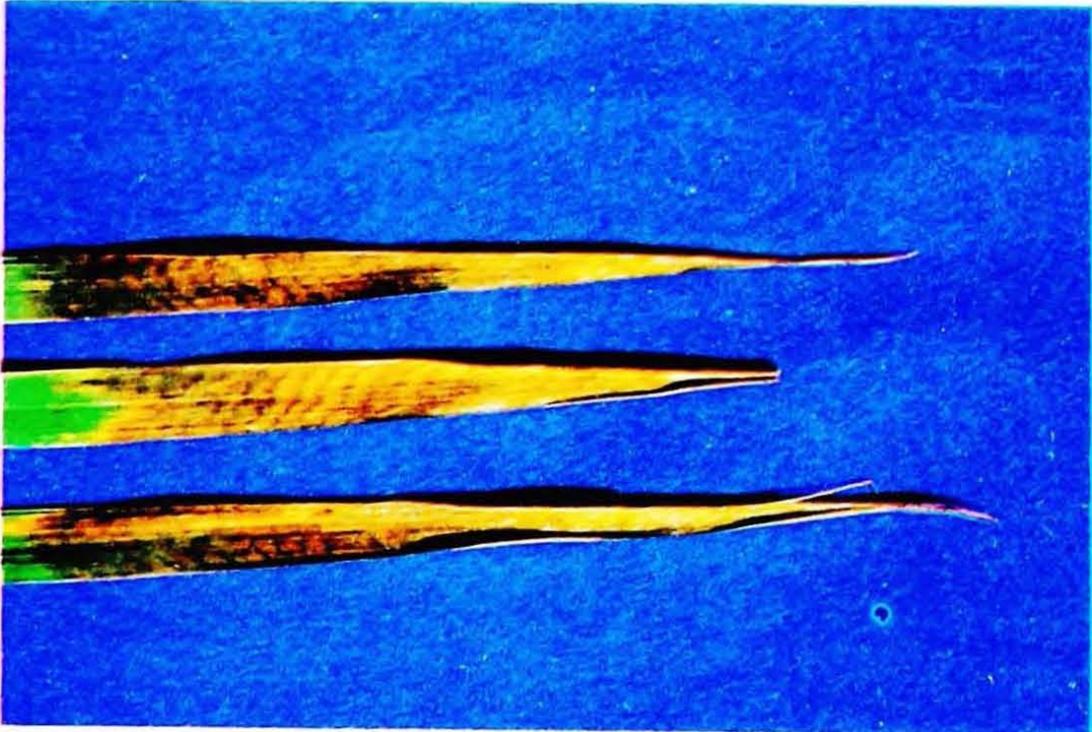


Fig. 14. Escaldadura.



Fig. 15. Gorgulhos aquáticos (adulto).

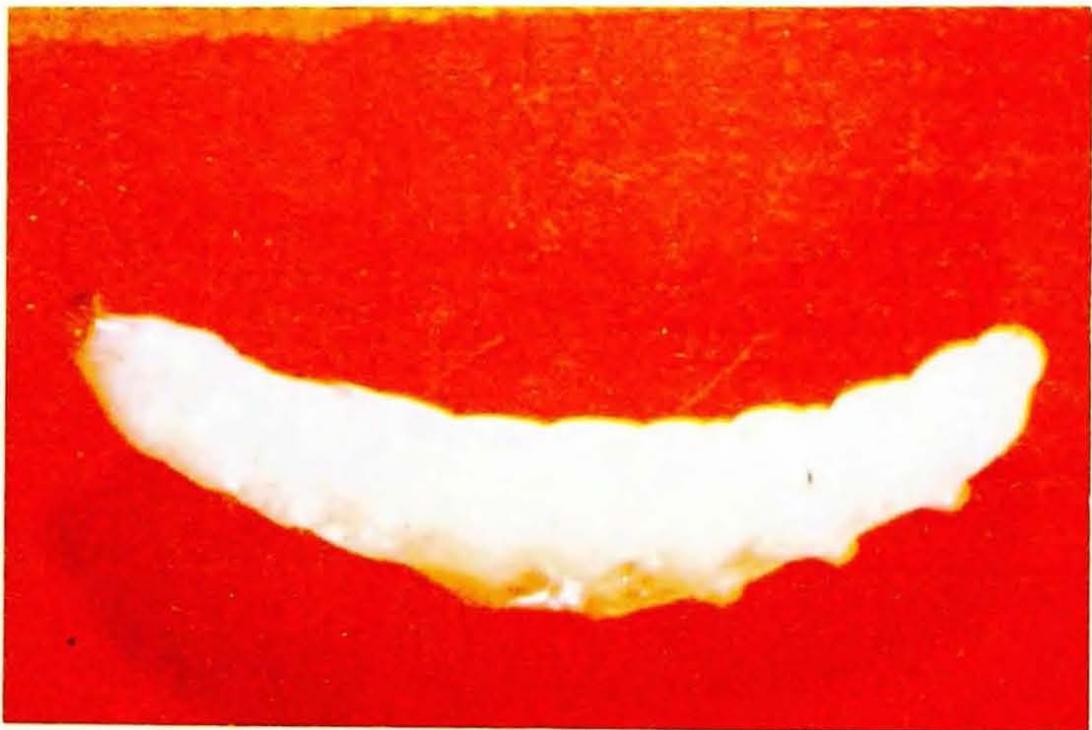


Fig. 16. Gorgulhos aquáticos (larva).



Fig. 17. Adultos e lagarta da broca-do-colo.

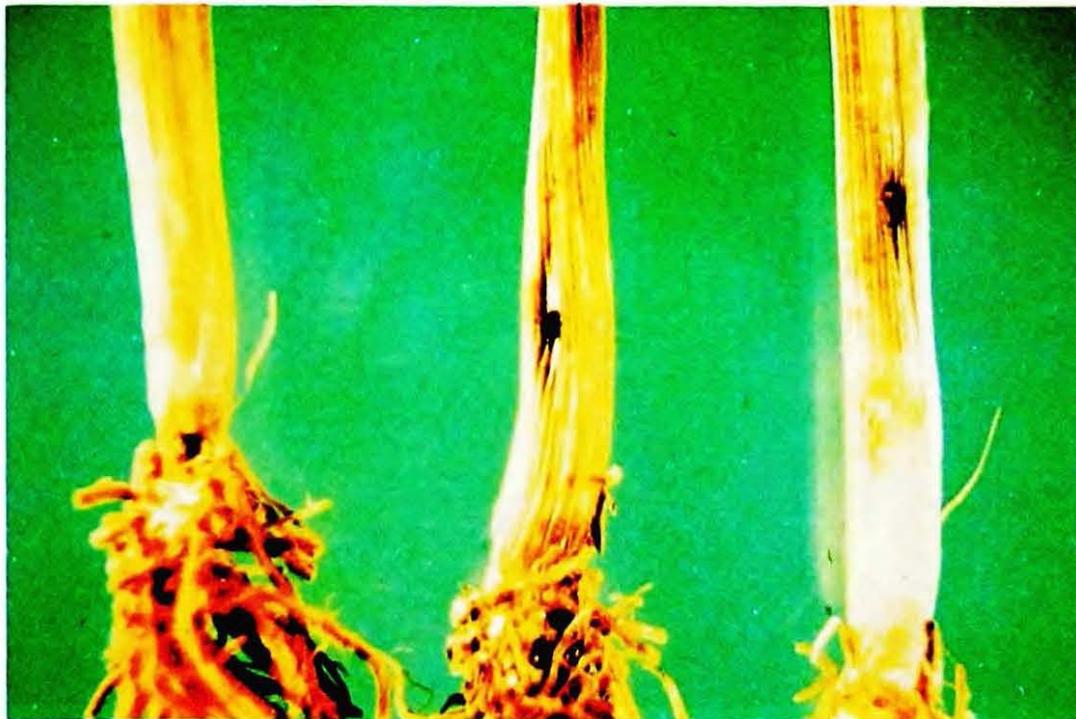


Fig. 18. Colmo atacado por broca-do-colo.



Fig. 19. Cascudos pretos.



Fig. 20. Larva de cascudo preto.



Fig. 21. Pulga de arroz e danos.



Fig. 22. Cigarrinha-das-pastagens.



Fig. 23. Plantas atacadas por cigarrinhas-das-pastagens.

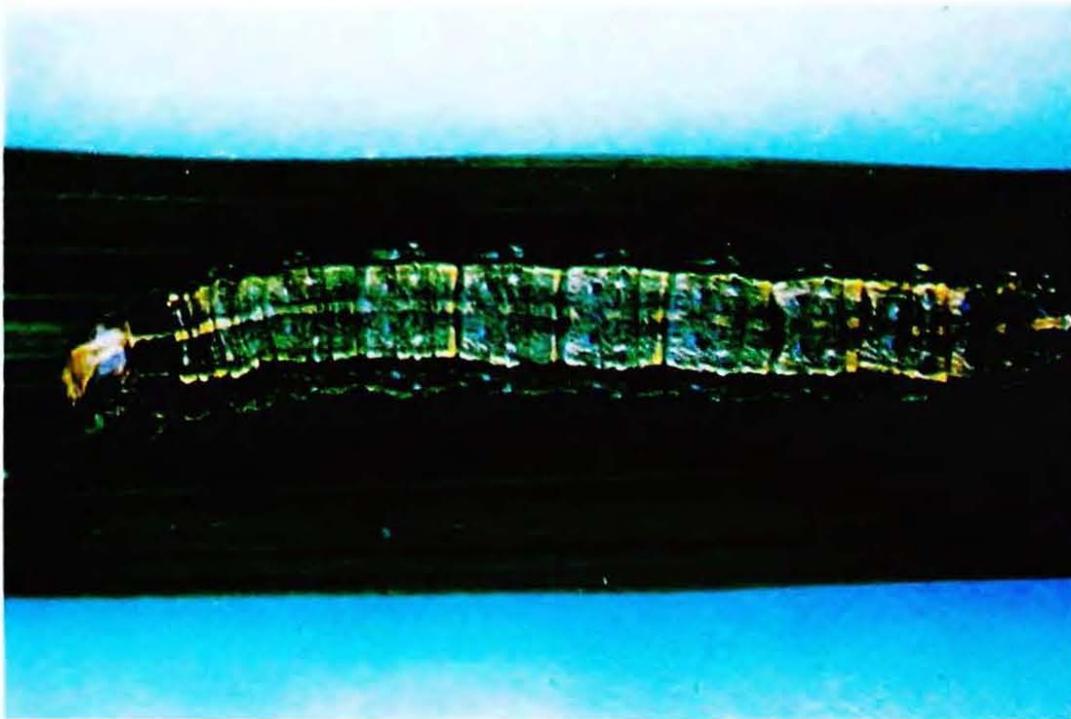


Fig. 24. Lagarta-das-folhas (*Spodoptera*).



Fig. 25. Lagarta-das-folhas (*M. latipes*).



Fig. 26. Broca-do-colmo (adulto).

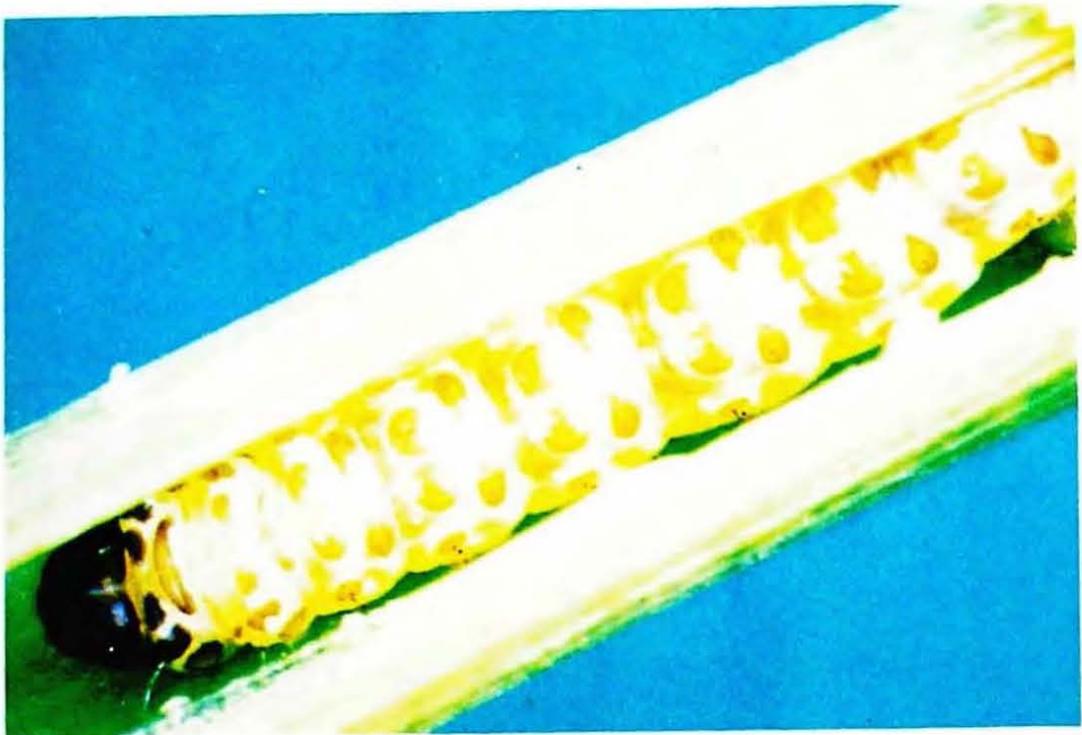


Fig. 27. Broca.do.colmo (lagarta).



Fig. 28. Percevejo.do.colmo.



Fig. 29. Coração morto (percevejo).



Fig. 30. Percevejo de grão.

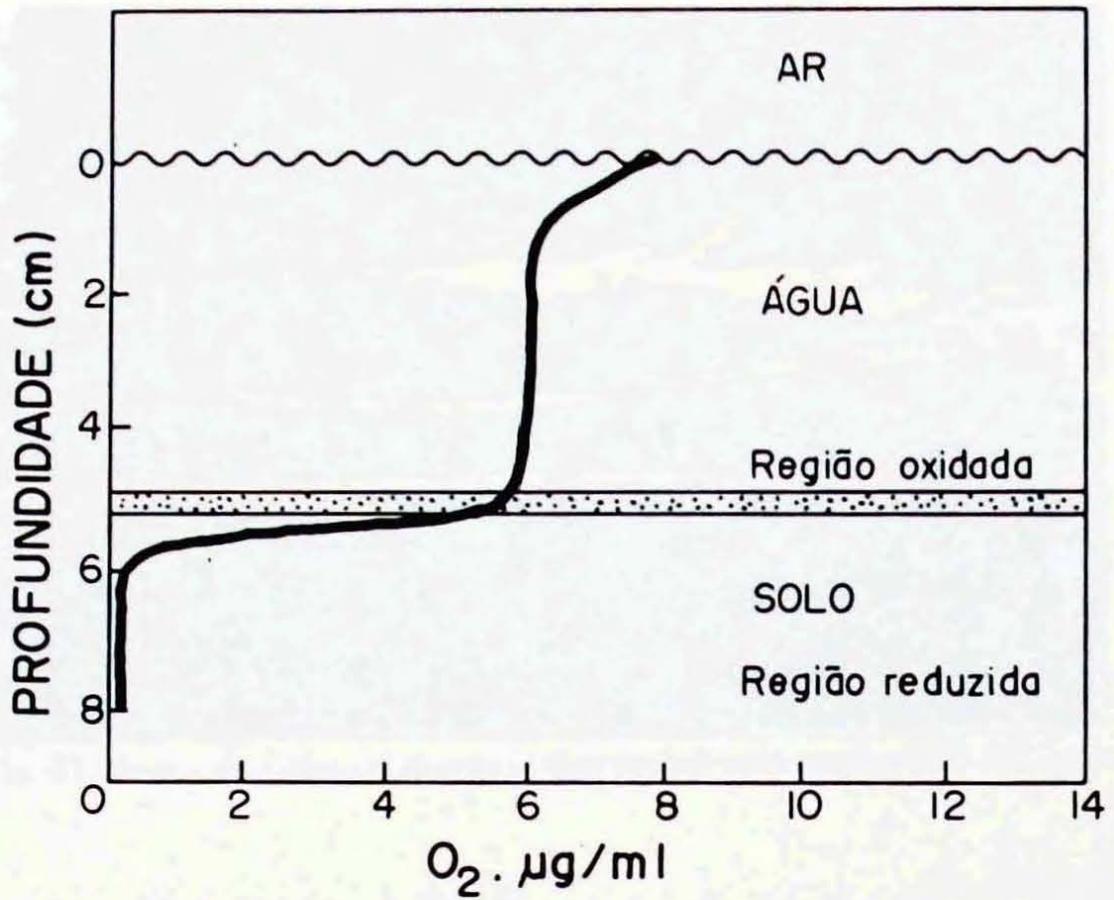
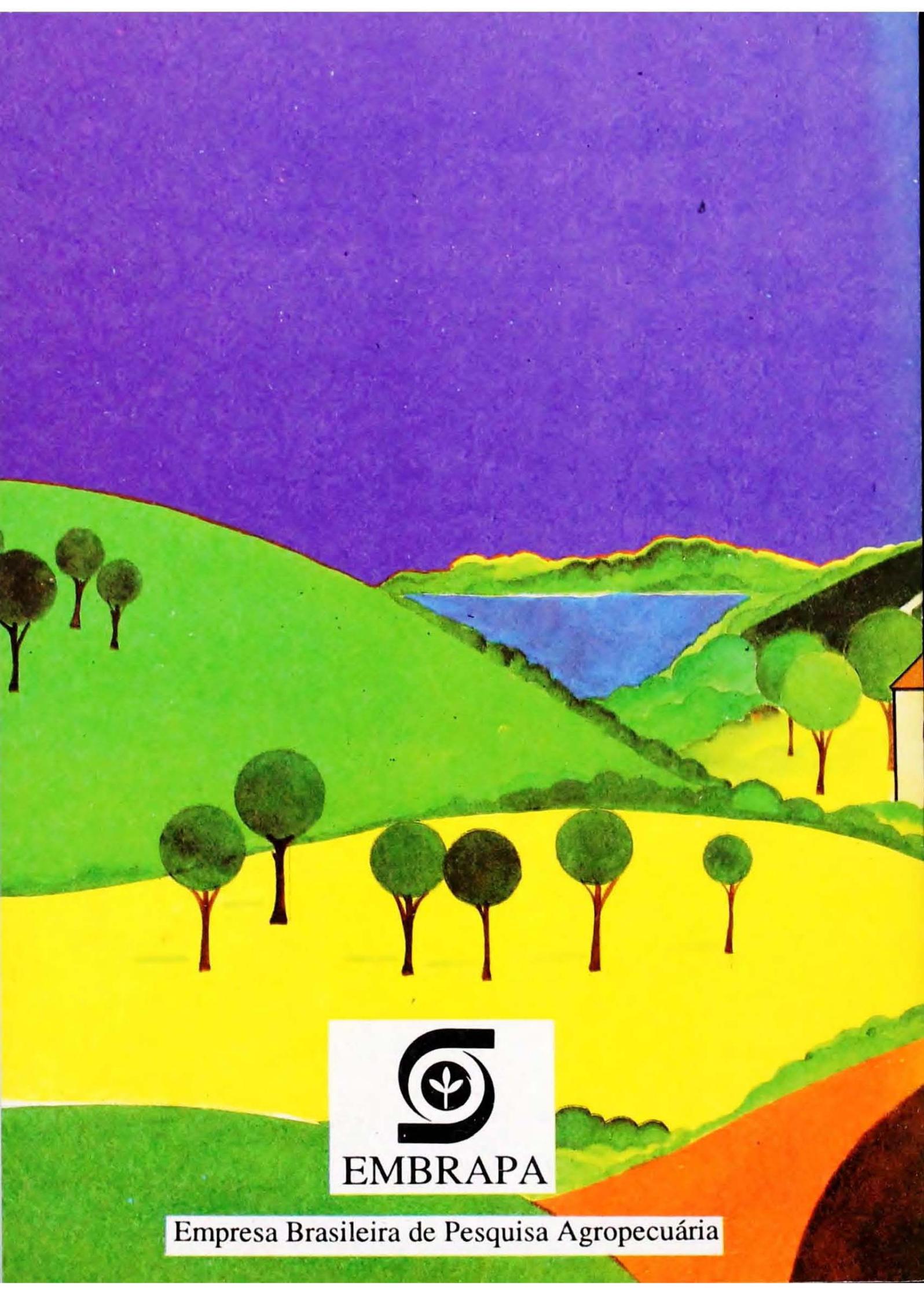


Fig. 31. Concentração do oxigênio na água de inundação e no solo.



EMBRAPA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária