

Agrotóxicos no Cultivo do Arroz no Brasil: análise do consumo e medidas para reduzir o impacto ambiental negativo

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das mais antigas espécies cultivadas, ocupando aproximadamente 10% do solo agricultável do planeta. Para atender a demanda por alimentos, devido ao rápido crescimento da população mundial, a produção de arroz deve ser incrementada nos próximos 25 anos. Com a redução das áreas disponíveis para produção, será necessário conciliar cultivos intensivos com elevadas produtividades, mas em bases sustentáveis.

Existem três tipos principais de ecossistemas de arroz: terras altas, várzeas úmidas e irrigado por inundação. Dentre eles, o sistema de produção de arroz irrigado por inundação (regiões de baixios) é o mais expressivo, representando 80% do arroz produzido no mundo, responsável por aproximadamente 93% da produção total.

No Brasil, o ecossistema de arroz irrigado é responsável por, aproximadamente, 60% da produção nacional. Existem aproximadamente 35 milhões de hectares de regiões de baixios, periodicamente inundados. Desse total, o sistema de produção de arroz irrigado por inundação ocupa cerca de 1.368.422 hectares, distribuídos entre a região de clima temperado (86,5%), nas várzeas dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e a região de clima tropical (13,5%), nas várzeas tropicais dos Estados do Tocantins, Goiás e Mato Grosso do Sul. Destaca-se, dentro deste cenário, o Estado do Tocantins, que possui uma área com potencial para a irrigação em torno de 4.437.000 ha, correspondendo a 30,4% da área disponível na Região Norte e 15% da área de várzeas do Brasil. É o Estado brasileiro que possui a maior relação percentual de área irrigada/área cultivada (20,7%), contribuindo com 4,2 % da produção de arroz irrigado por inundação contínua e por 2,5 % da produção nacional de arroz.

O sistema de produção de arroz em terras que depende do regime de chuva é chamado de arroz de terras altas, mais recentemente, de arroz aeróbico. Este ecossistema é mais comum na Ásia, na América Latina e na África. O arroz de terras altas é cultivado em, aproximadamente, 17 milhões de hectares no mundo, sendo 10,5 milhões de hectares na Ásia, 3,7 milhões de hectares na América Latina e 2,8 milhões de hectares na África.

No Brasil, a área plantada com arroz de terras altas é de 1.797.707 hectares concentrada nas regiões Centro-Oeste, Mato Grosso e Goiás representando 43,3% da área total cultivada com este produto; Nordeste, Piauí e Maranhão (37,8%); e Norte, Pará e Rondônia (18,9%).

Em nível mundial, a média de produtividade do arroz de terras altas é inferior a 2.000 kg.ha⁻¹, enquanto a média de produtividade do arroz irrigado está em torno de 4.500 kg.ha⁻¹. A baixa produtividade do primeiro pode ser atribuída à instabilidade dos fatores climáticos e ao potencial produtivo das cultivares. A América Latina e a África são os continentes que dispõem de mais área para expansão do cultivo de arroz de terras

altas. Apesar de sua produtividade ser inferior ao do arroz irrigado, este sistema apresenta vantagens devido ao seu baixo custo de produção e reduzido consumo de água.

Principais problemas ambientais resultantes da rizicultura

A degradação ambiental deve ser entendida como o resultado de um conjunto de ações e processos que causam efeitos adversos sobre o ambiente que, não respeitando a sua capacidade de suporte e/ou aptidão, compromete os recursos naturais e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população. A atividade agrícola tem contribuído muito para redução dos recursos naturais e da qualidade ambiental no Brasil, tanto nas áreas de fronteira agrícola, como é o caso da Região Centro-Oeste, como nas áreas tradicionalmente exploradas, como a Região Sul.

O arroz é cultivado em solos secos e inundados, em ambientes de baixa e alta temperatura e em muitos tipos de solo, sendo os parâmetros ambientais mais relevantes para a cultura o regime de água, a temperatura e o tipo de solo, incluindo textura, drenagem e topografia. Os principais impactos ambientais negativos decorrentes das atividades na rizicultura são:

- redução de ecossistemas naturais devido abertura de novas áreas;
- redução da capacidade produtiva do solo, em decorrência de práticas culturais inadequadas;
- redução da qualidade do ar devido a emissão do gás metano (gás de efeito estufa);
- redução da quantidade e qualidade da água em virtude de processos como assoreamento, eutrofização e uso de agrotóxicos.

Consumo de agrotóxicos na cultura do arroz

Considerando a competitividade e a sustentabilidade da agricultura, um dos principais pontos que deve ser considerados é o manejo de pragas e doenças que, de um modo geral, tem sido focado atualmente mais no aspecto econômico que no ambiental. Assim, o ideal seria que a escolha do método a ser empregado estivesse pautada em avaliações sócioeconômica e ambiental, utilizando-se da associação de várias técnicas como

resistência varietal, controle biológico, químico, cultural, dentre outros.

No Brasil, o total de ingredientes ativos de agrotóxicos comercializado para uso no cultivo do arroz irrigado por inundação, passou de 4.597 t, em 1997, para 3.146 t, em 2002, correspondente a uma redução de 31,6%. Desse total, 93,2% correspondeu a venda de herbicidas, 3,8% de fungicidas e 3% de inseticidas. Para o arroz de terras altas, o total comercializado passou de 307 t para 612 t, no mesmo período, um acréscimo de 99,4%. Desse total, 78,9% correspondeu a venda de herbicidas, 16,4% de fungicidas e 4,8% de inseticidas.

O consumo médio dos principais agrotóxicos é maior no cultivo irrigado do que no de terras altas. Contudo, no cultivo do arroz irrigado observou-se um decréscimo contínuo no consumo destes produtos, o que pode ser atribuído a adoção de técnicas mais adequadas de manejo. Esse decréscimo deveu-se principalmente aos herbicidas, que passaram de 4.349 t, em 1997, para 2.902 t, em 2002. Já no cultivo de terras altas ocorreu um aumento significativo de consumo devido principalmente à elevação do nível tecnológico da cultura. Esse aumento deveu-se também ao uso de herbicidas, que passou de 163 t em 1997, para 508 t em 2002. Pelo fato de o arroz de terras altas ser cultivado, predominantemente, em áreas recém-desmatadas, por muito tempo não se deu importância ao controle de plantas daninhas. A carência de produtos e tecnologia para o controle de plantas daninhas em arroz de terras altas, somada à baixa capacidade de competição do arroz com as mesmas constitui um dos principais obstáculos para a introdução desta cultura em sistemas agrícolas intensivos. Somente nos últimos anos, o arroz de terras altas tem sido cultivado em rotação com a soja, em áreas com irrigação suplementar e no Sistema Santa Fé (consórcio de culturas anuais com pastagem), em que essas áreas são cultivadas por vários anos e apresentam alta diversidade e infestação de plantas daninhas. Pode-se dizer que o controle químico passou a ser uma prática mais utilizada, por ter custo mais baixo e apresentar maior eficiência, quando comparado a outros métodos de controle de plantas daninhas.

Nos seis anos analisados, observou-se uma queda no consumo de fungicidas, tanto no cultivo do arroz de terras altas (50%) como no irrigado (37%); fato explicado pela introdução de novas variedades com resistência a brusone. Por outro lado, o

consumo de inseticidas aumentou significativamente nos dois sistemas de produção analisados. Em arroz irrigado, passou de 66 para 176 t e, em arroz de terras altas, passou de 14 para 39 t (Tabela 1).

Tabela 1. Toneladas de ingredientes ativos de agrotóxicos, por categoria, comercializados, no Brasil, para uso nas lavouras de arroz irrigado e de terras altas, no período de 1997 a 2002.

Ano	Inseticida (T)		Fungicida (T)		Herbicida (T)		Total	
	Irrigado	Terras Altas	Irrigado	Terras Altas	Irrigado	Terras Altas	Irrigado	Terras Altas
1997	66	14	182	130	4349	163	4597	307
1998	38	39	155	158	3692	604	3985	801
1999	87	50	213	180	3383	892	3683	1122
2000	113	54	97	89	3061	447	3271	590
2001	84	10	112	79	3118	771	3314	860
2002	176	39	68	65	2902	508	3146	612
Média	111	34	138	117	3418	564	3666	715

¹Informações repassadas pelo SINDAG, em 2003.

A análise do consumo de agrotóxicos por área cultivada mostra que a produção de arroz irrigado por inundação utiliza uma maior quantidade dos principais agrotóxicos (Tabela 2). No entanto, houve uma redução no uso de herbicidas e fungicidas no período de 1997 a 2002, para o cultivo de arroz irrigado. Ao contrário, ocorreu um aumento no uso de herbicida por unidade de área cultivada de arroz de terras altas. No caso do uso de inseticida, tanto para o cultivo de arroz irrigado

quanto para o cultivo do arroz de terras altas, ocorreu um aumento não justificado já que a produtividade não foi proporcional ao aumento do consumo de inseticida nos dois sistemas. Enquanto o consumo de inseticidas, em arroz irrigado, aumentou 166%, a produtividade média aumentou apenas 10,3%. Comportamento semelhante aconteceu em arroz de terras altas, onde o consumo de inseticida aumentou 178% para um aumento de 21,5 % na produtividade.

Tabela 2. Consumo médio de agrotóxicos, por hectare, e produtividade média da cultura do arroz irrigado e terras altas, no Brasil, no período de 1997 a 2002.

Ano	Inseticida (kg/ha)		Fungicida (kg/ha)		Herbicida (kg/ha)		Produtividade	
	Irrigado	Terras Altas	Irrigado	Terras Altas	Irrigado	Terras Altas	Irrigado	Terras Altas
1997	0,06	0,006	0,16	0,06	3,91	0,07	5009	1435
1998	0,12	0,02	0,14	0,09	3,32	0,33	4497	1387
1999	0,07	0,02	0,16	0,07	2,58	0,37	5564	1785
2000	0,09	0,02	0,08	0,04	2,45	0,19	5271	1875
2001	0,07	0,005	0,09	0,04	2,54	0,41	5589	1740
2002	0,14	0,02	0,05	0,04	2,27	0,28	5624	1743
Média	0,09	0,015	0,11	0,06	2,85	0,23	5259	1661

¹Informações repassadas pelo SINDAG, em 2003.

É importante considerar que redução no consumo de herbicidas por unidade de área observada pode não expressar um decréscimo real no seu uso uma vez que muitos produtos, cujas doses necessárias

para controle são elevadas, foram substituídos por outros mais modernos cujas quantidades aplicadas são muito menores para alcançar a mesma eficiência de controle.

Medidas para reduzir o impacto ambiental da ação dos cultivos do arroz

Licenciamento ambiental

A redução na disponibilidade dos recursos hídricos é um problema de interesse mundial. No Brasil, diversas leis e decretos têm sido elaboradas para regulamentar o uso da água em todos os segmentos do setor produtivo.

De acordo com a legislação federal, todos os empreendimentos que apresentem potencial degradação do ambiente devem possuir licenciamento ambiental para exercer a atividade.

Vários Estados brasileiros já têm sancionadas as leis que regulamentam a exploração dos recursos hídricos, dentre eles estão o Rio Grande do Sul, São Paulo, Ceará e Bahia. Em Goiás, a instalação da Agência Goiana de Águas, em 2003, foi um dos mecanismos criados pelo governo estadual para estabelecer a política de recursos hídricos do Estado, como forma de manter o controle dos mananciais sob o domínio goiano e de desenvolver ações para garantir a preservação dos recursos hídricos.

O licenciamento ambiental é um procedimento administrativo, pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação e operação de empreendimentos e atividades que exploram os recursos ambientais e que são consideradas potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

Zoneamento agroclimático

A atividade agrícola é dependente das condições do tempo e do clima. Condições adversas do clima causam prejuízos na agricultura, o que é motivo de preocupação tanto para os agricultores quanto para os setores governamentais ligados ao planejamento agrícola. O zoneamento agroclimático, como instrumento diretor para definição de áreas de risco climático, para a cultura do arroz, é de considerável importância porque define as áreas mais indicadas para o plantio, atendendo a sua produtividade e rentabilidade econômica,

além de possibilitar a instituição de políticas de incentivos à produção e estabelecer diretrizes e prioridades de pesquisa na geração de tecnologias para essas áreas. Vários estudos mostram que a definição das épocas de plantio, baseando-se em análise da quantidade e distribuição pluviométrica e/ou balanço hídrico simulado da cultura, pode contribuir para diminuir o risco de frustração de safra devido a deficiência hídrica em arroz de terras altas. Pode-se dizer que o zoneamento agroclimático também contribui de forma muito eficiente para o aumento do benefício ambiental, visto que com o seu uso há uma exigência menor de área para o plantio da cultura.

Manejo integrado de pragas biointensivo

Com a modernização da agricultura, a produção em grandes áreas de monocultura passou a predominar, em detrimento dos princípios ecológicos e da preocupação com o ambiente. Os cultivos solteiros em grande escala promovem a simplificação da biodiversidade e a formação de um sistema artificial, que requer constante intervenção humana com utilização de agroquímicos que apesar de contribuir para elevar a produtividade temporariamente, apresenta diversas desvantagens sob o ponto de vista ambiental e econômico.

Conscientes de tais impactos, pesquisadores concordam que a agricultura moderna tem confrontado com muitos dos princípios ecológicos básicos. Muitas cultivares melhoradas usadas em monocultivo não possuem mecanismos ecológicos de defesa suficientes para tolerar os surtos de pragas. As perdas de produção devido às pragas ainda são elevadas, embora o consumo de agrotóxicos tenha aumentado em escala mundial.

Uma alternativa tem sido resgatar a consideração dos princípios ecológicos na forma de produzir. Para isso, além de inovações tecnológicas deve ser considerada a complexidade das interações entre os recursos, pessoas e o ambiente. O manejo integrado de pragas biointensivo incorpora fatores ecológicos no planejamento do sistema e na tomada de decisão, levando em consideração as preocupações da sociedade

com qualidade ambiental e segurança do alimento. No manejo biointensivo, além dos procedimentos tradicionalmente usados como monitoramento e uso do nível de dano econômico, são enfatizadas as medidas proativas no estabelecimento do agrossistema que desfavoreçam a praga em favor de seus parasitas e predadores. Medidas proativas incluem métodos culturais como, rotação de culturas e a criação e preservação de habitats para os organismos benéficos. O agroecossistema de arroz irrigado é um ambiente que predomina grande biodiversidade (Figura 1).



Fig. 1. Campo de arroz irrigado: presença permanente de animais silvestres dentro do campo.

Integração lavoura-pecuária

A integração das atividades de lavoura e pecuária surgiu da necessidade de alternativas técnicas para aumentar a eficiência da atividade rural. A integração é feita basicamente por meio de consórcio, rotação e sucessão de espécies anuais com forrageiras. Além dos benefícios econômicos, vários benefícios para o ambiente têm sido apontados, como a quebra do ciclo das pragas, doenças e plantas daninhas, que contribui para a redução do consumo total de agrotóxicos.

Racionalização do uso de agrotóxicos

É importante prevenir para que fontes de água e lençol freático não sejam contaminados com resíduos de agrotóxicos, uma vez que qualquer operação realizada na superfície do solo pode afetar a qualidade da água do subsolo, especialmente a forma como os agrotóxicos e fertilizantes são aplicados (Figura 2). Em muitas situações, quando o controle químico é necessário, produtos com restrições são necessários. Portanto, é muito importante conhecer as características do produto e os

cuidados exigidos para seu manuseio, bem como seu comportamento no ambiente.



Fig. 2. Aplicação aérea de agrotóxicos em arroz irrigado: riscos de contaminação das águas nos canais.

Os estabelecimentos rurais apresentam particularidades quanto ao tipo de solo, topografia, profundidade do lençol freático, sistemas de cultivo, dentre outras. Em áreas onde o lençol freático é elevado, o potencial de filtragem do solo é menor. Isso significa que os agrotóxicos aplicados na superfície têm maior chance de contaminar da água subterrânea.

No zoneamento das áreas da propriedade rural devem ser indicados os locais mais vulneráveis à contaminação dos recursos hídricos. Pontos baixos ou lagos dentro do campo funcionam como um funil que concentram a água da chuva e facilitam a entrada dos resíduos de agrotóxicos para a água subterrânea. Nesses casos deve-se manter faixa de vegetação no entorno da área para reduzir o escoamento de agrotóxicos para esses locais (Figura 3).



Fig. 3. Vista de uma área de cultivo na proximidade de represa: necessidade de manutenção de faixa lateral de vegetação para reduzir risco de escoamento de agrotóxicos para a lagoa.

Em áreas declivosas as chuvas podem causar erosão e escoamento superficial de água. Se o agrotóxico é aplicado antes da chuva, parte dele pode ser levado pela água. Terraços e faixas de vegetação são muito eficientes para evitar o deslocamento de agrotóxicos do local onde foi aplicado (Figura 4). Resíduos de agrotóxicos na água dos rios e lagos, além de contaminar a água potável, são uma ameaça para organismos aquáticos e animais silvestres. A água contaminada da superfície pode atingir o lençol freático que também será contaminado.



Fig. 4. Plantio de arroz em área com declive, com curva de nível.

O tipo de solo da área onde o agrotóxico é aplicado tem muita influência no impacto causado pelo produto ao ambiente, especialmente sobre a água. Solos arenosos possuem muito espaço entre as suas partículas e pouca matéria orgânica. Nesses tipos de solo, os agrotóxicos podem percolar facilmente e atingir o reservatório de água do subsolo. Solos mais argilosos possuem muitas partículas com compostos ativos que funcionam como sítios de captura dos agrotóxicos. Por outro lado, alguns tipos de solo possuem estruturas conhecidas como macroporos que facilitam o movimento de agrotóxicos no solo. Essas estruturas são formadas devido a rachaduras na superfície, atividade de minhocas e artrópodes e espaços vazios deixados pela decomposição de raízes mortas. Esses espaços permitem que os agrotóxicos atravessem a camada de solo sem ser submetido ao processo de filtração natural do solo, podendo alcançar o reservatório subterrâneo com mais facilidade.

Quando os agrotóxicos se aderem às partículas de solo ou à matéria orgânica, eles se tornam mais sujeitos à degradação. A decomposição dos agrotóxicos se dá por meio de reações químicas envolvendo água e compostos presentes no solo. Alguns agrotóxicos se decompõem também pela ação da luz solar. A decomposição dos agrotóxicos ocorre principalmente nas camadas superficiais do solo quando a temperatura e umidade são elevadas, o teor de matéria orgânica do solo é alto, e o solo apresenta boas condições de aeração. Desta forma, a decomposição dos agrotóxicos se dá com maior intensidade na camada mais superficial do solo do que nas mais profundas. Altas concentrações de agrotóxicos são pouco prováveis de serem totalmente decompostas pelo solo. Por isso não se deve abastecer o pulverizador ou preparar a mistura sempre no mesmo local para evitar derramamentos pontuais. O vazamento freqüente de produto em um mesmo ponto, aumenta a concentração de agrotóxico no local e portanto aumenta a chance de o agrotóxico ser lixiviado e atingir o lençol freático. Quando o solo se torna saturado com agrotóxico, a sua capacidade de retenção e de degradação é reduzida.

A umidade e a temperatura do solo afetam muito a decomposição dos agrotóxicos. A decomposição química do agrotóxico ocorre mais lentamente em solos secos e temperaturas mais baixas porque tanto as reações químicas como as biológicas ocorrem mais lentamente nessas condições. Os agrotóxicos variam muito quanto à sua persistência no ambiente. Alguns se decompõem imediatamente após a sua aplicação e outros podem persistir por muito tempo no ambiente. Desta forma, os compostos que persistem por muito mais tempo no solo são mais prováveis de atingirem o reservatório subterrâneo do que os que se degradam mais rapidamente.

Além das propriedades físicas e químicas do solo, as relativas ao agrotóxico também influenciam o seu movimento no ambiente. Por exemplo, o movimento do agrotóxico é afetado pela sua solubilidade em água. Os agrotóxicos mais solúveis têm maior chance

de se movimentar com a água que penetra ou escorre no solo. Os agrotóxicos podem ainda se aderirem às partículas do solo. Os agrotóxicos que são mais fortemente adsorvidos pelas partículas do solo são menos facilmente carregados pela água.

Agrotóxicos que são mais persistentes e solúveis em água têm mais chance de se tornarem contaminantes. Ao escolher o agrotóxico, deve-se considerar o seu potencial de contaminação observando três características básicas: persistência, solubilidade e adsorção. Uma ou mais características podem impedir que o agrotóxico atinja o reservatório de água subterrâneo. Por exemplo, o herbicida paraquat é extremamente solúvel em água e pode persistir no campo por até um mês, além de ser muito tóxico, com LD50 em torno de 138. No entanto, ele é tão fortemente adsorvido pelas partículas do solo que só pode ser removido por aquecimento das argilas ou com ácido sulfúrico concentrado.

As chuvas e a irrigação também influenciam o movimento dos agrotóxicos. Movimentos de agrotóxicos são mais intensos quando a chuva ocorre logo após a sua aplicação. Tanto a água da chuva como a da irrigação removem os produtos da superfície das plantas para o solo, reduzindo a eficiência da aplicação e dificultando a decomposição do produto pela luz solar. Desta forma, em ambientes de alta pluviosidade, os agrotóxicos podem contaminar mais facilmente as fontes de água.

Para reduzir os riscos de contaminação deve-se ajustar as práticas de aplicação em áreas mais vulneráveis, como áreas próximas de bacias, especialmente formadas por solos arenosos ou onde se têm muitos poços artesianos. Para essas áreas devem-se escolher agrotóxicos que sejam menos prováveis de percolar e de menor persistência. Informações sobre o comportamento ambiental do produto são encontradas no rótulo da sua embalagem.

Os agrotóxicos apresentam propriedades químicas que variam de acordo com o tipo de sua molécula. Portanto, o potencial de

contaminação de cada produto depende do tipo de produto e da forma de aplicação. A solubilidade em água, capacidade de adsorção e a persistência são características que devem ser consideradas em conjunto para verificar o potencial de um agrotóxico causar impacto ao ambiente.

Muitos problemas ambientais causados pelos agrotóxicos são decorrentes de seu manuseio. Abaixo estão listadas algumas medidas para reduzir o impacto negativo da utilização de agrotóxicos no ambiente.

- a) Verificar as condições das máquinas e equipamentos utilizados na aplicação dos produtos. Agrotóxicos são mais prováveis de atingir a água do subsolo por meio de vazamentos durante o preparo da caldas;
- b) o preparo de calda de agrotóxicos deve ser feito distante das fontes de água. Agrotóxicos derramados próximo de poços pode atingir o lençol freático através da saída de água;
- c) durante a operação de abastecimento do tanque do pulverizador, manter a extremidade da mangueira no nível da abertura do tanque. A mangueira deve ser removida do tanque antes de desligar a bomba para impedir que haja retorno da água do tanque do pulverizador para o reservatório;
- d) obedecer as normas para o descarte de embalagens. A tríplex lavagem remove mais de 99% dos resíduos. Efetue o procedimento jogando os resíduos no tanque do pulverizador;
- e) a lavagem do pulverizador deve ser feita no campo, onde a água resultante da lavagem e o excedente de calda não usada devem ser eliminados;
- f) a calibragem do pulverizador é importante para que o produto seja aplicado na dose recomendada.

Referências Bibliográficas

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, n. 54, p. 46-55, 2002.

COBUCCI, T.; PORTELA, C. Seletividade de herbicidas aplicados em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 359-366, 2001.

DUFOUR, R. **Biointensive integrated pest management (IPM): fundamentals of sustainable agriculture**. Fayetteville: ATTRA, 2001. Disponível em: <<http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/ipm.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2005.

ECONOMIA & DESENVOLVIMENTO, Goiânia, v. 4, n. 12, p. 41-48, jul./set. 2003.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Arroz – Socioeconomia**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/arroz/socioeconomia.htm>>. Acesso em 10 fev. 2004.

EXTOXNET – The Extension Toxicology Network. Pesticide information profiles **Paraquat**. Disponível em: <<http://extoxnet.orst.edu/ghindex.html>>. Acesso em: 12 jan. 2005.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Yield and yield components of lowland rice as influence by timing of nitrogen fertilization. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 22, n. 1, p. 23-32, 1999.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

OLIVEIRA, I. P. de; SANTOS, A. B. dos. Correção da acidez do solo. In: AINDA, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 155-168.

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

VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 633 p.

ZAFFARONI, E.; TAVARES, V. E. **O licenciamento ambiental dos produtores de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, Brasil**. Disponível em: <<http://ambiental.net/agroverde/LicenciaAmbientalArroz.htm>>. Acesso em: 06 fev. 2004.

Circular Técnica, 67



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Arroz e Feijão
Rodovia Goiânia a Nova Veneza km 12 Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 533 2123
Fax: (62) 533 2100
E-mail: sac@cnpaf.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2003): 1.000 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: *Carlos Agustin Rava*
Secretário-Executivo: *Luiz Roberto R. da Silva*
Membro: *Patrícia Valle Pinheiro*

Expediente

Supervisor editorial: *Marina A. Souza de Oliveira*
Revisão de texto: *Marina A. Souza de Oliveira*
Tratamento das ilustrações: *Fabiano Severino*
Diagramação: *Fabiano Severino*