

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ARROZ  
DE TERRAS ALTAS SOB PLANTIO DIRETO  
E CONVENCIONAL**

**FRANCISCO PEREIRA MOURA NETO**

**2001**

**FRANCISCO PEREIRA MOURA NETO**

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS  
ALTAS SOB PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Lavras, para obtenção do título de Mestre em Agronomia,  
Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientador

Prof. Dr. Antônio Alves Soares

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS - BRASIL**  
**2001**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Moura Neto, Francisco Pereira

Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional / Francisco Pereira Moura Neto. -- Lavras : UFLA, 2001.

92p. : il.

Orientador: Antonio Alves Soares.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Plantio direto. 2. Arroz. 3. Desempenho. 4. Variedade. 5. Arroz de sequeiro. ~~Plantio convencional.~~ 7. Terras altas. 8. Produtividade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.188

**FRANCISCO PEREIRA MOURA NETO**

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS  
ALTAS SOB PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Lavras, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia, Área de Concentração:  
Fitotecnia.

**APROVADA em 21 de fevereiro de 2001**

**Prof. Dr. João Batista Donizeti Corrêa**

**UFLA**

**Dr. Moisés de Souza Reis**

**EPAMIG**

  
**Prof. Dr. Antônio Alves Soares**

**UFLA**

**(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

A meus pais,

Otacília Pereira Moura e Jaime José de Moura (*in memorian*), exemplos de perseverança, por terem enfrentados tempos tão difíceis durante toda as suas vidas.

A meus irmãos,

Valdeci, Altino, Judimar, Das Dores, Silvestre, Raimundo José e Auta, por não terem tido a oportunidade de seguirem comigo na caminhada dos estudos.

**DEDICO.**

À Deus

**AGRADEÇO**

À minha esposa, Maria do Socorro.

Aos meus filhos, Ênio e Cássia.

Por serem um complemento de mim.

**OFEREÇO.**

## AGRADECIMENTOS

À Embrapa pela oportunidade de realização do curso de Mestrado e pelo auxílio financeiro.

Ao professor Dr. Antônio Alves Soares, pelo apoio, orientação paciente e tempo dispensados para a realização desta dissertação.

Aos pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão Dr. Homero Aidar, pela parceria nos trabalhos, durante toda a fase de condução dos experimentos e pela companhia agradável nas viagens a Santa Helena; Dr. João Kluthcouski por tomar mais descontraídas tais viagens e o próprio ambiente de trabalho, e ao Dr. Emílio da Maia de Castro, pelas idéias e incentivos para realização desta pesquisa.

À chefia da Embrapa Arroz e Feijão, especialmente ao Dr. Orlando Peixoto de Moraes, pelo apoio aos experimentos e ao curso de Mestrado.

Ao proprietário da Fazenda Santa Fé, Dr. Ricardo de Castro Merola, pela cessão da área experimental e de sua equipe de apoio, fundamentais para a obtenção dos dados de campo.

Aos funcionários da Embrapa Arroz e Feijão Floriano Rezende, José Augusto, João Ananias e João Batista Monteiro, pela cooperação e apoio de qualidade nas atividades de campo e aos colegas de trabalho Paulo Tadeu, Sebastião Honorato, Lucimar, Antônio Gonzaga e Edmar de Oliveira, pela importante contribuição nas avaliações laboratoriais.

À Universidade Federal de Lavras pela acolhida no curso de Mestrado que muito contribuiu para a minha formação técnica.

A todos que direta ou indiretamente auxiliaram-me, sou grato.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	ii
1. INTRODUÇÃO .....	01
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	03
2.1 O cultivo do arroz no Brasil .....	03
2.2 Cultivares de arroz de sequeiro ou terras altas .....	07
2.3 O sistema de plantio convencional .....	08
2.4 O sistema de plantio direto .....	12
2.5 Distribuição de raízes de arroz de sequeiro no perfil do solo .....	38
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	39
3.1 Caracterização do ambiente das áreas experimentais .....	39
3.2 Cultivares e linhagens de arroz avaliadas .....	42
3.3 Implantação e condução dos experimentos .....	44
3.4 Análise estatística dos dados .....	49
4. RESULTADOS .....	52
4.1 Ano agrícola 1998/99 .....	52
4.2 Ano agrícola 1999/2000 .....	59
4.3 Anos agrícolas 1998/99 e 1999/2000 .....	67
5. DISCUSSÃO .....	72
5.1 Produtividade de grãos .....	72
5.2 Floração (ciclo) .....	74
5.3 Altura de plantas .....	76
5.4 Doenças .....	77
5.5 Distribuição de raízes no perfil do solo .....	78
5.6 Dificuldades da experimentação agrícola no plantio direto .....	79
6. CONCLUSÕES .....	80
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	81

## RESUMO

**MOURA NETO, Francisco Pereira. Desempenho de Cultivares de Arroz de Terras Altas sob Plantio Direto e Convencional. Lavras: UFLA, 2001. 92p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia )**\*

Com o intuito de avaliar a possibilidade de realização do plantio direto com a cultura do arroz de sequeiro, bem como verificar se há resposta diferenciada das novas cultivares a esse sistema de plantio, experimentos foram conduzidos no município de Santa Helena de Goiás (GO), Brasil, em um Latossolo vermelho escuro, de uso contínuo de plantio direto há 14 anos. Foram testadas 20 cultivares de arroz de terras altas no ano agrícola 1998/99 e 25 em 1999/2000, (sendo 14 delas comuns aos dois anos), sob Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas constituíram-se de quatro linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,4m entre si. As variáveis avaliadas foram: produtividade de grãos, altura de plantas, florescimento, acamamento e incidência de doenças. Os resultados obtidos revelaram altas produtividades médias de grãos das cultivares, que foram estatisticamente similares nos dois sistemas de plantio, não se detectando interação significativa entre cultivares e sistemas. A altura média das plantas das 14 cultivares, comuns aos dois anos de avaliação, foi estatisticamente superior no PC (101,0 cm) em comparação com o PD (98,8 cm), ou seja, o PD foi menos favorável ao desenvolvimento das plantas, o que induziu também, um atraso aproximado de cinco dias no florescimento. Por outro lado, houve uma tendência de maior incidência de doenças nas plantas cultivadas sob PC. Observou-se ainda, que os sistemas de plantio não influenciaram na ocorrência de acamamento. Os resultados obtidos permitem concluir que o sistema de plantio direto é viável para o arroz de terras altas, cultivar não é fator limitante e que as cultivares atualmente disponíveis comportam-se de modo semelhante quanto à produtividade de grãos nos dois sistemas de plantio.

---

\* Comitê Orientador: Antônio Alves Soares - UFLA (Orientador) e João Batista Donizeti Corrêa - UFLA (Co-orientador)



## ABSTRACT

**MOURA NETO, Francisco Pereira. Performance of cultivars of high land rice under no-tillage and conventional systems. Lavras: UFLA, 2001. 92p. (Dissertation – Master in Crop Science)**

With the intention of evaluating the possibility of realization of no-tillage system with the culture of upland rice, as well as verifying the possibility of having different responses of the new cultivars to this system of plantation, field experiments were conducted in Santa Helena, state of Goiás, Brazil, in area of a dark red latosol after fourteen years with continuous no-tillage utilization. Twenty cultivars of high land rice were tested in the agricultural year 1998/99 and twenty five in 1999/2000, (where fourteen were common to both years), under no-tillage and conventional plantation. Experimental delineations of randomized blocks were utilized, with four repetitions. The plots were constituted of four rows of 5m of length, spaced 0.4m from each other. The evaluated variables were: grain productivity, height of plants, flowering, lodging and incidence of diseases. The results obtained revealed averages of high productivities of grains from the cultivars, which were statistically similar in both systems of plantation. A significant interaction between the cultivars and systems was not detected. The average height of the plants of the fourteen cultivars which were common to both years of evaluation, was statistically superior in the conventional plantation (101.0cm) comparing to the no-tillage system (98.8cm). Then no-tillage was less favorable to the development of the plants, which also induced approximate five days retardation in flowering. On the other side, there was a tendency of larger incidence of diseases in the plants cultivated under conventional plantation. It was still observed that the systems of plantation did not influence the occurrence of lodging. The obtained results allowed to conclude that the no-tillage system is viable for the high land rice and that the cultivar is not a limiting factor because actually disposable cultivars behave in a similar manner in grain productivity in both the systems of plantations.

---

\* Guidance Committee: Antônio Alves Soares - UFLA (Adviser); João Batista Donizeti Corrêa – UFLA (Co-adviser)

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o arroz possui grande importância econômica e social, por ser um produto básico da alimentação da população e ser cultivado em todas as unidades da federação.

No cultivo de sequeiro, sistema de maior área de plantio no país, praticado predominantemente nas áreas de cerrados, a cultura tem passado por profundas mudanças nos últimos tempos. A identificação pela pesquisa de fatores limitantes deste ambiente reduziram os riscos e lhe deram uma maior estabilidade de produção. Adicionalmente, foram criadas novas cultivares de alto potencial produtivo e de melhor qualidade de grãos. Todos esses fatores combinados tomaram o cultivo de arroz de sequeiro uma atividade mais tecnicada e atrativa. Essa nova maneira de encarar a cultura motivou a denominação atual de "arroz de terras altas" para diferenciá-lo daquele de sequeiro tradicional, praticado com pouca tecnologia e alto risco.

As novas cultivares de sequeiro que estão sendo disponibilizadas pela pesquisa são de qualidade similar ao arroz irrigado, especialmente quanto ao tipo de grãos "agulhinha" que é o mais preferido pelo consumidor brasileiro. Isso tem provocado demanda para grandes lavouras exploradas em terras altas, o que, associado a técnicas de manejo adequadas, poderá permitir ao Brasil atingir novamente a auto-suficiência e até exportar arroz dentro de um prazo relativamente curto.

Simultaneamente à ocorrência das importantes mudanças citadas na cultura do arroz de sequeiro, outras tecnologias geradas, principalmente nas áreas de herbicidas e máquinas agrícolas, permitiram uma revolução nas práticas de preparo do solo, com tendência de adoção de preparo reduzido, visando

oferecer sustentabilidade das atividades agrícolas, ou seja, diminuir problemas de erosão e de altos custos de produção das culturas.

O sistema de plantio direto surgiu como uma dessas alternativas e tem-se sobressaído com grande crescimento nos anos recentes. Hoje, estima-se que acima de 13 milhões de hectares já sejam cultivados neste sistema no Brasil. Este crescimento do plantio direto tem provocado demandas para uso com arroz de terras altas, onde outras culturas já são cultivadas normalmente. O produtor vê, então, nesta cultura, uma opção interessante, tanto por razões econômicas quanto por necessidade da entrada de outras espécies para rotação com a soja e o milho, em determinados momentos, para o benefício do sistema de plantio direto como um todo.

O plantio direto já vem sendo bastante empregado e com grande êxito no arroz irrigado do sul do Brasil. Nesta região, além de proporcionar redução dos custos de produção, foi a solução encontrada como potencialmente capaz de minimizar as crescentes infestações do arroz vermelho (*Oryza sativa L.*), considerado o principal problema da orizicultura gaúcha, onde cerca de 30% da área cultivada com o arroz irrigado estava sendo abandonada em virtude dos altos índices de infestação (Plantio... 1989; Gomes et al., 1995).

No caso do arroz de sequeiro, o plantio direto é ainda pouco usado pelos agricultores e os resultados práticos são inconsistentes ou inconstantes, ocorrendo muitos insucessos. Uma das alegações para a não inclusão desta cultura em plantio direto é a falta de pesquisas e, sobretudo, de cultivares adaptadas a esta condição. Visando buscar informações a esse respeito, foi desenvolvido este trabalho, onde se procurou dar resposta rápida a esta questão, utilizando as cultivares disponíveis ou em fase final de disponibilidade pela pesquisa, verificando-se os seus potenciais de uso imediato sob plantio direto.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *O cultivo de arroz no Brasil*

O cultivo de arroz no Brasil envolve diversas situações quanto à disponibilidade hídrica e de sistemas de cultivo, englobadas sob dois grandes ecossistemas que são o de várzeas e o de terras altas. Dentro desses ecossistemas, foram descritos pela Embrapa (1981) quatro sistemas principais de cultivo empregados pelos produtores: 1) Sistema irrigado por inundação; 2) Sistema com irrigação não controlada; 3) Sistema de várzeas úmidas; e 4) Sistema de sequeiro.

Recentemente, com a tecnificação da cultura, Guimarães e Sant'Ana, (1999) consideraram que o ecossistema de terras altas pode ser reclassificado em sequeiro tradicional e sequeiro com irrigação suplementar por aspersão.

O Brasil é grande produtor e também grande consumidor de arroz, devido ao fato de ser este o alimento básico de sua população. Embora esteja próximo da auto-suficiência para o abastecimento interno, historicamente o país vem dependendo de importações do produto. A produção anual está em torno de 11,5 milhões de toneladas para um consumo aproximado de 12 milhões de toneladas (Bresghello e Yokoyama, 2000).

A região sul, com cultivo quase exclusivamente irrigado, respondeu, na safra 1999/2000 por 53% da produção nacional de arroz, sendo o Estado do Rio Grande do Sul, com 44%, o maior produtor brasileiro. Por sua vez, os Estados de Mato Grosso e Maranhão que juntos contribuíram com 23% da produção dessa safra, são os grandes representantes do cultivo de sequeiro (AGRIANUAL 2001, 2000).

A maior parcela da produção de arroz do país é, então, proveniente do sistema irrigado por inundação que é predominantemente cultivado em várzeas

sistematizadas e com controle da lâmina d'água. Essa atividade tem resultado em boas produtividades, acima de 5000 kg.ha<sup>-1</sup>, mas também em altos custos de produção, causados principalmente pelo custo da água e da terra, devido aos agricultores serem, na maioria, arrendatários (Guimarães e Sant'Ana, 1999).

O sistema de sequeiro tradicional, apesar de apresentar uma baixa produtividade média, em torno de 2.000 kg.ha<sup>-1</sup>, e caracterizar uma cultura de baixa eficiência, tem merecido destaque pelo papel social que representa. Seu benefício não depende do preço do produto no mercado, mas das necessidades de alimentação das populações rurais. O Estado do Maranhão, grande produtor de sequeiro, é um exemplo típico desse cultivo, sendo praticado essencialmente por mão-de-obra familiar, como agricultura de subsistência, onde cerca de 85% são propriedades de pequeno porte, inferiores a 10 hectares (Teixeira, Robison e Albuquerque, 1991).

No entanto, o sistema de sequeiro tradicional tem cedido espaço para uma cultura mais tecnificada, empresarial, chamada de "arroz de terras altas" (Breseghello e Yokoyama, 2000) que vem se estabelecendo predominantemente na região Centro-Oeste e que deve abranger outras regiões. É uma atividade que difere daquela do passado em pontos importantes, como a boa estabilidade de produção e menores riscos, por ser praticada em regiões favorecidas pelas chuvas ou onde pode-se empregar irrigações suplementares. São estimadas que aproximadamente 85% da área cultivada com arroz no Centro-Oeste, já seja no sistema de sequeiro favorecido (Azevedo, 2000). Nestas condições, tem-se estabelecido grandes lavouras de arroz, usando-se boa tecnologia e altas quantidades de insumos, especialmente nos cerrados do Estado de Mato Grosso, onde a área para expansão é muito grande e, principalmente, porque o arroz participa de sistemas agrícolas, em rotação com a soja, onde a produtividade pode superar 4 t.ha<sup>-1</sup> (Kluthcouski, Pinheiro e Yokoyama, 1995; Guimarães e Sant'Ana, 1999).

Felizmente, o produtor já percebeu a importância da rotação de culturas, especialmente quando pratica o plantio direto. A monocultura da soja que vinha sendo muito usada nos cerrados trouxe grandes problemas, principalmente do aumento de incidência de doenças, forçando a rotação com outras espécies. A interrupção do monocultivo de soja pelo plantio de arroz, por um ano apenas, reduz bastante os problemas de pragas e doenças desta cultura, aumentando conseqüentemente o seu rendimento no ano seguinte (Breseghello e Yokoyama, 2000). O benefício à soja, pela rotação de culturas, foi corroborado por Séguy e Bouzinac (1992b), no período de 1986 a 1992, quando cultivaram o arroz ou o milho como cultura principal, seguido do sorgo ou do milho em safrinha, sob plantio direto; nesse sistema, a produtividade da soja alcançou mais de 4 t.ha<sup>-1</sup>.

O milho tem sido o parceiro mais constante da soja nos sistemas agrícolas, representando cerca de 80% da rotação sob pivô central (Guimarães e Sant'Ana, 1999). É, sem dúvida, uma excelente combinação de boa rotação e rentabilidade para o produtor. Entretanto, como qualquer cultura, esta pode passar por dificuldades pela baixa cotação comercial, agravada, às vezes, por ser produzida distante do mercado consumidor, onde o frete subtrai a já escassa lucratividade; neste caso, o arroz de terras altas pode ser um substituto do milho. Em algumas regiões e/ou em determinados momentos, o arroz pode até ser considerado a única alternativa após a soja, representando, neste caso, a salvação desta cultura (Bouzinac e Séguy, 1995).

Outra alternativa importante para o uso do arroz de terras altas é na recuperação de pastos degradados, tendo grandes áreas para conquistar. Somente no Centro-Oeste existem 50 milhões de hectares com pastagens nativas e cultivadas, dos quais 30 milhões estão degradados (Kluthcouski, Pinheiro e Yokoyama, 1995; Oliveira, Araújo e Dutra, 1996; Roos, 2000). A recuperação destes pastos, empregando-se o arroz tem-se mostrado viável, principalmente com o uso da tecnologia denominada "Sistema Barreirão" que vem se

destacando e tendo boa aceitação, por reduzir os custos de renovação dos pastos e promover a integração da agricultura com a pecuária (Oliveira, Araújo e Dutra, 1996; Guimarães, Castro e Yokoyama, 1998). Por este sistema, melhora-se o solo, através do seu preparo e as adubações refletem em benefícios para a pastagem formada, cujo valor da produção pode ser suficiente para cobrir o seu custeio (Yokoyama, Kluthcouski e Oliveira, 1998).

A competitividade atual do arroz com o milho nos sistemas agrícolas e agropastoris é motivada, sobretudo, pelo surgimento de novas cultivares de melhor qualidade de grãos que, associadas à correta utilização de novas técnicas disponíveis de manejo, têm resultado em altas produtividades.

Porém, um problema que persiste e que deve ser considerado para o arroz de sequeiro, é que, em algumas partes da região Centro-Oeste é freqüente a ocorrência de períodos de estiagens prolongadas, denominados “veranicos”, que podem trazer sérios danos à cultura não irrigada. Wolf (1977) cita que a duração de veranicos na época chuvosa nos cerrados acontece oito dias (três vezes ao ano), dez dias (duas vezes ao ano) e treze dias (uma vez ao ano).

Entretanto, atualmente existem estudos indicando as melhores épocas de semeadura de arroz de sequeiro, para várias regiões do Brasil, de forma a reduzir as probabilidades de déficit hídrico nas fases mais críticas da cultura, o chamado Zoneamento Agroclimático (Kluthcouski, Pinheiro e Yokoyama, 1995; Steinmetz e Meireles, 1999). Apesar disso, Pinheiro (1999) adverte que os veranicos que ocorrem na fase vegetativa, ainda que menos danosos, poderão trazer perdas consideráveis para a cultura, afirmando inclusive que as novas cultivares de arroz de terras altas não apresentam o mesmo nível de resistência à seca, característico das cultivares de tipo de sequeiro tradicional, tornando-as pouco recomendável para as situações de veranicos.

## 2.2 *Cultivares de arroz de sequeiro ou terras altas*

O arroz oriundo do cultivo de sequeiro, sem dúvida, deu importante contribuição para o abastecimento interno do Brasil nas décadas de 70 e 80. Naquela época, a cultura foi bastante usada em grandes áreas que estavam sendo desbravadas, sem correção do solo, onde outras culturas não produziam bem, devido, principalmente, à acidez elevada destes solos. Cultivares rústicas foram desenvolvidas para aquelas condições de ambiente pobre e seco, dentre as quais destacaram-se a IAC 25, IAC 47, IAC 164 e IAC 165 (Rangel, 1994).

Essa modalidade de cultivo diminuiu bastante, à medida que foram reduzindo-se as áreas de abertura e o arroz começou a ser cultivado em um ambiente totalmente novo, inserido em sistemas agrícolas, em solos corrigidos e com maior uso de insumos. Neste novo ambiente mais fértil, as cultivares antigas apresentaram, entretanto, problemas de adaptação, resultando em plantas muito altas (em torno de 1,5 m), o que favorecia o acamamento, tornando o potencial de produção limitado a cerca de 2000 kg.हा<sup>-1</sup> (Breseghello e Yokoyama, 2000). Por isso, foi necessário o desenvolvimento pela pesquisa de um outro tipo de planta para o arroz de sequeiro, com características semelhantes às cultivares do arroz irrigado, apresentando alto potencial produtivo, porte baixo/médio, folhas eretas, perfilhadora, resistente ao acamamento e às principais doenças e com grãos de melhor qualidade, assemelhando-se aos do tipo irrigado, ou seja, grãos “agulhinhas” (Breseghello e Stone, 1998; Pinheiro, 1999). A Tabela 1 mostra a relação das novas cultivares de terras altas, que apresentam as características citadas anteriormente e os estados para os quais foram recomendadas.



**TABELA 1. Cultivares de arroz de terras altas lançadas recentemente pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária e respectivos estados de recomendação para plantio.**

Ano de lançamento	Cultivar	Estado de recomendação
1996	Maravilha	GO, MT, RO, AM, MS, TO
1996	Canastra	GO, TO, MG, MA, PI, BA
1996	Confiança	MG, RR, TO
1997	Primavera	GO, MT, MS, PI, TO, MA, MG, BA, RO
1997	IAC 202	SP
1999	Bonança	GO, MT, TO, PI, MA
1999	Carisma	GO, MG, MS

Fontes: Guimarães, Sant'Ana e Rangel (1997); EMBRAPA (1999).

### **2.3 O sistema de plantio convencional**

#### **2.3.1 Caracterização e limitações**

O plantio convencional é aquele que emprega preparos convencionais do solo, consistindo da combinação básica dos preparos inicial (aração, escarificação) e secundário do solo (gradagens), caracterizando-se pelo emprego intensivo de máquinas e implementos. Visa oferecer condições satisfatórias para a operação de semeadura, germinação das sementes, emergência das plântulas, contribuindo também para eliminar as plantas daninhas e descompactar o solo (Silva e Moreira, 1999).

Devido às condições tropicais brasileiras de altas temperaturas e chuvas torrenciais, concentradas em curtos períodos, principalmente nas áreas sob cerrados, o preparo convencional, freqüentemente, tem levado à degradação dos

solos pela erosão, trazendo como conseqüências a perda do potencial produtivo e a poluição das águas dos mananciais. Essa degradação dos solos é traduzida pela redução rápida do teor de matéria orgânica, a qual representa de 50 a 80% da CTC de alguns solos, como os latossolos, sendo de fundamental importância para manter a sua fertilidade (Landers, 1994; Kluthcouski, 1998; Ribeiro, 2000).

Segundo Derpsch (1997), o preparo intensivo dos solos acelera a mineralização da matéria orgânica e converte resíduos vegetais em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Assim, em vez de o carbono enriquecer o solo, contribui para o efeito estufa, que tem como conseqüência o aquecimento global do planeta.

O plantio convencional foi introduzido no Brasil pelos europeus, sendo proveniente, portanto, de regiões de clima temperado. Por isso, Landers (2000), considera que esta tecnologia não é necessariamente válida para os trópicos, pois, nas regiões frias, a aração visava principalmente aquecer o solo, devido às baixas temperaturas deste afetarem a germinação e atrasar a época de plantio. O autor argumenta que são muitas as perdas que se tem com o emprego do plantio convencional, nas condições tropicais, com destaque para as seguintes: mineralização acelerada da matéria orgânica (pelo seu maior contato com os microrganismos), destruição dos macroporos e canais deixados pelas raízes, diminuição da aeração do solo, redução da infiltração e aumento do escoamento superficial da água. No tocante à infiltração, Vasconcelos e Landers (1994) afirmam que, sob vegetação natural, o índice chega a 100%, reduzindo-se para menos de 40% em solos sob cultivo intenso; além do mais, segundo esses autores, o plantio convencional causa ressecamento do solo (por este ficar mais exposto a ação dos raios solares e altas temperaturas), redução da atividade microbiana (pela ação esterilizante dos raios solares) e atraso no plantio (pela demora na entrada de máquinas após uma chuva).

Pelo uso continuado e principalmente devido ao manejo inadequado, este preparo tem provocado também a formação de uma camada compactada, logo

abaixo da profundidade de preparo, variando de 5 a 30 cm de espessura, dependendo do implemento usado e da umidade do solo no momento do preparo (Fageria, Stone e Santos, 1999), o que provoca sérios problemas para a infiltração de água e para o desenvolvimento das plantas.

O plantio convencional, por outro lado, quando manejado corretamente, tem ação favorável para o desenvolvimento e produção das culturas (Zaffaroni et al., 1991) e para a correção de alguns problemas que o solo apresenta, tais como, altas infestações de plantas daninhas e compactação (Silva e Moreira, 1999), alto inóculo de doenças (Costa, 1997) e de pragas subterrâneas (Ferreira, 1999; Gassen, 1999).

### 2.3.2 Preparo de solo para o arroz irrigado por inundação contínua

Para o arroz irrigado por inundação contínua, o método predominantemente empregado no Rio Grande do Sul consiste em uma preparação inicial profunda, feita com arado, para incorporação da resteva, seguida de nivelamento do terreno por grades ou plainas, com a finalidade de criar condições favoráveis à germinação (Sousa, Pauletto e Gomes, 1995; Guimarães e Sant'Ana, 1999). Havendo muita palhada e muitas plantas daninhas, realiza-se uma operação de incorporação com grade aradora, entre 10 e 30 dias antes da aração e esta deve anteceder o plantio em cerca de 30 dias, para permitir a decomposição da matéria orgânica (Silva e Moreira, 1999).

O preparo pode ser feito em solo seco ou inundado, bem como a semeadura, todavia, a tendência atual tem sido o preparo em solos inundados, de áreas sistematizadas, para o uso de sementes pré-germinadas, o qual independe de se estar ou não em época chuvosa (Guimarães e Sant'Ana, 1999). Os implementos mais utilizados neste caso são a enxada rotativa, a lâmina traseira e a grade de dentes (Silva e Moreira, 1999).

Um aspecto importante no preparo do solo de arroz irrigado por inundação e que diferencia de outro sistema de cultivo é a necessidade de aplainamento da superfície do terreno, para corrigir as irregularidades das quadras e permitir a uniformização da lâmina d'água. Para Silva e Moreira (1999), esta providência proporciona controle mais eficiente de plantas daninhas, melhora o resultado do plantio de sementes pré-germinadas, facilita os tratamentos culturais e promove um florescimento e maturação do arroz mais uniformes, concorrendo para uma melhor qualidade dos grãos na colheita.

De acordo com Sousa, Pauletto e Gomes (1995), o plantio convencional de arroz vinha sendo histórica e eficientemente empregado, em conjunto com a criação de bovinos no Rio Grande do Sul, mas este sistema tem passado por dificuldades, devido ao alto custo de produção do arroz e baixos índices de produtividade da pecuária, pela deficiência alimentar em períodos críticos. Além disso, devido a ocorrência de altas infestações de plantas daninhas, notadamente de arroz vermelho, o cultivo do arroz vinha sendo utilizado uma vez a cada três anos, em uma mesma área, limitando a economicidade da cultura.

### 2.3.3 Preparo de solo para o arroz de sequeiro

No caso do arroz de sequeiro, praticamente se usam os mesmos equipamentos do preparo do solo para arroz irrigado, destacando-se, para as condições de solo sob cerrados, o emprego daqueles que realizam um preparo mais profundo. Kluthcouski, Pinheiro e Yokoyama (1995) ressaltam, porém, alguns pontos que têm grande importância: a umidade do solo deve estar ideal para oferecer bom preparo, evitando compactação (em solo muito úmido) ou maior número de gradagens para destorroamento (em solo muito seco); o arado de discos não descompacta o solo convenientemente, saltando nos pontos de maior resistência, principalmente em condições de pouca umidade; a grade

aradora, geralmente realiza um preparo superficial da ordem de 10 a 25 cm de profundidade e pode trazer conseqüências de menor tolerância das plantas do arroz à seca, principalmente na presença de camada subsuperficial compactada.

Um sistema de preparo de solo que tem oferecido bons resultados para o arroz de sequeiro, em solos já cultivados, é o chamado de “aração invertida”. Neste sistema, inicialmente se faz uma gradagem com grade aradora ou niveladora, dependendo da quantidade de plantas daninhas, restos de culturas e teor de umidade do solo e, dez a 30 dias após a gradagem, realiza-se a aração com arado de aivecas (Séguy et al., 1984; Embrapa, 1996; Silva e Moreira, 1999). Dentre outras vantagens, Séguy et al. (1984) afirmam que neste método não há formação do “pé-de-grade” superficialmente e consideram-no como o melhor método de preparo para o arroz de sequeiro.

Geralmente, o preparo do solo por variados implementos, favorece a cultura do arroz de sequeiro. Guimarães (1997) e Stone e Moreira (1998) concluíram com base em seus experimentos que, comparativamente ao plantio direto, a aração promove maior desenvolvimento radicular, em profundidade, além de ter constatado redução da parte aérea do arroz sob plantio direto.

## ***2.4 O sistema de plantio direto***

### **2.4.1 Conceitos e evolução do plantio direto no Brasil**

Conforme Fornasieri Filho e Fornasieri (1993), o plantio direto consiste na sementeira direta, sem as operações primárias e secundárias de preparo do solo (arações e gradagens), feita sobre uma cobertura vegetal, previamente dessecada por herbicidas de ação total, admitindo-se um revolvimento de até 30% da superfície do solo. Assim, ao contrário do sistema de preparo convencional, o plantio direto fundamenta-se no não revolvimento do solo, onde

a semente e o adubo são colocados diretamente, usando-se semeadoras-adubadoras especiais.

Como acontece com outras técnicas, o plantio direto apresenta muitas variações na forma de aplicação e assim surgem novos termos para defini-las, merecendo aqui breves descrições sobre os mais usados, no momento, para a cultura do arroz irrigado, de acordo com Sousa, Pauletto e Gomes (1995) e Santos (1999): (a) plantio direto com preparo de verão, através do qual são feitas operações de lavração, gradagens e aplainamento, nos meses de janeiro a março para semeio de uma pastagem de inverno que se constitui em alimento de melhor qualidade para o gado. Os animais podem permanecer sobre a pastagem até próximo da semeadura do arroz que é feita sobre a cobertura dessecada com herbicida de ação total; (b) plantio direto com cultivo mínimo que compreende o preparo reduzido do solo, resumindo-se normalmente a duas gradagens leves e aplainamento. As operações são feitas no final do inverno e/ou primavera com o objetivo principal de forçar a emergência das plantas daninhas - especialmente do arroz vermelho - que são controladas pelo uso de herbicidas de ação total, antes da semeadura direta do arroz que normalmente é realizada 30 a 45 dias após o preparo do solo.

É também usada a expressão "plantio direto na palha" para enfatizar a importância da cobertura na conservação do solo, altamente vantajosa para o sistema, onde o estabelecimento das culturas deve ser feito sobre os resíduos da cultura anterior, de plantas daninhas ou de plantas cultivadas especificamente para este fim (Sousa, Pauletto e Gomes, 1995).

O plantio direto no Brasil, em área expressiva, foi utilizado primeiramente no município de Rolândia, Estado do Paraná, em 1972 (Borges, 1993). O objetivo inicial era apenas o controle da erosão que, segundo Denardin e Kochhann (1993), era um problema que se agravava a cada ano na região, devido o preparo intensivo da terra para a sucessão trigo/soja (outono-inverno;

primavera-verão, respectivamente). Não havia na época a filosofia de rotação de culturas e nem ênfase à cobertura morta, por esses motivos e também por desconhecimento geral, inicialmente esta técnica teve pequena adoção pelos agricultores e permaneceu sem grande crescimento até meados dos anos 80. Tomasini (2000) aponta como razões principais da pequena adoção inicial, a pouca eficiência dos herbicidas da época e as semeadoras muito pesadas serem adaptações de modelos importados de países de clima e solos diferentes.

Na ganância, com a cultura do momento (a soja), o produtor buscava a rentabilidade maior, normalmente conseguida com o preparo convencional, havendo poucos que se aventuravam ao plantio direto. Mas alguns iniciantes começaram a perceber que, apesar da produção ser um pouco inferior (ou, em alguns casos, até igual), com uso do plantio direto, ganhava-se no controle da erosão, o maior problema do momento (Borges, 1993).

Entretanto, foi somente na década de 90 que esse sistema de plantio, até então restrito apenas à região sul, experimentou grande avanço, atingindo, no ano de 1996, 1,4 milhão de hectares nos cerrados (Kluthcouski, 1998) e 4,5 milhões de hectares em todo o Brasil (Gassen e Gassen, 1996). Atualmente, estima-se uma área acima de 13 milhões de hectares em plantio direto no país (Derpsch, 2000), dos quais, cerca de três milhões, estão nos cerrados (Landers, 2000).

O grande crescimento verificado a partir da safra 1990/91, com aumento na área sob plantio direto de mais de dez vezes, em dez anos, foi sem dúvida, pelo despertar para os outros aspectos positivos que o sistema proporciona e não apenas pela premissa inicial de controle da erosão. Contribuiu também para o crescimento, o aperfeiçoamento da técnica, além das facilidades decorrentes da disponibilidade de herbicidas e máquinas eficientes, resultando em redução dos custos de produção, em relação ao período inicial de adoção (Ribeiro, 2000).

Gassen e Gassen (1996) apontam que a soja foi a grande responsável pelo crescimento da adoção da técnica, sendo uma das culturas que melhor se adapta ao plantio direto, com os rendimentos se equivalendo nos diferentes sistemas de manejo do solo, até com pequena vantagem para o plantio direto.

No caso da cultura do arroz, a adoção inicialmente deu-se no sistema irrigado, nos estados da região sul, onde os bons resultados iniciais fizeram com que a área plantada sob plantio direto sofresse um incremento considerável. Azambuja et al. (1999), citados por Santos (1999), estimam que 40% da área total com a cultura no Rio Grande do Sul, seja atualmente cultivada no sistema de plantio direto.

Diferentemente do objetivo principal nas outras culturas, que visava mais o controle da erosão, a introdução do plantio direto no arroz irrigado, visava sobretudo o controle de plantas daninhas. Espécies infestantes, como o arroz vermelho, eram tão danosas que muitas áreas passaram a ser abandonadas pelas altas infestações. Com a adoção do sistema de plantio direto nas lavouras gaúchas, houve redução em cerca de 85% das infestações com arroz vermelho (Plantio... 1989; Gomes et al., 1995). Além disso, conseguiu-se uma economia de 30% nos custos de produção e uma melhor integração desta atividade com a pecuária que vinha tendo problemas com o uso do plantio convencional. Sem o revolvimento do solo, com o emprego do plantio direto, os animais não causavam danos pelo pisoteio e dispunham de mais alimento na época crítica (inverno) e, de saldo, tinha-se boa proteção ao solo pela cobertura (Plantio... 1990).

#### 2.4.2 Fundamentos para adoção do plantio direto

Muitos casos são relatados de retorno ao plantio convencional, após uma investida frustrada no plantio direto. O que pode acarretar isso é a negligência



aos fundamentos que são importantes, principalmente na fase de adoção do sistema.

Segundo Gassen e Gassen (1996), as grandes limitações na fase de adoção do plantio direto são a falta de motivação, o medo de mudar, a não observância das necessidades das plantas cultivadas e a assistência técnica ao agricultor. A decisão de adotar o plantio direto na propriedade reveste-se, assim, de grande importância e deve ser tomada de forma criteriosa e antecipada (sem caráter emergencial), com embasamento puramente técnico, devendo-se evitar modismos.

Um planejamento a médio/longo prazo, precisa então ser seguido, que contemple os pontos descritos nos próximos parágrafos.

Landers (2000) recomenda que se inicie apenas por uma pequena área na propriedade, para ir se familiarizando com o sistema e aumentando-a gradativamente com a experiência adquirida.

As camadas compactadas precisam ser diagnosticadas e eliminadas. É um problema que contribui para a dificuldade de penetração das raízes das culturas e, conseqüentemente, para menor desenvolvimento radicular, provocando quedas acentuadas na produção. O diagnóstico e o rompimento dessas camadas compactadas é tão importante que pode significar a diferença entre o sucesso e o fracasso na adoção do plantio direto (Denardin e Kochhann, 1993). Mesmo depois da adoção é preciso o monitoramento e uso de plantas “descompactadoras” dentro do programa de rotação de culturas (Ribeiro, 2000).

Os problemas crônicos de pragas, doenças e plantas daninhas precisam ser solucionados ou deve-se evitar essas áreas. A adoção do plantio direto com a existência de um ou mais destes problemas podem levar à inviabilização do sistema, pelo custo excessivo de controle (Los, 1996).

É comum se dizer que plantio direto sem palha não é plantio direto, pois a palha é fonte de vários benefícios do sistema ao solo. Da falta de palhada,

decorrem vários problemas como de compactação do solo e de incidência de plantas daninhas, que comprometem a eficiência do sistema (Denardin e Kochhann, 1993). Tem sido muito difícil, no entanto, a formação e a manutenção da palhada nas condições de cerrado, devido a rapidez de decomposição, pelo clima quente (Pasqualetto, 1999).

Os herbicidas devem funcionar perfeitamente no controle de plantas daninhas. Para isso, atenção deve ser dada à escolha correta dos produtos, dosagem, aplicação bem conduzida (operador, equipamento, volume, pressão, velocidade, etc.) e, principalmente ao momento certo de aplicação sobre plantas em intensa atividade metabólica, para que haja uma boa absorção e translocação. Na fase de adoção, “uma falha na aplicação expõe o usuário ao ridículo perante os vizinhos” (Landers, 2000).

Para as condições de cada propriedade, é importante a escolha criteriosa da semeadora-adubadora (ou a adaptação), que seja capaz de realizar um bom plantio. Existe hoje uma infinidade de opções de escolha, desde aquelas para atender ao pequeno produtor, até outras de grande capacidade de rendimento. A falta de equipamentos de plantio, já não é uma barreira à adoção do plantio direto, nem pode ser a causa de retorno ao plantio convencional.

É imprescindível a escolha antecipada de um bom programa de rotação de culturas, pois a sua falta, ou rotação inadequada, comprometerão os outros fundamentos e o sucesso da continuidade do plantio direto. A rotação de culturas inibe o aparecimento da compactação do solo e mantém a fertilidade (ao reciclar e explorar de forma diferenciada o perfil do solo), rompe o ciclo de muitas plantas daninhas (por se usar a alternância de princípios ativos), propicia um controle natural dos surtos de pragas e doenças (pela presença de palhadas diferentes) e promove uma diversificação das atividades na propriedade, contribuindo para reduzir os riscos inerentes à produção agrícola (Denardin e Kochhann, 1993). Scaléa (2000) adverte, entretanto, que não bastam paliativos

com a aplicação de sucessão, como se costuma (soja/milho, soja/sorgo, milho/sorgo, soja/feijão) dentro de um mesmo ano agrícola, no que se conhece como safra e safrinha.

Ao mudar do preparo convencional para um cultivo conservacionista, o agricultor deve lembrar-se que o solo não mais deverá ser revolvido e que, por isso, deve estar corrigido o suficiente para disponibilizar os nutrientes presentes, não manifestar os efeitos danosos do alumínio tóxico e apresentar disponibilidade satisfatória de cálcio, na camada a ser explorada pelas raízes. Para isso, é importante a recuperação dos níveis de fósforo e potássio em solos com baixos teores destes nutrientes e a promoção da calagem nos solos ácidos (Sá, 1993; Fageria, Stone e Santos, 1999).

#### 2.4.3 Opções de plantas de cobertura para o plantio direto nos cerrados

Conforme já comentado, um dos entraves para adoção do plantio direto nos cerrados é a dificuldade na formação de boa cobertura do solo, que é tão importante para o funcionamento do sistema. Praticamente todas as vantagens que o plantio direto proporciona desaparecem quando não se faz uso de boa cobertura morta, aliada a um programa eficiente de rotação de culturas.

A boa cobertura, para as condições de cerrado, passa pela escolha das espécies ideais, o que deve ser feito com conhecimento técnico, exigindo competência e planejamento (Gassen, 2000b). Para a região sul do Brasil, onde o plantio direto já vem sendo pesquisado há mais tempo, muitas são as opções de cobertura do solo, ao contrário da região dos cerrados onde as pesquisas estão apenas começando.

Geralmente as regiões dos cerrados apresentam um inverno frio e as precipitações, nessa época, são reduzidas, comprometendo bastante o acúmulo de matéria seca das plantas destinadas a coberturas morta. Por isso, para a

adaptação a essas condições, as espécies precisam apresentar, sobretudo, tolerância ao déficit hídrico, ficando as opções restritas, praticamente, às braquiárias, ao milheto e ao sorgo, com destaque para o milheto (Spehar e Cabezas, 2000).

Landers (1994) considerou o “ovo-de-colombo”, a introdução e a consolidação do milheto nos cerrados, para o desenvolvimento do sistema de plantio direto. O autor afirma que tão grande é o seu uso como planta de cobertura, que a área ocupada com milheto no Brasil já superou 2 milhões de hectares.

Uma das principais características desta espécie, que levou a boa adaptação nos cerrados, é a sua rusticidade com tolerância a solos ácidos e à seca, destacando-se ainda como uma das culturas mais eficientes na produção de matéria seca, com elevada taxa de crescimento, raízes vigorosas e abundantes, podendo atingir até 3,60 m de profundidade (Skerman e Riveros, 1992, citados por Bonamigo, 1999), o que permite a utilização de nutrientes que se encontram abaixo da camada arável (Pasqualetto, 1999).

O milheto é uma cultura precoce e de boa produção de palhada, podendo alcançar, aos 60 dias após o plantio, 11 t.ha<sup>-1</sup> de matéria seca (Campelo, Teixeira Neto e Rocha, 1999), tendo potencial para 20 a 70 t.ha<sup>-1</sup> de matéria verde (Scaléa, 1999).

De acordo com Silva e Rosolem (1998), o milheto pode ser utilizado, mesmo em solos compactados, como forma de recuperá-los, pois mostra capacidade de manter a sua produção, só havendo redução desta, em densidades maiores que 1,60 kg/dm<sup>3</sup>.

Na safrinha, o milheto pode ser plantado nos cerrados até 20 de março (Bouzinac e Séguy, 1995), a partir daí, o frio limita bastante o seu desenvolvimento. Na primavera, o seu uso é muito importante para cobertura do solo, preenchendo o tradicional pousio, o qual não é desejável no plantio direto,

por este favorecer a proliferação de plantas daninhas com a produção de sementes (Buzatti, 1999 e Derpsch, 2000).

Outras opções de espécies para palhada na entressafra, nas condições de cerrado, precisam ser potencializadas. Spehar e Cabezas (2000) afirmam que pesquisas para este fim estão sendo feitas, utilizando a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), o amaranto (*Amaranthus spp.*), o guandu (*Cajanus cajan* L.), o kenaf (*Hybiscus cannabinus*), o tef (*Eragrostis tef*), o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* var. *oleifera*), o sorgo Irati (*Sorghum spp.*), a aveia branca (*Avena strigosa*) e a aveia preta (*Avena spp.*)

Como já referido, a formação da palhada nas condições de cerrado é dificultada devido à época fria e seca da entressafra; por outro lado, o clima quente e úmido, reinante na época chuvosa, torna difícil a sua manutenção sobre o solo, pela rápida decomposição. Séguy et al. (1992), citados por Séguy et al. (1997), observaram reduções rápidas de coberturas, nessas condições, após a primeira chuva, onde palhadas de milho e de arroz reduziram-se, respectivamente, de 7,5 t.ha<sup>-1</sup> para 1,4 t.ha<sup>-1</sup> e de 6,2 t.ha<sup>-1</sup> para 1,7 t.ha<sup>-1</sup>, ao final de 120 dias; enquanto que a cobertura de soja que era de apenas 1,7 t.ha<sup>-1</sup>, desapareceu completamente ao final desse período.

#### 2.4.4 Vantagens do plantio direto

A curto prazo, o sistema de plantio direto pode até não apresentar grandes atrativos, devido ao fato de que uma das preocupações imediatas dos produtores seja com o rendimento das culturas que, geralmente, é menor na fase inicial de adoção, mas as vantagens do plantio direto aos poucos se evidenciarão com o passar dos anos (Gassen e Gassen, 1996). Sem dúvida, uma das primeiras vantagens que aparece é a maior conservação do solo e da água.


Nesse aspecto, o plantio direto tem ampla vantagem sobre o convencional, pois este provoca grandes perdas de solos, principalmente da camada superficial que possui maior nível de fertilidade, o que resulta em assoreamento e contaminação de rios, lagos, represas, etc. Para cada tonelada de grãos produzida no sistema de preparo convencional, perdem-se 10 toneladas de terra fértil (Sá, 1993).

Com o uso do plantio direto e permanecendo o solo coberto por palhada, as perdas são bem menores. Andreani (1997) relata que, quando 60% do solo apresenta-se coberto com restos de culturas, ocorre redução no processo erosivo, gerando menores perdas, 80% de solo e 20% de água.

No decorrer dos anos, sob plantio direto, há aumento gradual do teor de matéria orgânica, a qual é muito importante para os solos sob cerrados (Derpsch, 1997), sobretudo em elevar a CTC (que geralmente é baixa) e oferecer economia e maior eficiência no uso de adubos químicos, além de melhorar a capacidade de retenção de água desses solos (Saturnino e Landers, 1997).

Conforme Séguy e Bouzinac (1992b), cinco anos de plantio direto, combinado com rotação de culturas, aumentaram o teor de matéria orgânica de um latossolo sob cerrado, nos seguintes manejos: monocultura de soja -1% no perfil 0-30 cm; sucessão soja/milho em plantio direto - 2,0%, 3,4% e 3,8% de matéria orgânica, respectivamente no perfil de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm.

Apesar de as plantas cultivadas sob plantio direto, geralmente, apresentarem raízes mais concentradas na superfície, necessariamente isso não resulta em menor resistência à seca, durante estiagens. Algumas raízes podem atingir até profundidades maiores do que no plantio convencional, penetrando através de galerias deixadas por animais subterrâneos ou oriundas da morte de raízes de culturas anteriores, suprimindo melhor as plantas com água. Além disso, a palha retém melhor a umidade do solo, mantendo-o mais úmido por períodos de déficit hídrico mais longos (Fageria, Stone e Santos, 1999).



O plantio direto elimina as operações de preparo de solo e agiliza o plantio, permitindo que se estabeleçam as culturas na melhor época de semeadura. Isso tornou-se uma grande vantagem do sistema, na medida em que viabilizou e fez crescer a safrinha em muitas regiões, que é implantada quase totalmente neste sistema. No sudoeste de Goiás, por exemplo, onde há grande uso da safrinha, mais de 90% da área é cultivada nesse sistema (Perto da..., 1999). O plantio direto foi mais notável ainda em áreas irrigadas por aspersão, possibilitando o cultivo de duas ou três culturas por ano.

Um bom manejo de rotação de culturas nas áreas cultivadas em plantio direto facilita o controle de plantas daninhas, pelo uso de vários princípios ativos de herbicidas. Além disso, existem os efeitos diretos da palhada em inibir o desenvolvimento de grandes infestações, interferindo no processo de quebra de dormência das sementes e pela ação alelopática sobre a germinação e o desenvolvimento das plantas daninhas (Almeida, 1991 e Peixoto, 1999).

O efeito inibitório da palhada precisa, no entanto, ser melhor investigado e entendido, pois há risco de afetar o desempenho das próprias plantas cultivadas. Existem trabalhos de pesquisa comprovando, por exemplo, que palhada de sorgo (Peixoto, 1999) e de milho (Pasqualetto, 1999) afetam a altura de plantas e rendimento de grãos de soja cultivada na seqüência. Por outro lado, existem relatos de restos culturais atuando favoravelmente em outras plantas cultivadas, como é o caso da cevada e do trigo facilitando a germinação e o desenvolvimento da soja (Peixoto, 1999).

Embora o uso de diversos princípios ativos de herbicidas, na sucessão de várias espécies de culturas, no plantio direto, seja considerado uma vantagem para o controle das plantas daninhas, há que se tomar precauções para que não se torne problema. Pelo curto intervalo de tempo em que as culturas vão se sucedendo, podem ocorrer injúrias, caso não se tenha conhecimento da ação dos herbicidas nas espécies utilizadas. Um exemplo disso, é o caso de produtos

aplicados em soja que podem afetar milho, sorgo, milheto entre outras (Plantio... 1998).

É notável uma maior atividade biológica de minhocas e outros organismos sob plantio direto, trazendo muitos benefícios ao solo. Pelos canais que se formam, estes seres liberam secreções e contribuem para uma melhor estruturação e agregação do solo, o que reduz a magnitude da compactação superficial que o plantio direto provoca e aumenta a infiltração de água (Kluthcouski, 1998). Esse aumento da atividade biológica do solo, além de ser influenciado pelo ambiente mais ameno, é favorecido pela redução da aplicação de produtos químicos que se consegue com a estabilização do sistema e pela degradação rápida dos novos produtos ao atingir o solo (Silva, 1997).

No aspecto econômico, trabalhos mais antigos relatam maiores custos de produção no plantio direto do que nos sistemas convencionais, pelos gastos com máquinas e, principalmente, com herbicidas daquela época. Nesse contexto, Schultz (1987) constatou haver no plantio direto uma redução nos custos com mão-de-obra (79%), combustíveis e lubrificantes (72,7%), depreciação e manutenção de máquinas (31,6%), mas, devido a um grande gasto com herbicidas (389,6%), o plantio direto tomava-se mais oneroso (56%) que o plantio convencional.

Trabalhos mais atuais mostram que, a curto prazo, o plantio direto pode aumentar o custo fixo inicial em 10 a 15% em relação ao convencional. Em compensação, a médio prazo a situação se inverte, havendo vantagens para o plantio direto, pelo menor desgaste e troca de máquinas e equipamentos, redução de uso de fertilizantes, menor necessidade de potência e de mão-de-obra por hectare e menor consumo de combustível (Sorenson & Montoya, 1989, citados por Ruedell, 1995).



Segundo Derpsch (1997), o cultivo sob plantio direto pode representar uma redução entre 64% e 74% no consumo de óleo diesel ou, conforme Landers (1994), uma redução média de 44% em HP (potência).

Levantamentos recentes feitos pela Embrapa (Melo Filho e Mendes, 1999a e 1999b), confirmaram que as despesas com insumos (herbicidas, principalmente) são realmente maiores no plantio direto e que as despesas com operações agrícolas são substancialmente maiores no plantio convencional. Como resultado final, foi obtida uma estimativa de custo total no plantio direto, 8% menor para a soja e 3,5% menor para o milho, em relação ao plantio convencional.

Calegari (1999) cita que é estimada uma economia de aproximadamente US\$ 433 milhões de dólares, no Estado do Paraná, em função da adoção do plantio direto em mais de 2,5 milhões de hectares, devido ao menor custo de produção.

Para o arroz de sequeiro, acompanhando a evolução dos custos de produção no sistema de plantio direto em Sorriso (MT), no período de 1986-91, Séguy e Bouzinac (1992b) computaram custos de 36 sacos.ha<sup>-1</sup>, no primeiro ano, caindo nos anos seguintes até atingir 31 sacos.ha<sup>-1</sup>, na safra 90/91, devido à maior cotação do tipo agulhinha que começou a ser cultivado.

Santos, Silva e Ferreira (1997), comparando custos de produção de arroz de sequeiro em sistemas agrícolas irrigados, verificaram que o plantio direto proporcionou o menor custo de produção, mas foi menos eficiente que os preparos com grade aradora e arado de aivecas quanto à produtividade de grãos (o preparo do solo com arado superou em 12,5% o plantio direto).

#### 2.4.5 Problemas potenciais para o plantio direto

O plantio direto tem ampla aplicação e vantagens, adaptando-se a variadas condições climáticas, nível tecnológico, cultura de interesse, etc.; porém, algumas situações merecem atenção, pois podem se tornar problemáticas e até limitar o uso desse sistema.

Para Gassen (2000b), nos cerrados, os fatores limitantes ao plantio direto são a falta de palha na superfície, as pragas de solo, o controle de plantas daninhas no início do período chuvoso e as semeadoras.

Um dos primeiros cuidados ao se adotar o plantio direto é usar um sistema equilibrado de rotação de culturas, acima da preocupação com o lado econômico, imediatista, do investimento. Para isso, na escolha das espécies, deve-se levar em conta a participação de gramíneas e leguminosas, às vezes tendo até que se fazer opção por espécies que visam exclusivamente a manutenção das boas condições do solo. Também deve-se analisar a rotação sob o ponto de vista fitopatológico, sendo muito importante que esta não venha favorecer a sobrevivência e principalmente a multiplicação de patógenos danosos às culturas (Denardin e Kochhann, 1993).

O Plantio direto de monocultura tem levado freqüentemente os produtores a retrocederem ao uso do preparo convencional. Levantamento recente, em janeiro e fevereiro de 2000, realizado pela Embrapa Trigo (Gassen, 2000a), com 137 produtores de seis municípios gaúchos (Santo Ângelo, Tupanciretã, Não-Me-Toque, Erechim, Passo Fundo e Vacaria), sobre as causas de fracasso do plantio direto na região, constatou problemas de controle de plantas daninhas, resistência destas a herbicidas, pragas da parte aérea e do solo, todos relacionados a uma causa principal: falta de rotação de culturas no inverno e no verão.

No sistema convencional, é possível manter a monocultura; as arações e gradagens mascaram os efeitos negativos desta prática, na medida que

promovem o revolvimento do solo e o enterrio dos restos de culturas, atenuando os eventuais problemas com plantas daninhas, pragas e doenças. Já, sob plantio direto, esses problemas tendem a agravar-se com o monocultivo (Derpsch, 1997). Por isso, o produtor não deve descuidar-se da rotação, evitar a concentração naquela cultura que lhe ofereça maior retorno financeiro, sob pena de ameaçar o desempenho futuro do plantio direto.

O plantio direto e outras práticas conservacionistas que visam reter os resíduos de culturas na superfície do solo promovem um ambiente propício para o estabelecimento, sobrevivência, crescimento e produção de inóculo de diversos patógenos, principalmente daqueles necrotróficos (Costamilan, 1999). Com isso, as doenças das culturas podem ser mais severas sob plantio direto do que quando os restos culturais são parcial ou totalmente incorporados ao solo.

Os fungos chamados necrotróficos “esperam” pelo retorno da cultura, sobrevivendo em seus restos culturais, ou mesmo em formas de estruturas de repouso livres no solo. A afinidade e dependência de muitos fitopatógenos pela planta cultivada é tão grande que, na natureza, eles procuram não se separar do hospedeiro (Reis, 1999).

Porém, o aumento que se tem propalado da incidência de doenças sob plantio direto, em muitos casos, está associado com um sistema ineficiente de rotação de culturas (Costamilan, 1999 e Calegari, 1999). Por isso, torna-se tão importante a recomendação do uso de diversas espécies na rotação, para se romper o ciclo de vida de alguns microrganismos que sobrevivem de uma para outra cultura, nos restos em decomposição. A importância da rotação de culturas no controle de doenças, deve-se ao estabelecimento de um equilíbrio biológico do solo, em função da existência de tempo para decomposição dos restos contaminados das culturas participantes da rotação; acabando-se o substrato, os microrganismos vão morrendo por inanição (Reis, 1999).

Entretanto, a rotação não é tão eficiente para controle de doenças causadas por fungos de solo, como *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani*, porque estes vivem saprofiticamente e atacam uma grande diversidade de plantas daninhas ou cultivadas de folhas largas, além do mais, possuem estruturas de resistência, conferindo viabilidade por muito tempo, condições que, segundo Costa (1997), promovem aumento destes fungos nos primeiros anos de plantio direto, embora Ribeiro (2000) considere este aumento devido a adoção do plantio direto sob condições inadequadas como em solos compactados ou de baixa aeração.

Kluthcouski (1998), pesquisando populações de fungos sob plantio direto e convencional, concluiu que as populações de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* foram maiores no plantio direto do que no convencional. Esse resultado foi corroborado por Ribeiro (2000) em trabalho similar, onde obteve sob plantio direto, 89 e 5205 propágulos.g<sup>-1</sup> de solo, contra 45 e 2235 propágulos.g<sup>-1</sup> de solo em aração profunda, respectivamente para os patógenos *Rhizoctonia solani* pv *phaseoli* e *Fusarium solani* pv *phaseoli*.

De acordo com Costa (1997) e Costamilan (1999), apesar da cobertura morta, via de regra, criar um ambiente propício para multiplicação de muitas espécies de fungos e favorecer patógenos, por outro lado, pode servir de barreira à germinação de apotécios de outras espécies e, neste caso, o plantio direto desfavorece o patógeno.

O plantio direto também é indicado no controle de nematóides de galhas (*Meloidogyne spp.*) e nematóides do cisto (*Heterodera glycines*), causadores de problemas na cultura da soja (Costamilan, 1999).

O preparo convencional do solo, ao contrário do plantio direto, concorre para o desaparecimento de patógenos. Estruturas destes quando enterradas a mais de 3 cm de profundidade, não conseguem lançar esporos no ar, reduzindo sua infestação e danos (Costamilan, 1999).

Enterrar partes aéreas de plantas, logo após a colheita, destrói a maioria dos patógenos que causam doenças, tais como antracnoses, ferrugens, carvões, míldios, oídios e manchas foliares (Reis, 1999). Porém, Kluthcouski (1998) afirma que essa redução, com o uso do preparo convencional é apenas temporária e o revolvimento do solo provoca desequilíbrio da atividade microbiológica, ressurgindo daí grandes ataques de doenças.

À semelhança do que ocorre com as doenças de solo, se a fonte primária de inóculo consistir de restos culturais, as doenças da parte aérea aumentam sua incidência nos primeiros anos de plantio direto e reduzem-se em seguida, com a estabilização do sistema (Costa, 1997).

Para a cultura do arroz, os fungos necrotróficos, ou seja, os que podem causar maiores problemas em plantio direto, são os causadores da brusone (*Pyricularia grisea*) e da mancha de grãos (*Drechslera oryzae*, *Phoma sorghina*, *Alternaria Padwickii*) (Azevedo, 2000). Esse autor afirma que, além da grande capacidade de sobrevivência em restos culturais, esses patógenos utilizam muito bem as sementes como meio de disseminação.

Na cultura do milho, na safinha do ano 2000, ocorreu um surto preocupante de cercóspera (*Cercospora zea-maydis*; *Cercospora sorghi* var. *maydis*) na região sudoeste do Estado de Goiás, sendo atribuído ao emprego do plantio direto. Todavia, para Fernandes e Oliveira (2000), este ataque esteve mais relacionado com a prática da monocultura, associada a um atípico excesso de chuvas ocorrido na época.

Quanto às pragas, a aração ou a queima dos restos culturais tem um efeito inibitório, na medida que destrói o habitat natural de alguns insetos e os expõe a condições ambientais desfavoráveis, contribuindo para diminuição de sua população. Ao contrário, o plantio direto condiciona um ambiente de menor amplitude de variação ambiental, favorecendo muitos insetos (Derpsch, 1997).

Phillips e Young (1973), citados por Fageria, Stone e Santos (1999), citam que dentre as pragas que aumentam com o cultivo mínimo, estão incluídas a lagarta-rosca, a lagarta militar e o pulgão da raiz. Stinner e House (1990), também citados por Fageria, Stone e Santos (1999), ao revisarem 45 trabalhos sobre influências do preparo de solo sobre os insetos e seus danos, em várias partes do mundo, concluíram que 28% das espécies aumentaram seus danos com a redução do preparo de solo, 29% das espécies não mostraram influência significativa do sistema de cultivo e 43% das espécies diminuíram com a redução do preparo do solo.

Em arroz irrigado por aspersão, Santos, Silva e Ferreira (1997) encontraram uma maior porcentagem de colmos de arroz atacados por *Diatraea saccharalis* quando se empregou o preparo do solo com arado de aivecas, diferindo, significativamente, dos resultados observados com preparo usando grade aradora e com plantio direto. Os autores afirmaram ainda que essa praga deve ter sido favorecida pelas técnicas que promoveram maior crescimento vegetativo das plantas de arroz ocasionado pela alta fertilização com nitrogênio, correção, preparo do solo, irrigação, etc.

Um problema também associado ao plantio direto é que este promove um adensamento maior do solo, em comparação com o plantio convencional, devido à redução da macroporosidade da camada arável (Vieira e Muzilli, 1984; Moreira, Santos e Diniz, 1995; Fageria, Stone e Santos, 1999; Silva e Moreira, 1999), o que limita a aeração do solo e o movimento de água, resultando, conseqüentemente, em um desenvolvimento radicular mais superficial (Souza et al., 1995). A limitada aeração é também citada por Unger e McCalla (1980), que constataram haver, na profundidade de 7,5 a 15 cm, uma maior presença de microrganismos anaeróbicos facultativos e desnitrificadores, indicando um ambiente menos oxidativo que o de plantio convencional, favorecendo o aumento no teor de matéria orgânica e de nitrogênio total, nessa camada.

Manrique e Jones (1991) afirmam que o aumento no teor de matéria orgânica, pelos vários anos consecutivos da prática do plantio direto, pode amenizar o problema da tendência ao adensamento do solo sob plantio direto. Tanto é que, segundo eles, invariavelmente, no perfil de plantio direto, a densidade aumenta com a profundidade do solo, devido ao fato deste apresentar cada vez menos matéria orgânica. Reeves (1995) também afirma que a massa específica do solo, no plantio direto, pode vir a diminuir com o passar dos anos, por ação da matéria orgânica e de substâncias que os microrganismos excretam, agregando as partículas do solo.

O maior adensamento do solo, sob plantio direto, se houver, pode ser compensado pela continuidade dos poros resultantes da atividade biológica e da decomposição das raízes (Balbino, 1997 e Chaves, 1997).

Bauer e Black (1992) afirmam que mesmo havendo adensamento do solo sob plantio direto e limitado desenvolvimento radicular, isso não necessariamente provoca redução na produção de grãos. Para eles, em anos de chuvas normais, o adensamento superficial não se evidencia e os rendimentos são bons, porém, em anos de déficit hídrico, se não se romper essa camada, podem haver reduções significativas.

Para Blevins et al. (1983), citados por Fageria, Stone e Santos (1999) e para Ribeiro (2000), um problema associado com o uso do plantio direto pode ser a rápida acidificação da camada superficial do solo, devido a altas doses de fertilizantes nitrogenados de reação ácida, depositados na superfície, caso não sejam feitas aplicações de calcário. Por outro lado, Sá (1993) afirma que a taxa de acidificação no plantio direto pode ser até mais baixa que no sistema convencional, devido à maior disponibilidade de água (efeito de diluição), decomposição gradativa da matéria orgânica (efeito de complexação) e maior atividade biológica (efeito tampão).

Desta forma, não há dúvida de que, embora em menor intensidade, a acidificação sob plantio direto ocorre, exigindo procedimentos específicos para a sua efetiva correção. Todavia, Sá (1993) adverte que a utilização indiscriminada de calcário, distribuído superficialmente no sistema de plantio direto, tem contribuído para a manifestação de sintomas de deficiência de manganês, boro e zinco, na maioria das espécies cultivadas. O autor recomenda também que o calcário deve ser aplicado preferencialmente após a cultura de verão e antes da semeadura da cultura de inverno.

O uso continuado do plantio direto nos cerrados pode acarretar problemas em decorrência da pouca palhada, classificados por Kluthcouski (1998), como de “segunda geração”, tais como: intensificação de ataques de fungos de solo; salinização devido a constante deposição dos fertilizantes minerais na superfície; efeito depressivo da fertilidade superficial sobre o desenvolvimento radicular das plantas; efeito de defensivos utilizados indiscriminadamente; seletividade e resistência de espécies de plantas daninhas aos principais herbicidas. Esses problemas, segundo o autor, podem se tornar muito prejudiciais ao desenvolvimento radicular das culturas, principalmente em profundidade, podendo justificar ações cíclicas de sistemas convencionais de preparo, para uniformização das propriedades físicas e químicas do perfil do solo. Na investigação dessa necessidade de intervenção com preparos convencionais em latossolo sob cerrados, não foi possível, porém, o autor recomendá-la para as culturas do milho, soja, feijão e arroz de terras altas, objetivo de sua pesquisa.

Ribeiro (2000) também admite a possibilidade de intervenção com ações de revolvimento do solo, ressaltando para isso, a necessidade de monitoramento contínuo e sistemático do solo nas áreas sob plantio direto, no tocante à compactação e aumento da incidência de fungos fitopatogênicos.



Opinião diferente é manifestada por Gassen e Gassen (1996) que afirmam não haver necessidade desse retorno ao plantio convencional, pois o preparo físico reiniciaria o processo de desestruturação. Ao invés disto, estes autores recomendam o uso de sulcadores adaptados às semeadoras para rompimento da camada adensada, além disso, a palha e a atividade biológica, segundo eles, são mais eficientes, a médio e longo prazo, do que a ação de arados e subsoladores.

#### 2.4.6 Uso do plantio direto para o arroz irrigado por inundação

Para o arroz irrigado por inundação onde a água já não é uma limitação, o preparo do solo perde importância e o plantio direto vem obtendo bons resultados.

Sousa, Pauletto e Gomes (1995) relatam que a utilização de semeadura direta no arroz irrigado, passou a apresentar expressão a partir do início da década de 80, principalmente após a criação do Clube do Plantio Direto. O autor afirma que, atualmente na região sul do Brasil, o sistema vem sendo adotado como uma prática vantajosa, principalmente sob dois aspectos: (a) permitir melhor integração agricultura/pecuária, onde o sistema de plantio direto foi a solução encontrada pelos produtores de arroz do Rio Grande do Sul, que são arrendatários em sua maioria (70%) e têm que devolver a terra aos proprietários logo em seguida à colheita do arroz, para a utilização da área pelo gado; com o preparo convencional e o pisoteio do gado, quase sempre eles recebiam a terra, para novo cultivo, compactada, o que não acontecia quando praticavam o plantio direto; (b) melhorar o controle de infestações de arroz vermelho, considerado o maior inimigo da orizicultura gaúcha, cujas infestações aumentaram muito com o plantio de uma mesma cultivar de arroz – BR-IRGA 409, em praticamente todo o estado e por este ter ciclo mais curto, agravou-se ainda mais o problema.

O sistema é especialmente indicado para áreas sistematizadas sem problemas de irrigação e drenagem. Geralmente, os agricultores iniciam com o cultivo mínimo reduzindo o preparo do solo a gradagens leves e aplicação de herbicidas desseccantes; à medida que adquirem experiência, passam ao uso do plantio direto (Souza et al., 1995).

Ao mudarem para o plantio direto, os produtores afirmam que houve uma vantagem significativa pela diminuição no preparo do solo, onde no sistema convencional eram inúmeras as operações necessárias para deixar o solo pronto para o plantio do arroz. No caso do plantio direto, uma vez sistematizada a área, não se volta a mexer nela. Apenas na véspera do plantio, retira-se o gado, faz-se uma aplicação de herbicida sobre a vegetação existente e faz-se o plantio direto do arroz (Plantio..., 1990).

Apesar de relatos de bom desempenho, Fornasieri Filho e Fornasieri (1993) afirmam não haver resultados conclusivos para adoção de plantio direto em arroz irrigado. Esses autores citam que um dos problemas que ocorre é devido aos resíduos vegetais da cobertura serem facilmente arrastados pela água e, quando da irrigação por banhos rápidos, estes poderão acumular em determinados pontos, prejudicando a cultura.

Por ser relativamente recente, o plantio direto de arroz irrigado ainda apresenta muitos problemas que precisam ser resolvidos. Os principais, relatados por Guimarães e Sant'Ana (1999), estão relacionados a adequação das práticas culturais e estabelecimento de um bom sistema de rotação de culturas para integração da cultura do arroz com outras espécies produtoras de grãos e pastagem. Os autores citam como fatores limitantes, o maior consumo de água, a presença de ventos fortes (que concentram a palhada em determinado ponto do tabuleiro), o ataque predatório de pássaros e a necessidade de mão-de-obra especializada para manejar o sistema.

Outro problema que também tem limitado a exploração do sistema no Rio Grande do Sul é o predomínio das lavouras de arroz em áreas arrendadas. De acordo com Sousa, Pauletto e Gomes (1995) o atual sistema de arrendamento tem desestimulado o produtor a fazer investimentos necessários à implantação do plantio direto.

Quanto à produtividade de grãos sob plantio direto, o arroz irrigado por inundação tem apresentado boa performance. Sousa, Pauletto e Gomes (1995) e Gomes et al. (1995) afirmam que há igualdade ou, em algumas situações, até superioridade de rendimento desse sistema em relação ao convencional.

Cita-se, por exemplo, Silva et al. (1996) que compararam o rendimento de grãos de quatro cultivares de arroz irrigado e verificaram superioridade do plantio direto com cultivo mínimo, de duas delas (23% e 20%) e igualdade das outras duas, em relação ao convencional, no município de Cachoeirinha (RS), na safra 1992/93.

#### 2.4.7 Uso do plantio direto para o arroz de sequeiro

Para a cultura do arroz de sequeiro, o plantio direto ainda é incipiente e repleto de incertezas. Ao contrário, as recomendações mais freqüentes são de um bom preparo do solo com uso de aração ou escarificação (Pedroso e Corsini, 1983; Embrapa, 1996). Kluthcouski (1998) justifica essa necessidade de preparo afirmando que o arroz é uma das culturas mais sensíveis à qualidade do perfil do solo, sobretudo à presença de horizontes superficiais compactados, sendo por isso, uma das culturas menos adaptada ao plantio direto. Segundo o autor, nessas condições, normalmente torna-se muito difícil o desenvolvimento radicular, advindo problemas de nutrição e absorção de água, devido ao espaço alimentar ser restrito aos primeiros 15 cm do perfil. Com base nisto, considera primordial

a melhoria prévia do perfil do solo para o cultivo do arroz de sequeiro em plantio direto.

Macroporosidade deficiente e concorrência de plantas daninhas, foram apontados por Séguy et al. (1999) como os principais fatores de fracasso da cultura de sequeiro nos sistemas de plantio direto até o momento.

O plantio direto contínuo promove compactação (ou adensamento), freqüentemente com redução na macroporosidade e aumento na massa específica do solo, como citado anteriormente. Na predominância de microporosidade, as raízes não conseguem reduzir seu diâmetro para penetrar nos microporos, menores que suas extremidades. Assim, elas têm que deslocar as partículas do solo, sendo que a força necessária rapidamente se esgota e o alongamento das raízes é restringido (Marschner, 1995). De acordo com Primavesi (1990), as espécies variam na capacidade de romper as camadas compactadas, mas de um modo geral, uma massa específica do solo entre 1,2 e 1,4 g/cm<sup>3</sup> já pode constituir uma barreira para o crescimento radicular, sendo crítico na densidade de 1,6 g/cm<sup>3</sup>.

Especialmente para a cultura do arroz, o problema do adensamento afeta significativamente o seu rendimento. Foi o que concluiu Bouzinac e Séguy (1995), em pesquisas realizadas no período de 1986 a 1991, no município de Sorriso (MT). Nesse trabalho, em área de plantio direto de monocultura de soja, foi cultivado o arroz, em rotação, usando diferentes preparos do solo. O arroz produziu média de apenas 1835 kg.ha<sup>-1</sup> e 1655 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, quando foi utilizada a gradagem e o plantio direto. Todavia, quando se procedeu a aração, a produtividade média foi de 3093 kg.ha<sup>-1</sup>. Para a cultura do milho, neste mesmo trabalho, os autores não obtiveram tanta diferença, ou seja, não foi tão evidente o problema do adensamento do solo. Neste caso, os rendimentos foram de 3874 kg.ha<sup>-1</sup>, 4037 kg.ha<sup>-1</sup> e 4062 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente quando foram empregados gradagem, aração e plantio direto.

Baseando-se nesses resultados, os autores recomendam a recomposição da macroporosidade do perfil do solo, com intervenções de preparos convencionais para o praticante da rotação soja/arroz, usando um ano de arroz, em plantio convencional e dois anos de soja em plantio direto. Na investigação da viabilidade do plantio direto para o arroz de sequeiro, Séguy et al. (1999) declaram já dispor de tecnologias, ou estas estão em fase de validação, de diversos sistemas de plantio direto para esta cultura nos cerrados úmidos ou em florestas do Centro-Norte do Estado de Mato Grosso.

Uma considerável variação de respostas é relatada para a cultura do arroz de sequeiro em plantio direto, certamente devido à grande influência das condições dos locais dos testes. No Brasil, freqüentemente as variações de comportamento são devidas à presença de compactação e/ou ocorrência de deficiência hídrica, promovendo redução da produção. Em solos com presença de compactação, Séguy e Bouzinac (1992a) obtiveram rendimentos menores desta cultura no plantio direto, intermediários com uso de grade aradora e os melhores rendimentos com aração profunda. Por sua vez, Stone e Moreira (1996) observaram que na ausência de compactação, o preparo superficial do solo com grade, resultou no melhor rendimento do que com aração, sugerindo bom desempenho no plantio direto. Assim também, Silveira, Zimmerman e Amaral (1998), estudando várias sucessões, em diversos sistemas de preparo de solo, obtiveram maiores rendimentos de arroz de sequeiro, com as cultivares Rio Paranaíba e Caiapó, no plantio direto (2212 kg.ha<sup>-1</sup>) do que com o emprego da aração (1868 kg.ha<sup>-1</sup>) ou gradagem (1978 kg.ha<sup>-1</sup>).

Rendimentos inferiores para o arroz de sequeiro em plantio direto, são relatados por outros trabalhos de pesquisa. Kluthcouski (1998), por exemplo, obteve rendimentos de até 46% superiores, com uso de implementos, comparados ao plantio direto. Resultados semelhantes foram encontrados por Stone, Santos e Steinmetz (1980). Além destes, Santos, Silva e Ferreira (1997),

trabalhando em Latossolo Vermelho Amarelo, textura arenosa, também verificaram que o plantio direto afetou negativamente a produtividade do arroz, comparado ao preparo com arado de aivecas e com grade aradora.

Pesquisas em outros países também revelam resultados divergentes do desempenho do arroz de sequeiro em plantio direto. Comparativamente ao plantio convencional, por exemplo, Olofintoye (1989) cita resultados superiores do plantio direto, obtidos por Pandey e Ghan (1964) e Sahu e Lenka (1968), na Índia; resultados semelhantes, obtidos por Muarya e Lal (1979), na Nigéria e por Lal e Drinks (1979), na Libéria e resultados inferiores obtidos por Curfs (1976).

Olofintoye (1989), observando o comportamento da cultura de arroz de sequeiro sob os sistemas de plantio direto e convencional por dois anos, constatou menor altura e plantas menos vigorosas nos estágios iniciais de desenvolvimento sob plantio direto em relação ao convencional. Observações semelhantes foram relatadas por Ogunremi, Lal e Babalola (1986), afirmando ser o fraco desempenho nas fases iniciais no plantio direto, devido à imobilização do nitrogênio aplicado, pelos microrganismos, na decomposição da cobertura morta. Os autores relatam ainda que as diferenças na altura de plantas vão diminuindo à medida que se aproxima a fase de florescimento, motivadas pela segunda aplicação de nitrogênio e também devido a alguns nutrientes tornarem-se mais disponíveis pelos resíduos decompostos. Por fim, os autores relatam que as produtividades foram similares no plantio direto e convencional.

A viabilidade do uso do plantio direto para a cultura do arroz de sequeiro sob cerrados é mais limitada que a maioria das outras culturas, por problemas no perfil dos solos, freqüentemente decorrentes da pouca palhada de cobertura. A compactação ou o adensamento superficial (originando baixa macroporosidade) e a concorrência de plantas daninhas são consideradas as principais limitações. Na ausência destes e de outros problemas inerentes à cultura, o arroz de sequeiro

é viável para plantio direto nas regiões dos cerrados, podendo, no entanto, ser ainda limitado pelo retorno econômico comparativamente a outras culturas alternativas.

## **2.5 *Distribuição de raízes de arroz de sequeiro no perfil do solo***

Um maior aprofundamento e boa distribuição de raízes no perfil de solo, seriam características ideais para cultivares de arroz de sequeiro, em cultivo nos cerrados, para enfrentar a ocorrência freqüente de veranicos, que limitam bastante a absorção de água e a produção. Porém, o sistema radicular do arroz tem naturalmente uma concentração superficial. Cerca de 70% das raízes de arroz de terras altas, concentraram-se nos primeiros 20 cm de profundidade do perfil (Stone e Pereira, 1994; Stone e Moreira, 1998).

Embora variável em função das condições do perfil do solo, com influência principalmente da presença de compactação, o sistema de plantio direto promove uma concentração ainda mais superficial de raízes de arroz de sequeiro, em solos de cerrado, do que o plantio convencional. Foi o que observaram Stone e Moreira (1998), comparando uso de arado de aivecas em relação à grade aradora e ao plantio direto.

Por outro lado, Kluthcouski (1998) concluiu que a aração não afetou a distribuição de raízes de arroz, ou seja, independentemente do preparo utilizado, estas situaram-se nos primeiros 20 cm superficiais.

Mesmo que haja concentração mais superficial das raízes, no caso do plantio direto, espera-se que este problema seja compensado pela ação da palhada de cobertura em manter umidade superficialmente no perfil do solo por mais tempo, que o plantio convencional (Balbino, 1996; Fageria, Stone e Santos, 1999).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização do ambiente das áreas experimentais

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Santa Fé, município de Santa Helena (situada na região sudoeste do Estado de Goiás a 17°48'49" de latitude sul, 50°35'49" de longitude oeste e altitude aproximada de 615 m), nos anos agrícolas 1998/99 e 1999/2000.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho Escuro, pela Classificação Brasileira. Os resultados das análises químicas efetuadas, segundo a metodologia da Embrapa (1997), são mostrados na Tabela 2. O resultado da análise granulométrica de amostras retiradas do perfil do solo, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60cm, com a classificação textural, determinadas também conforme metodologia da Embrapa (1997), é apresentado na Tabela 3.

TABELA 2. Resultados das análises químicas do solo<sup>1</sup>, determinada em três profundidades e sob os sistemas de Plantio Convencional (PC) e Plantio Direto (PD), em um Latossolo Vermelho Escuro. Fazenda Santa Fé, Santa Helena de Goiás, GO.

Sistema	Prof. cm	pH (água)	cmol/dm <sup>3</sup>					mg/dm <sup>3</sup>			
			Ca	Mg	Al	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn
PC	0-20	5,5	5,7	1,8	0,1	24,8	92	2,7	5,7	35	50
	20-40	5,9	4,4	1,4	0,0	7,0	100	2,7	2,4	35	37
	40-60	6,2	2,6	1,1	0,0	0,8	53	3,6	0,4	49	24
PD	0-20	6,0	5,6	1,9	0,1	28,7	120	2,4	5,8	28	51
	20-40	7,3	7,5	1,7	0,0	7,2	101	2,3	1,4	31	51
	40-60	7,0	4,0	1,2	0,0	0,8	90	3,7	0,4	48	31

<sup>1</sup>Média por amostra constituída de quatro subamostras. Amostragem realizada em época próxima da colheita do experimento do ano agrícola 1998/99.



**TABELA 3. Resultado da análise granulométrica do solo<sup>1</sup>, determinada em três profundidades na gleba onde foram instalados os experimentos. Fazenda Santa Fé. Santa Helena de Goiás, GO.**

Profundidade (cm)	Textura			Classificação textural
	Argila	silte (g/kg)	areia	
0-20	223	200	578	Franco argilo-arenoso
20-40	260	185	555	Franco argilo-arenoso
40-60	360	130	525	Franco argilo-arenoso

<sup>1</sup>Média de duas repetições com oito subamostras por amostra. Amostragem realizada em época próxima da colheita do experimento do ano agrícola 1998/99.

A quantidade e a distribuição das chuvas, nos períodos de condução dos experimentos, são apresentadas na Tabela 4.

**TABELA 4.** Valores médios mensais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa, durante o período de condução dos experimentos, nos anos agrícolas 1998/99 e 1999/2000, sob plantio direto e convencional. Fazenda Santa Fé, Santa Helena de Goiás, GO.

Mês/ano	Precipit. pluvial total(mm)	Temp. média (°C)		Umidade Relativa média(%)
		minima	máxima	
Outubro/98	96,4	20,9	33,7	70,4
Novembro/98	173,7	21,0	32,3	75,5
Dezembro/98	331,3	21,1	31,6	85,9
Janeiro/99	196,8	21,0	31,6	82,6
Fevereiro/99	116,5	21,1	32,9	80,1
Março/99	125,8	23,8	33,0	82,8
Média	173,4	21,5	32,5	79,6
Outubro/99	86,5	20,3	34,9	65,3
Novembro/99	325,8	19,6	32,6	61,0
Dezembro/99	190,8	21,1	32,7	55,0
Janeiro/2000	249,6	21,2	31,9	53,0
Fevereiro/2000	400,6	20,8	32,9	48,6
Março/2000	283,0	21,3	33,0	53,3
Média	256,1	20,8	32,9	56,0

A área onde se instalaram os experimentos vinha sendo cultivada intensamente nas safras e entressafras, há 14 anos, em plantio direto contínuo (inclusive nas parcelas em que se aplicou o plantio convencional), com as culturas da soja ou milho no verão; milho ou milheto no outono e, às vezes, feijão no inverno. Nos dois últimos anos que antecederam a instalação do primeiro experimento, as seqüências foram: soja no verão e milheto nas

entressafras. O plantio direto é praticado não só nesta área, mas em toda a propriedade, que tem cerca de 700 ha.

Vale ressaltar que não havia uma boa quantidade de cobertura vegetal do solo nas parcelas destinadas ao plantio direto, no momento da semeadura. A área encontrava-se predominantemente coberta de restos culturais, pois a cultura anterior (milheto) havia sido retirada para alimentação de animais em regime de confinamento, destino muito comum das culturas de entressafras da fazenda.

### ***3.2 Cultivares e linhagens de arroz avaliadas***

Utilizaram-se neste trabalho, seis cultivares (Bonança, Caiapó, Canastra, Carisma, Maravilha e Primavera) e linhagens ainda em avaliação pela pesquisa (doravante, neste trabalho, todas serão denominadas cultivares). São genótipos participantes do ensaio comparativo avançado (ECA), do programa de melhoramento genético de arroz de terras altas do sistema cooperativo de pesquisa agropecuária (Embrapa e Sistemas Estaduais de Pesquisa). Em 1998/99, participaram 20 materiais e no ano seguinte 25, todavia, apenas 14 foram comuns aos dois anos de avaliação (Tabela 5). Essas alterações (seis cultivares descartadas e outras 11 incluídas no segundo ano), atenderam a sugestões dos melhoristas da Embrapa Arroz e Feijão, uma vez que os materiais dos ensaios avançados são modificados em função do seu desempenho anual.

Todas as cultivares têm características agrônomicas desejáveis e boa resistência as doenças, pois representam os melhores materiais de arroz de terras altas, selecionados conjuntamente em vários locais do Brasil Central. Destaca-se ainda a boa qualidade comercial dos grãos, onde classificam-se como longo-finos (agulhinhas), que têm a preferência do consumidor brasileiro.

TABELA 5. Cultivares avaliadas simultaneamente em sistema de plantio direto e convencional em 1998/99 e 1999/2000, no município de Santa Helena, GO.

Cultivar	Ano agrícola 1998/99	Ano agrícola 1999/2000
CNA 8557	X	X
CNA 8540	X	X
CNA 8436	X	X
CNA 8704	X	X
CNA 8541	X	X
CNA 8536	X	X
CNA 8711	X	X
CNA 8542	X	X
Caiapó	X	X
Canastra	X	X
Carisma	X	X
Maravilha	X	X
Bonança	X	X
Primavera	X	X
CNA 8693	X	
CNA 8700	X	
CNA 8798	X	
IAC 1483	X	
CNA 8707	X	
CNA 8712	X	
CNAs 8812		X
CNAs 8983		X
CNAs 8824		X
CNAs 8818		X
CNAs 8807		X
CNAs 8817		X
CNAs 8962		X
CNAs 8810		X
CNAs 8823		X
CNAs 8822		X
CNAs 8814		X



### 3.3 *Implantação e condução dos experimentos*

#### 3.3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) dentro de cada sistema, ou seja, um experimento em DBC para o plantio convencional e outro DBC para o plantio direto, usando-se quatro repetições por sistema. As parcelas foram compostas de quatro linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,40 m entre si. A área útil da parcela (3,20 m<sup>2</sup>) foi constituída das duas linhas centrais, deixando-se 0,50 m em cada extremidade, como bordadura.

#### 3.3.2 Preparo do solo no plantio convencional

O preparo do solo constou de uma aração profunda de aproximadamente 35 cm, 30 dias antes do plantio, utilizando-se arado de aivecas (marca Ikeda, modelo MR-2R), tracionado por trator de 80 HP, e de uma gradagem niveladora às vésperas da instalação dos experimentos.

#### 3.3.3 Formação da palhada e dessecação para o plantio direto

Nas parcelas destinadas ao plantio direto, havia sido cultivado milho no inverno, com plantio realizado em março. O milho foi ceifado e retirado para a alimentação de animais da fazenda, e, sete dias depois, foi feita a dessecação dos restos culturais, com uma aplicação de herbicida sistêmico de ação total (glyphosate), na dosagem de 2,0 L.ha<sup>-1</sup>, um dia antes da semeadura do arroz.

### 3.3.4 Semeadura

A semeadura nas parcelas de plantio direto e convencional foi realizada com a mesma semeadora, no mesmo dia, procedendo-se primeiramente o plantio convencional e posteriormente, o direto. Para facilitar esta operação, preparou-se antecipadamente as sementes, colocando-se as quantidades exatas em saquinhos de papel para cada parcela, ou seja, quantidades correspondentes a quatro linhas de 5 m de comprimento, visando uma densidade de 60 sementes/m no primeiro ano (1200 sementes por saquinho) e uma densidade de 80 sementes/m em 1999/2000 (1600 sementes por saquinho). Outra providência anterior à semeadura foi a marcação das parcelas no campo para facilitar o trabalho e evitar falhas operacionais. Para isso, foram feitas marcas no solo através de uma pulverização com solução de cal e água, delimitando-se início e final de cada parcela, no sentido do seu comprimento, ou seja, foi feita uma marca a cada 5 m de comprimento, deixando-se uma faixa de 1 m entre as parcelas para corredores.

No primeiro ano, a semeadura ocorreu dia 18 de novembro de 1998 e no segundo ano, dia 22 de outubro de 1999. Os procedimentos de semeadura foram praticamente os mesmos nos dois anos agrícolas, sendo que as alterações feitas foram visando aumentar o estande de plantas nas parcelas, considerado baixo no ano de 1998/99. Para isso, no segundo ano, além do aumento da densidade de sementes, aumentou-se também a pressão da roda de compactação da superfície do solo sobre as linhas de plantio, de forma que as sementes ficassem mais em contato com o solo, no caso do plantio direto. Uma outra alteração foi o uso de adubação no plantio, o que, em 1998/99 não foi realizada, uma vez que não é prática comum nessa propriedade adubar as culturas de soja, do milho ou do milheto, dada a boa fertilidade do solo e ao bom manejo do plantio direto. Em 1999/2000, optou-se então por fazer adubação de plantio, visando maximizar a

expressão do potencial produtivo das cultivares em teste. Assim, a adubação constou-se de 250 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 8-20-20.

A semeadura foi realizada por uma semeadora normal (de 4 linhas) para plantio direto, porém equipada com kit de distribuição de sementes, adaptado pela Embrapa Arroz e Feijão, para permitir o semeio em pequenas parcelas e em alternância de cultivares diferentes. Para a distribuição de sementes, além do tratorista, foi necessário outro operador sobre a semeadora o qual acompanhava o croqui de campo, colocando sobre o distribuidor/dosador, a quantidade de sementes de cada parcela, previamente preparada, à medida que a semeadora deslocava-se sobre as marcas delimitadoras das parcelas que foram feitas no solo.

A semeadora era provida também de discos de corte e de sistema de “botinhas” para sulcagem e distribuição de adubos e disco duplo para sulcagem e distribuição das sementes.

As sementes não foram tratadas, à exceção daquelas que foram plantadas em faixas ao redor dos experimentos, como bordaduras, com a cultivar CIRAD 141, usando-se 1,5 litro de carbofuran líquido por 100 kg de sementes.

### 3.3.5 Tratos culturais

Nos dois sistemas de plantio, procedeu-se a duas adubações de cobertura a lanço, ambas com sulfato de amônio. A primeira foi feita com 30 kg.ha<sup>-1</sup> de N, aos 15 dias do plantio, para prevenir deficiência de nitrogênio decorrente da imobilização microbiana, na decomposição da cobertura morta e a segunda aos 70 dias do plantio, com 10 kg.ha<sup>-1</sup> de N.

O controle de plantas daninhas foi iniciado com a aplicação do herbicida de ação total, para o plantio direto. A partir daí, seguiu-se o mesmo *esquema* para os dois sistemas, utilizando-se o herbicida oxadiazon em pré-emergência,

na dosagem de 3 L.ha<sup>-1</sup> e um repasse manual, com enxada, próximo ao florescimento do arroz. Em 1998/99, foi realizada adicionalmente uma aplicação de metsulfuron-methyl, 4 g.ha<sup>-1</sup>, para o controle de folhas largas.

Em 1998/99, por ter ocorrido períodos de distribuição irregular de chuvas, foram feitas duas irrigações suplementares, uma na fase vegetativa, para evitar prejuízos ao experimento, uma vez que o estande de plantas ficou baixo e outra na fase reprodutiva, período mais crítico ao déficit hídrico. No ano seguinte (1999/2000), não houve necessidade de irrigações suplementares.

### 3.3.6 Variáveis avaliadas

A principal finalidade das avaliações foi determinar o potencial de adaptação das cultivares às condições locais, especialmente ao plantio direto. Assim, maior ênfase, neste trabalho, foi dada a produtividade de grãos, altura de plantas, acamamento, ciclo e reação a doenças, que são características importantes de adaptação de uma cultivar. As avaliações foram feitas de forma semelhante às realizadas em programas de melhoramento de arroz para linhagens avançadas, assim descritas:

- Produtividade de grãos: foi determinada com base no peso de grãos da área útil da parcela, após secagem;
- Altura de plantas: foi obtida medindo-se aleatoriamente quatro plantas por parcela.
- Acamamento: foi determinado por leitura visual, estimando-se a porcentagem de plantas acamadas na parcela, por ocasião das colheitas, atribuindo-se notas progressivas de 1 a 9 conforme a seguinte escala (Embrapa, 1977) :



- Nota 1: sem acamamento
  - Nota 3: mais de 50% das plantas levemente acamadas
  - Nota 5: a maioria das plantas moderadamente acamadas
  - Nota 7: a maioria das plantas completamente acamadas
  - Nota 9: todas as plantas completamente acamadas
- **Floração:** foi avaliada pelo número de dias contados da semeadura ao florescimento médio, considerado quando aproximadamente 50% das plantas encontravam-se floridas na parcela.
  - **Doenças:** à semelhança do acamamento, a avaliação de doenças foi feita visualmente baseando-se no grau de severidade de ataque e atribuindo-se notas, a cada cultivar, utilizando-se a seguinte escala padronizada (Standard, ....1988, citado por Prabhu, Filippi e Ribeiro, 1999):
    - Nota 1: menos de 5% de infecção;
    - Nota 3: de 6 a 10% de infecção;
    - Nota 5: de 11 a 25% de infecção;
    - Nota 7: de 26 a 50% de infecção;
    - Nota 9: mais que 50% de infecção;

As doenças avaliadas foram: brusone da panícula (*Pyricularia grisea*), mancha parda (*Drechslera oryzae*) e escaldadura da folha (*Macrodochium oryzae*).

No ano agrícola 1999/2000, avaliou-se ainda a matéria seca de raízes de oito das 25 cultivares testadas, com a finalidade de comparar a distribuição radicular no perfil do solo dessas cultivares, sob plantio direto e convencional. Em duas delas (CNA 8542 e Maravilha) essa avaliação foi feita nos dois sistemas de plantio; em quatro delas (CNA 8540, CNA 8557, CNAs 8810 e Canastra), foi realizada apenas no plantio convencional; enquanto que nas outras duas (CNA 8704 e CNA 8536), foi feita somente no plantio direto. Para tanto, foi realizada coleta de amostras de solo, na linha de plantio, no momento

de pleno florescimento das cultivares, utilizando-se trado tipo haste, com 7,5 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento, nas profundidades de 0-10cm, 10-20 cm, 20-40cm e 40-60cm. As amostras foram colocadas em baldes com água, agitadas e posteriormente passadas em uma peneira de 0,25 mm para recuperação das raízes que ficaram retidas. Em seguida, estas foram acondicionadas em saquinhos de papel e colocadas em estufa, a 75°C, por cinco dias, quando foram retiradas e pesadas.

### 3.3.7 Colheita e secagem

Concluídas as avaliações de campo, as áreas úteis das parcelas foram colhidas manualmente, após os grãos atingirem a umidade aproximada de 20-22%. Em seguida, foram secadas ao sol até a umidade de 13%, para posterior pesagem.

### 3.4 *Análise estatística dos dados*

As análises estatísticas foram feitas apenas para produtividade de grãos, floração e altura de plantas. No caso da produtividade de grãos, procedeu-se primeiramente as análises de variâncias individuais para cada ano, envolvendo os dois sistemas de plantio (direto e convencional) e posteriormente a análise conjunta envolvendo as 14 cultivares que foram comuns aos dois anos de avaliação, também nos dois sistemas de plantio. Para floração e altura de plantas, a análise de variância foi feita individualizada dentro de cada sistema em cada ano. As médias dessas características foram comparadas, utilizando-se o teste de Scott & Knott a 5% e 1 % de probabilidade. Estas análises foram feitas usando-se o *software* SISVAR (Ferreira, 2000).

As Tabelas 6 e 7 mostram os esquemas de análises de variância individuais e conjunta, respectivamente.

O modelo estatístico utilizado para as análises individuais é:

$$y_{ijk} = m + b_{j(k)} + c_i + s_k + (cs)_{ik} + e_{ijk}$$

em que:

$y_{ijk}$  : valor observado da cultivar i, no bloco j, no sistema k;

m : média geral;

$b_{j(k)}$  : efeito do bloco j dentro do sistema k;

$c_i$  : efeito da cultivar i,  $i=1,2,\dots,20$  ou  $i=1,2,\dots,25$ ;

$s_k$  : efeito do sistema k,  $k=1,2$ ;

$(cs)_{ik}$  : efeito da interação da cultivar i com o sistema k;

$e_{ijk}$  : erro experimental médio;

O modelo para a análise de variância conjunta é:

$$y_{ijkn} = m + b_{j(k/n)} + c_i + s_k + a_n + (cs)_{ik} + (ca)_{in} + (sa)_{kn} + (csa)_{ikn} + e_{ijkn}$$

onde:

$y_{ijkn}$  : valor observado da cultivar i, no bloco j, no sistema k, no ano n;

m : média geral;

$b_{j(k/n)}$  : efeito do bloco j dentro do sistema k, dentro do ano n;

$c_i$  : efeito da cultivar i,  $i=1, 2, \dots, 14$ ;

$s_k$  : efeito do sistema k,  $k=1, 2$ ;

$a_n$  : efeito do ano n;

$(cs)_{ik}$  : efeito da interação da cultivar i com o sistema k;

$(ca)_{in}$  : efeito da interação da cultivar i com o ano n;

$(sa)_{kn}$  : efeito da interação do sistema k com o ano n;

$(csa)_{ikn}$  : efeito da interação da cultivar i com o sistema k com o ano n;

$e_{ijkn}$  : erro experimental médio.

**TABELA 6. Esquema de análise de variância individual para cultivares dentro de sistemas de plantio, anos agrícolas 1998/99 e 1999/2000.**

FV	GL	QM	F
Blocos(b)/Sistema	(b-1)s	Q <sub>1</sub>	-
Sistema(s)	s-1	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub> /Q <sub>5</sub>
Cultivar(c)	c-1	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub> /Q <sub>5</sub>
s x c	(s-1)(c-1)	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub> /Q <sub>5</sub>
Erro médio	(c-1) (b-1)s	Q <sub>5</sub>	-

**TABELA 7. Esquema de análise de variância conjunta, envolvendo avaliação de cultivares dentro de sistemas de plantio e dentro de anos.**

FV	GL	QM	F
Blocos(b)/Sistema/Ano	(b-1)sa	Q <sub>1</sub>	-
Ano (a)	a-1	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub> /Q <sub>9</sub>
Sistema(s)	s-1	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub> /Q <sub>9</sub>
Cultivar(c)	c-1	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub> /Q <sub>9</sub>
a x s	(a-1)(s-1)	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub> /Q <sub>9</sub>
a x c	(a-1)(c-1)	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub> /Q <sub>9</sub>
s x c	(s-1)(c-1)	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub> /Q <sub>9</sub>
a x s x c	(a-1)(s-1)(c-1)	Q <sub>8</sub>	Q <sub>8</sub> /Q <sub>9</sub>
Erro médio	(c-1) (b-1)sa	Q <sub>9</sub>	-

## 4 RESULTADOS

### 4.1 *Ano agrícola 1998/1999*

#### 4.1.1 Características avaliadas (plantio direto e convencional)

As avaliações de produtividade de grãos, altura de plantas, acamamento e a incidência das doenças - brusone da panícula (BP), mancha parda (MP) e escaudadura da folha (ESC), observadas dos experimentos conduzidos sob plantio direto em 1998/99, são mostradas na Tabela 8. Como se observa, a maioria dos materiais testados exibiram comportamento semelhante no tocante a produtividade de grãos, ou seja, os 14 mais produtivos foram estatisticamente semelhantes. A altura média de plantas, envolvendo todas as cultivares, foi de 96,7 cm, onde a cultivar CNA 8542 exibiu o menor porte (80,3 cm) e a CNA 8700, o maior (124,0 cm). A ocorrência de acamamento foi baixa, nota média de 1,7, entretanto, a IAC 1483 mostrou-se bastante vulnerável (nota 4,0). Quanto à incidência de doenças, verifica-se que, de um modo geral, foi baixa, apresentando notas médias de 1,8; 1,1 e 1,0 para brusone da panícula, mancha parda e escaudadura da folha, respectivamente.

Os resultados de avaliação das referidas características no sistema de plantio convencional estão relatados na Tabela 9. Dos 20 materiais testados, 13 foram semelhantes quanto a produtividade de grãos, pelo teste de Scott & Knott, ao nível de 5% de probabilidade. A altura média de planta (95,9 cm) foi ligeiramente inferior à obtida no plantio direto (96,7 cm). Nesse sistema, a cultivar Bonança apresentou o menor porte (78,8 cm) e a CNA 8700, novamente foi a mais alta (121,3 cm). A ocorrência de acamamento também foi inferior no plantio convencional (nota média de 1,4) em relação ao plantio direto (nota média de 1,7) e nenhuma cultivar exibiu nota de acamamento superior a 2,8

(CNA 8798). Por outro lado, a incidência de doenças foi maior no sistema de plantio convencional do que no plantio direto, com notas médias de brusone da panícula, mancha parda e escaldadura da folha de 2,0; 1,7 e 2,1, respectivamente.

Pelas Tabelas 8 e 9, constata-se ainda que não há uma relação direta consistente entre produtividade de grãos e as demais características avaliadas, sugerindo que as mesmas não interferiram na produção de grãos em quaisquer dos sistemas de plantio.

**TABELA 8.** Médias de produtividade de grãos (Prod), altura de plantas (Alt), acamamento (AC) e incidência de doenças: brusone na panícula (BP), mancha parda (MP) e escaudadura da folha (ESC) obtidas do ensaio conduzido sob plantio direto (PD), em 1998/99. Fazenda Santa Fé, Santa Helena de Goiás, GO.

Cultivar	Prod (kg.ha <sup>-1</sup> )	Alt (cm)	AC (1-9)	BP (1-9)	MP (1-9)	ESC (1-9)
CNA 8704	5647 a	96,5 d	1,0	1,0	1,0	1,0
Maravilha	5051 a	107,1 c	1,0	1,0	1,0	1,0
Canastra	4950 a	100,8 c	1,3	1,0	1,0	1,0
CNA 8693	4856 a	97,3 d	1,0	1,0	1,0	1,0
Carisma	4687 a	95,0 d	1,0	1,5	1,0	1,0
CNA 8557	4661 a	95,8 d	1,3	1,0	1,0	1,0
CNA 8711	4640 a	107,8 c	2,5	2,0	1,3	1,0
CNA 8700	4637 a	124,0 a	1,5	2,3	1,0	1,0
CNA 8540	4566 a	83,8 e	1,0	1,3	1,3	1,0
CNA 8541	4498 a	84,5 e	1,8	1,5	1,0	1,0
Bonança	4386 a	80,5 e	1,3	1,0	1,0	1,0
CNA 8436	4347 a	86,5 e	1,0	1,3	1,0	1,0
CNA 8798	4317 a	85,3 e	2,5	3,0	1,3	1,0
Caiapó	4274 a	123,5 a	2,8	1,3	1,0	1,0
IAC 1483	4053 b	103,3 c	4,0	1,5	1,0	1,3
CNA 8707	3974 b	114,0 b	1,8	3,0	1,5	1,0
CNA 8536	3769 b	85,0 e	1,0	1,0	1,0	1,0
CNA 8542	3750 b	80,3 e	1,0	1,3	1,0	1,0
CNA 8712	3215 b	86,8 e	1,5	2,5	1,3	1,0
Primavera	2338 c	94,9 d	3,0	6,3	1,5	1,0
<b>Média</b>	<b>4331</b>	<b>96,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5% de probabilidade.

AC: 1-ausência de plantas acamadas; 9-todas as plantas acamadas.

BP: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

MP: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

ESC: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

**TABELA 9.** Médias de produtividade de grãos (Prod), altura de plantas (Alt), acamamento (AC) e incidência de doenças: brusone na panícula (BP), mancha parda (MP) e escaldadura da folha (ESC) obtidas do ensaio conduzido sob plantio convencional (PC), em 1998/99. Fazenda Santa Fé, Santa Helena de Goiás, GO.

Cultivar	Prod (kg.ha <sup>-1</sup> )	Alt (cm)	AC (1-9)	BP (1-9)	MP (1-9)	ESC (1-9)
CNA 8557	4794 a	89,5 c	1,0	1,0	1,5	1,5
Canastra	4761 a	96,0 b	1,3	2,8	2,5	3,3
CNA 8540	4754 a	90,8 c	1,0	1,0	1,5	2,0
Caiapó	4646 a	119,8 a	1,5	1,8	2,0	1,8
IAC 1483	4468 a	98,8 b	1,5	2,3	2,3	3,8
CNA 8541	4426 a	95,5 b	1,5	1,8	1,3	1,3
CNA 8436	4370 a	87,8 c	1,0	1,0	1,0	1,0
CNA 8711	4351 a	102,3 b	1,5	1,5	1,5	2,5
CNA 8704	4320 a	102,3 b	1,0	2,0	1,8	1,5
CNA 8693	4283 a	98,0 b	1,0	1,0	1,8	1,0
Carisma	4245 a	96,0 b	1,3	1,0	1,8	2,0
CNA 8798	4139 a	82,8 d	2,8	2,3	1,8	2,3
CNA 8707	3984 a	116,8 a	1,8	3,0	1,5	2,0
CNA 8536	3763 b	80,3 d	1,0	1,0	1,3	1,5
CNA 8712	3495 b	84,3 d	2,3	2,5	2,8	2,3
CNA 8700	3480 b	121,3 a	1,8	3,5	1,8	1,8
Maravilha	3332 b	99,5 b	1,0	1,5	1,8	1,0
CNA 8542	3265 b	80,0 d	1,0	1,3	1,5	2,0
Bonança	3174 b	78,8 d	1,5	1,3	2,3	4,0
Primavera	3134 b	97,0 b	1,8	6,0	1,3	2,8
Média	4059	95,9	1,4	2,0	1,7	2,1

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5% de probabilidade.

AC: 1-ausência de plantas acamadas; 9-todas as plantas acamadas.

BP: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

MP: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

ESC: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.



#### 4.1.2 Produtividade de grãos: plantio direto *versus* convencional

Os resultados da análise de variância, envolvendo os dois sistemas de plantio, direto e convencional, são apresentados na Tabela 10. Como se observa, houve diferença estatística significativa pelo teste de F, para os referidos sistemas de plantio. O comportamento das cultivares testadas, também não foi similar, ou seja, algumas foram mais produtivas do que outras, conforme detectado pelo teste de F. A interação cultivar x sistemas de plantio foi não significativa estatisticamente, indicando que os 20 genótipos testados tiveram desempenhos semelhantes nos sistemas de plantio direto e convencional.

TABELA 10. Análise de variância para produtividade de grãos, envolvendo sistemas de plantio direto e convencional e cultivares de arroz de terras altas. Santa Helena de Goiás, GO, 1998/99.

FV	GL	QM/1000	F
Blocos / Sistemas	6	569,801	1,061
Sistemas(s)	1	2950,391	5,492*
Cultivares(c)	19	2426,407	4,516**
s x c	19	846,158	1,575
Erro médio	114	537,249	-

\*,\*\* - Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

A Tabela 11 mostra os resultados das médias de produtividade de grãos obtidas nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC), com diferenciação entre elas pelo teste de Scott & Knott. Comparando-se os dois sistemas, verifica-se que os materiais testados tiveram, em média, um melhor desempenho, quando cultivados no PD (4331 kg.ha<sup>-1</sup>) em relação ao PC (4059 kg.ha<sup>-1</sup>). Examinando a coluna de médias de produtividade de grãos, envolvendo

os dois sistemas, nota-se que os 15 materiais mais produtivos foram estatisticamente semelhantes entre si. A cultivar Primavera (testemunha), considerada padrão, hoje no Brasil Central, apresentou o pior desempenho, diferindo estatisticamente das demais. Constata-se ainda pelas colunas de produtividade, nos dois sistemas de plantio, que o comportamento dos materiais foi em geral semelhante, conforme já referido na análise de variância.

Os coeficientes de variação obtidos são de 15,18% para o plantio direto e de 19,75% para o convencional (Tabela 11). Apesar de serem ligeiramente altos, estão dentro dos padrões aceitáveis na experimentação de campo, conforme Pimentel Gomes (1987).

**TABELA 11. Desempenho médio das cultivares de arroz de terras altas para produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) e resumo das análises de variância dos sistemas de Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC). Santa Helena de Goiás, GO, 1998/99.**

Cultivar	Sistema		Média
	PD	PC	
CNA 8704	5647 a	4320 a	4983 a
Canastra	4950 a	4761 a	4855 a
CNA 8557	4661 a	4794 a	4727 a
CNA 8540	4566 a	4754 a	4660 a
CNA 8693	4856 a	4283 a	4569 a
CNA 8711	4640 a	4351 a	4495 a
Carisma	4687 a	4245 a	4466 a
CNA 8541	4498 a	4426 a	4462 a
Caiapó	4274 a	4646 a	4460 a
CNA 8436	4347 a	4370 a	4358 a
IAC 1483	4053 b	4468 a	4261 a
CNA 8798	4317 a	4139 a	4228 a
Maravilha	5051 a	3332 b	4192 a
CNA 8700	4637 a	3480 b	4058 a
CNA 8707	3974 b	3984 a	3979 a
Bonança	4386 a	3174 b	3780 b
CNA 8536	3769 b	3763 b	3766 b
CNA 8542	3750 b	3265 b	3507 b
CNA 8712	3215 b	3495 b	3355 b
Primavera	2338 c	3134 b	2736 c
MÉDIA	4331 A	4059 B	4195
CV(%)	15,18	19,75	17,47
QMC/1000 <sup>1</sup>	1999,50**	1273,06*	2426,41**
QMS/1000 <sup>2</sup>	-	-	2950,39*

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

\*,\*\* - Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

<sup>1</sup> QMC: quadrado médio de cultivares

<sup>2</sup> QMS: quadrado médio de sistemas

## 4.2 Ano agrícola 1999/2000

### 4.2.1 Características avaliadas (plantio direto e convencional)

Neste ano agrícola, verificou-se maior desenvolvimento geral das plantas, comparativamente ao ano anterior. Constatou-se, entretanto, desenvolvimento um pouco inferior das plantas sob plantio direto (PD) em relação ao plantio convencional (PC), ou seja, a altura média das plantas, respectivamente, para o PD e para o PC foi de 105,0 cm e 106,7 cm (Tabelas 12 e 13). A cultivar Bonança exibiu um dos menores portes, 91,1 cm no PD e 93,6 cm no PC, enquanto que a Caiapó foi a mais alta, com 122,3 cm e 127,9 cm, respectivamente nos dois sistemas. Quanto ao acamamento, nota-se que este foi mais pronunciado do que no ano anterior, onde as cultivares mais altas receberam maiores notas visuais, como a Caiapó, com notas 2,0 e 5,5 e a Primavera com notas 4,0 e 4,8, respectivamente, para o PD e para o PC. Pelos dados de floração, percebe-se também um atraso no ciclo das plantas em PD quando comparadas ao PC (médias de 93,6 dias e 88,5 dias para florescimento, respectivamente). À semelhança do ano anterior, houve uma tendência de maior incidência de doenças no PC (médias de 1,0; 2,9 e 3,0, respectivamente, para brusone nas panículas, mancha parda e escaldadura nas folhas), do que no PD (médias de 1,0; 1,3 e 1,2, para as mesmas doenças, respectivamente).

Devido ao maior desenvolvimento das plantas em 1999/2000, as produtividades de grãos foram melhores do que no ano anterior, com médias no PD de 6585 kg.ha<sup>-1</sup>, contra 4331 kg.ha<sup>-1</sup> em 1998/99 e no PC de 6764 kg.ha<sup>-1</sup>, contra 4059 kg.ha<sup>-1</sup> do ano anterior. Observando as outras características das cultivares de pior desempenho produtivo (Tabelas 12 e 13), nota-se que, em cinco delas, sob PD (CNA 8711, CNAs 8810, Primavera, CNA 8823 e CNAs 8822) e, em seis sob PC (CNA 8711, CNAs 8962, CNAs 8807, CNAs 8822,

**TABELA 12. Médias de produtividade de grãos (Prod), altura de plantas (Alt), acamamento (AC) e incidência de doenças: brusone na panicula (BP), mancha parda (MP) e escaldadura da folha (ESC) obtidas do ensaio conduzido sob plantio direto (PD), em 1999/2000. Fazenda Santa Fé, Santa Helena de Goiás, GO.**

Cultivar	Prod (kg.ha <sup>-1</sup> )	Alt (cm)	Flo (dias)	AC (1-9)	BP (1-9)	MP (1-9)	ESC (1-9)
CNAs 8812	7896 a	104,5 c	98,8	1,0	1,0	1,8	1,8
CNA 8557	7643 a	108,9 b	100,8	1,3	1,0	1,5	1,0
Maravilha	7421 a	107,9 b	103,5	1,0	1,0	1,3	1,0
Caiapó	7419 a	122,3 a	97,5	2,0	1,0	1,0	1,0
CNA 8436	7367 a	101,5 c	93,0	1,0	1,0	1,0	1,0
CNAs 8983	7313 a	98,4 c	91,8	1,0	1,0	1,5	1,5
CNAs 8824	7254 a	102,3 c	92,3	1,3	1,0	1,3	1,0
CNA 8540	7228 a	97,8 c	94,5	1,5	1,0	1,0	1,0
Canastra	7095 a	111,7 b	97,3	1,5	1,0	1,3	1,0
Carisma	7051 a	101,1 c	93,8	1,0	1,0	1,0	1,0
CNA 8536	6846 a	93,6 d	95,0	1,0	1,0	1,0	1,3
CNA 8541	6777 a	99,8 c	93,5	1,3	1,0	1,3	1,0
CNA 8542	6652 a	90,0 d	92,8	1,0	1,0	1,0	1,0
CNAs 8818	6644 a	105,3 c	87,3	1,0	1,0	2,0	1,5
CNAs 8807	6560 a	121,6 a	97,3	1,8	1,0	1,8	1,5
CNAs 8817	6476 a	107,2 b	90,3	1,5	1,0	1,0	1,5
CNAs 8962	6285 b	111,0 b	91,5	1,5	1,0	1,3	1,0
Bonança	6108 b	91,1 d	91,8	1,0	1,0	1,0	1,3
CNA 8704	6096 b	106,4 b	105,5	1,0	1,0	1,0	1,0
CNA 8711	5988 b	114,1 b	91,8	2,5	1,0	1,0	1,0
CNAs 8810	5868 b	103,5 c	91,0	2,0	1,0	1,0	1,8
Primavera	5711 b	99,1 c	85,5	4,0	1,0	1,0	1,0
CNAs 8823	5152 b	109,3 b	93,0	2,5	1,0	1,5	1,5
CNAs 8822	5127 b	111,6 b	86,0	3,8	1,0	1,5	1,3
CNAs 8814	4641 b	102,6 c	85,3	1,0	1,0	1,3	1,0
<b>Média</b>	<b>6585</b>	<b>105,0</b>	<b>93,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5% de probabilidade.

AC: 1-ausência de plantas acamadas; 9-todas as plantas acamadas.

BP: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

MP: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

ESC: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

**TABELA 13.** Médias de produtividade de grãos (Prod), altura de plantas (Alt), floração (Flo), acamamento (AC) e incidência de doenças: brusone na panícula (BP), mancha parda (MP) e escaldadura da folha (ESC), obtidas do ensaio conduzido sob plantio convencional (PC), em 1999/2000. Fazenda Santa Fé, Santa Helena de Goiás, GO.

Cultivar	Prod (kg.ha <sup>-1</sup> )	Alt (cm)	Flo (dias)	AC (1-9)	BP (1-9)	MP (1-9)	ESC (1-9)
CNA 8557	8875 a	113,1 b	94,0	1,5	1,0	2,8	3,3
CNAs 8812	7924 a	105,4 c	92,5	1,0	1,0	3,0	3,0
Maravilha	7692 a	120,9 a	101,0	1,0	1,0	2,3	2,3
CNAs 8983	7525 b	96,6 d	86,5	1,0	1,0	3,3	3,0
Caiapó	7515 b	127,9 a	97,3	5,5	1,0	1,0	2,0
CNAs 8817	7267 b	109,4 c	84,8	2,8	1,0	2,0	2,5
Carisma	7241 b	106,6 c	89,5	1,5	1,0	2,3	2,8
CNA 8542	7197 b	97,5 d	89,5	1,0	1,0	2,5	2,3
CNA 8541	7144 b	108,5 c	90,3	2,3	1,0	2,3	2,8
Primavera	7013 b	106,8 c	80,0	4,8	1,0	2,3	2,0
CNA 8540	7006 b	93,9 d	88,8	1,0	1,0	3,3	2,0
CNA 8536	6989 b	97,4 d	87,8	1,0	1,0	3,0	3,3
CNA 8436	6914 b	101,6 c	90,3	1,0	1,0	1,5	2,0
Canastra	6844 b	111,3 c	94,0	1,8	1,0	3,3	5,0
CNA 8704	6824 b	108,6 c	102,0	1,0	1,0	2,5	3,0
CNAs 8810	6756 b	102,6 c	88,3	1,3	1,0	2,3	2,8
CNAs 8824	6612 b	99,8 d	86,3	1,5	1,0	4,5	2,3
CNA 8711	6261 c	123,6 a	82,5	2,3	1,0	3,5	2,5
Bonança	6178 c	93,6 d	87,3	1,0	1,0	3,8	4,8
CNAs 8962	6018 c	103,2 c	84,0	2,5	1,0	2,3	2,5
CNAs 8807	6008 c	118,9 b	87,5	2,5	1,0	3,5	4,0
CNAs 8822	5869 c	103,1 c	79,5	3,5	1,0	4,0	3,5
CNAs 8823	5361 d	106,3 c	83,8	2,3	1,0	4,5	3,8
CNAs 8818	5301 d	106,1 c	82,8	2,2	1,0	3,8	4,3
CNAs 8814	4758 d	103,9 c	81,5	1,5	1,0	2,8	2,5
Média	6764	106,7	88,5	1,9	1,0	2,9	3,0

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5% de probabilidade.

AC: 1-ausência de plantas acamadas; 9-todas as plantas acamadas.

BP: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

MP: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

ESC: 1-menos de 5% de infecção; 9- mais que 50% de infecção.

CNAs 8823 e CNAs 8818), as notas de acamamento ficaram acima da média dos respectivos experimentos, sugerindo que alto índice de acamamento resulta em menor produtividade de grãos. Resultado semelhante foi observado para doenças, onde maiores incidências de mancha parda e escaldadura estão associadas a menores produtividade de grãos.

#### 4.2.2 Produtividade de grãos: plantio direto *versus* convencional

A análise de variância para produtividade de grãos, envolvendo os dois sistemas de cultivo é apresentada na Tabela 14. Esta tabela mostra, pelo teste de F, que não houve diferença significativa para sistemas de plantio, ou seja, o PC foi semelhante ao PD. Diferença estatística foi verificada, como no ano anterior, para cultivares, indicando que algumas tiveram melhor desempenho que outras. Não houve, porém, interação entre cultivares e sistemas de plantio, logo, cada cultivar mostrou, em média, o mesmo comportamento em plantio direto e no convencional.

**TABELA 14.** Análise de variância para produtividade de grãos, envolvendo sistemas de plantio e cultivares de arroz de terras altas. Santa Helena de Goiás, GO, 1999/2000.

FV	GL	QM/1000	F
Blocos / Sistemas	6	3195,337	5,21**
Sistemas(s)	1	1599,187	2,61
Cultivares(c)	24	5368,212	8,75**
s x c	24	714,192	1,16
Erro médio	144	613,575	-

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

As médias de produtividade de grãos obtidas nos sistemas de PD e PC, bem como a diferenciação entre elas pelo teste de Scott & Knott, são apresentadas na Tabela 15. Como já referido na análise de variância, não houve diferença estatística entre as médias nos sistemas de PD (6585 kg.ha<sup>-1</sup>) e PC (6764 kg.ha<sup>-1</sup>), ao contrário do ano agrícola anterior. Cinco genótipos destacaram-se na média geral dos dois sistemas, sendo estatisticamente iguais entre si, mas superiores aos demais. Dois destes, são cultivares bastante plantadas pelos produtores da região (Maravilha e Caiapó) e três são materiais promissores, em fase final de avaliação pela pesquisa (CNA 8557, CNAs 8812 e CNAs 8983).

Os coeficientes de variação obtidos foram de 11,89% para o PD e de 11,58% para o PC, sendo bastante inferiores aos do ano anterior (15,18% e 19,75%, respectivamente). Essa maior precisão experimental possibilitou uma melhor discriminação das cultivares testadas quanto à produtividade de grãos (Tabela 15).



TABELA 15. Valores médios para produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) das cultivares de arroz de terras altas e resumo das análises de variância dos sistemas de Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC). Santa Helena de Goiás, GO, 1999/2000.

Cultivar	Sistema		Média
	PD	PC	
CNA 8557	7643 a	8875 a	8259 a
CNAs 8812	7896 a	7924 a	7910 a
Maravilha	7421 a	7692 a	7556 a
Caiapó	7419 a	7515 b	7467 a
CNAs 8983	7313 a	7525 b	7419 a
Carisma	7051 a	7241 b	7146 b
CNA 8436	7367 a	6914 b	7140 b
CNA 8540	7228 a	7006 b	7117 b
Canastra	7095 a	6844 b	6969 b
CNA 8541	6777 a	7144 b	6961 b
CNAs 8824	7254 a	6612 b	6933 b
CNA 8542	6652 a	7197 b	6924 b
CNA 8536	6846 a	6989 b	6917 b
CNAs 8817	6476 a	7267 b	6872 b
CNA 8704	6096 b	6824 b	6460 c
Primavera	5711 b	7013 b	6362 c
CNAs 8810	5868 b	6756 b	6312 c
CNAs 8807	6560 a	6008 c	6284 c
CNAs 8962	6285 b	6018 c	6152 c
Bonança	6108 b	6178 c	6143 c
CNA 8711	5988 b	6261 c	6124 c
CNAs 8818	6644 a	5301 d	5972 c
CNAs 8822	5127 b	5869 c	5498 d
CNAs 8823	5152 b	5361 d	5256 d
CNAs 8814	4641 b	4758 d	4699 d
Média	6585 A	6764 A	6674
CV(%)	11,89	11,58	11,74
QMC/1000 <sup>1</sup>	2831,13*	3251,27**	5368,21**
QMS/1000 <sup>2</sup>	-	-	1599,19

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

\*,\*\* - Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, pelo teste de F, respectivamente.

<sup>1</sup> QMC: quadrado médio de cultivares

<sup>2</sup> QMS: quadrado médio de sistemas

#### 4.2.3 Distribuição de raízes no perfil do solo sob plantio direto e convencional

A distribuição das raízes no perfil do solo, com base na matéria seca produzida por oito cultivares, é apresentada na Tabela 16. Apesar de não se ter feito comparação estatística, nota-se que as cultivares são distintas nesta característica, exibindo variabilidade na distribuição das raízes no perfil do solo. Analisando-se os dois sistemas de plantio, constata-se que, sob condições de desenvolvimento radicular, teoricamente mais favoráveis, ou seja, no preparo convencional, algumas apresentaram maiores percentuais relativos de raízes, em profundidades acima de 40 cm, como a CNA 8542, a Maravilha e a CNA 8540 (7,6%, 8,5% e 13,6%, respectivamente) do que outras, como a CNA 8557 e a Canastra (4,9% e 3,7%, respectivamente). Para uma mesma cultivar nos dois sistemas de cultivo, detecta-se uma tendência de concentração de raízes mais superficialmente sob plantio direto, apresentando menores percentuais nas profundidades acima de 40 cm, como no caso da CNA 8542 (6,0%) e da Maravilha (5,9%), contra 7,6% e 8,5%, respectivamente, para as mesmas cultivares, no plantio convencional.

TABELA 16. Distribuição de raízes de algumas cultivares de arroz de sequeiro, em função do sistema de cultivo adotado<sup>1</sup>. Fazenda Santa Fé, Santa Helena de Goiás, GO, ano agrícola 1999/2000.

Cultivares	Prof. do perfil (cm)	Mat. seca raiz no PC		Mat. seca raiz no PD	
		(g)	(%)	(g)	(%)
CNA 8542	0-10	0,53	52,8	0,53	60,3
	10-20	0,25	24,3	0,21	23,3
	20-40	0,16	15,8	0,09	10,3
	40-60	0,08	7,6	0,05	6,0
	Total	1,01		0,88	
Maravilha	0-10	0,86	66,9	0,90	72,2
	10-20	0,17	13,3	0,14	11,5
	20-40	0,15	11,3	0,13	10,1
	40-60	0,11	8,5	0,07	5,9
	Total	1,29		1,24	
CNA 8540	0-10	0,51	49,4	-	-
	10-20	0,22	21,7	-	-
	20-40	0,16	15,4	-	-
	40-60	0,14	13,6	-	-
	Total	1,03			
CNA 8557	0-10	0,65	57,7	-	-
	10-20	0,22	19,7	-	-
	20-40	0,19	17,4	-	-
	40-60	0,06	4,9	-	-
	Total	1,12			
CNAs8810	0-10	0,48	55,5	-	-
	10-20	0,24	27,1	-	-
	20-40	0,10	11,5	-	-
	40-60	0,06	6,3	-	-
	Total	0,87			
Canastra	0-10	0,97	63,3	-	-
	10-20	0,31	20,3	-	-
	20-40	0,19	12,5	-	-
	40-60	0,06	3,7	-	-
	Total	1,53			
CNA 8704	0-10	-	-	0,38	50,3
	10-20	-	-	0,21	28,4
	20-40	-	-	0,12	15,9
	40-60	-	-	0,04	5,9
	Total			0,75	
CNA 8536	0-10	-	-	0,45	62,4
	10-20	-	-	0,13	18,4
	20-40	-	-	0,10	13,5
	40-60	-	-	0,04	5,9
	Total			0,72	

<sup>1</sup>Seis subamostras por amostra para CNA 8542, Maravilha, CNA 8704 e CNA 8536; duas subamostras por amostra para CNA 8540, CNA 8557, CNAs 8810 e Canastra.

### **4.3 Anos agrícolas 1998/99 e 1999/2000**

#### **4.3.1 Análise conjunta para produtividade de grãos**

Conforme comentado anteriormente, no ano agrícola 1999/2000, algumas cultivares foram descartadas e substituídas por outras, de forma que apenas os 14 materiais comuns puderam ser utilizados na análise conjunta envolvendo anos, sistemas e cultivares.

A análise de variância conjunta para produtividade de grãos, das cultivares comuns aos dois anos agrícolas (1998/99 e 1999/2000), é apresentada na Tabela 17. Estes resultados mostram, pela significância do teste de F, que a produtividade de grãos foi superior em um dos anos avaliados. Os sistemas de plantio não diferiram estatisticamente entre si, ou seja, apresentaram produtividades médias semelhantes. Por outro lado, efeito altamente significativo foi detectado para cultivares, indicando que elas não possuem comportamento similar, ou seja, têm potenciais de produção de grãos diferentes. Com relação às interações foram constatados efeitos altamente significativos para ano x sistema e ano x cultivar, cujos desdobramentos serão comentados posteriormente. Não se detectou, porém, interações significativas para sistema x cultivar e nem para ano x sistema x cultivar, revelando que as 14 cultivares tiveram desempenhos semelhantes nos dois sistemas de plantio, nos dois anos de avaliação.

**TABELA 17.** Análise de variância conjunta para produtividade de grãos, envolvendo dois anos de avaliação, dois sistemas de plantio e cultivares de arroz de terras altas. Santa Helena de Goiás, GO.

FV	GL	QM/1000	F
Blocos / (Sistemas / Anos)	12	1228,361	1,97**
Ano (a)	1	414702,173	666,40**
Sistema(s)	1	0,261	0,0004
cultivar(c)	13	3800,265	6,11**
a x s	1	5183,203	8,33**
a x c	13	1847,129	2,97**
s x c	13	830,224	1,33
a x s x c	13	659,504	1,06
Erro médio	156	622,306	-

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F

A Tabela 18 mostra as produtividades médias de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) alcançadas pelas 14 cultivares envolvidas na análise conjunta dos dois anos, nos dois sistemas de plantio. Como se observa, nove desses genótipos foram estatisticamente semelhantes entre si, mas superiores aos demais, na média geral, envolvendo anos e sistemas. Dentre eles, destacam-se quatro cultivares bastante plantadas na região (Caiapó, Canastra, Maravilha e Carisma). Por outro lado, as cultivares Bonança e Primavera apresentaram fraco desempenho comparativo aos demais materiais, ocupando as últimas posições no ranking.

Verifica-se também pela Tabela 18 que as produtividades médias nos dois sistemas de plantio foram praticamente iguais ( $5606$  e  $5608 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), sugerindo que, para as condições do teste, o PD foi muito semelhante ao PC. Como destaque individual, pode-se citar a CNA 8557, tanto em plantio direto quanto no convencional, sendo que nesse último atingiu média de quase  $7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , superando estatisticamente os demais materiais. Especificamente, no plantio direto, além da CNA 8557, destacaram-se ainda oito cultivares que foram

estatisticamente semelhantes a ela, com médias de produtividades muito boas, acima de 5600 kg.ha<sup>-1</sup>.

Pelos resultados obtidos, fica evidente que há um grande número de cultivares disponibilizadas para os agricultores para uso tanto no sistema convencional, quanto no plantio direto.

Os coeficientes de variação variaram de 11,88% a 20,82%, com maior valor médio para o PC (16,36%) em relação ao PD (13,03%) (Tabela 18).

**TABELA 18.** Valores médios para produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) de arroz de terras altas, envolvendo os dois anos agrícolas e os dois sistemas de plantio (PD e PC). Fazenda Santa Fé, Santa Helena de Goiás, GO.

Cultivar	1998/99		1999/2000		Média		MÉDIA GERAL
	PD	PC	PD	PC	PD	PC	
CNA 8557	4661 a	4794 a	7643 a	8875 a	6152 a	6834 a	6493 a
Caiapó	4274 a	4646 a	7419 a	7515 b	5847 a	6080 b	5963 a
Canastra	4950 a	4761 a	7095 a	6844 b	6023 a	5802 b	5912 a
CNA 8540	4566 a	4754 a	7228 a	7006 b	5897 a	5880 b	5889 a
Maravilha	5051 a	3332 b	7421 a	7692 a	6236 a	5512 c	5874 a
Carisma	4687 a	4245 a	7051 a	7241 b	5869 a	5743 b	5806 a
CNA 8436	4347 a	4370 a	7367 a	6914 b	5857 a	5642 b	5749 a
CNA 8704	5647 a	4320 a	6096 b	6824 b	5871 a	5572 c	5722 a
CNA 8541	4498 a	4426 a	6777 a	7144 b	5638 a	5785 b	5711 a
CNA 8536	3769 b	3763 b	6846 a	6989 b	5307 b	5376 c	5342 b
CNA 8711	4640 a	4351 a	5988 b	6261 c	5314 b	5306 c	5310 b
CNA 8542	3750 b	3265 b	6652 a	7197 b	5201 b	5231 c	5216 b
Bonança	4386 a	3174 b	6108 b	6178 c	5247 b	4676 c	4962 b
Primavera	2338 c	3134 b	5711 b	7013 b	4025 c	5073 c	4549 c
Média	4397	4095	6814	7121	5606	5608	5607
CV%	14,18	20,82	11,88	11,91	13,03	16,36	14,70

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.3.2 Interação ano x sistema

Como a interação ano x sistema foi estatisticamente significativa, procedeu-se o desdobramento das médias, envolvendo esses componentes (Tabela 19). Em 1998/99, as produtividades médias de grãos foram estatisticamente semelhantes para os dois sistemas de cultivo, o que não ocorreu em 1999/2000, onde o PC (7121 kg.ha<sup>-1</sup>) foi superior ao PD (6814 kg.ha<sup>-1</sup>). Todavia, considerando-se os dois anos agrícolas, os referidos sistemas de plantio foram semelhantes. Independentemente do sistema de cultivo, o ano de 1999/2000 foi mais favorável à produção de grãos (6968 kg.ha<sup>-1</sup>) do que o de 1998/99 (4246 kg.ha<sup>-1</sup>).

TABELA 19. Valores médios para produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) de cultivares de arroz de terras altas, por sistema de plantio dentro de ano agrícola. Santa Helena de Goiás, GO.

SISTEMA	1998/99	1999/2000	MÉDIA
PD	4397 a B	6814 b A	5606 a
PC	4095 a B	7121 a A	5608 a
MÉDIA	4246 B	6968 A	5607

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.3.3 Interação ano x cultivar

Pela Tabela 20, nota-se que a interação cultivar x ano foi significativa, ou seja, nem todas as cultivares testadas tiveram comportamento similar nos dois anos agrícolas. Algumas delas, como a CNA 8557, a Caiapó e a Maravilha, comportaram-se de modo semelhante nos dois anos agrícolas, recebendo a letra a na análise estatística. A CNA 8704 e a CNA 8711, por outro lado,

apresentaram interação genótipo x ambiente, indicando baixa estabilidade de comportamento. A cultivar Primavera, embora tendo sido a menos produtiva, mostrou ser estável, com baixo desempenho nos dois anos agrícolas.

De um modo geral, pode-se afirmar que a maioria dos materiais testados possuem estabilidade média de comportamento, uma vez que as produtividades de grãos foram relativamente coerentes nos dois anos agrícolas.

**TABELA 20.** Produtividades médias de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) das 14 cultivares comuns aos dois anos agrícolas (1998/99 e 1999/2000), nos dois sistemas de plantio (direto e convencional) oriundas do desdobramento da interação cultivares x anos. Santa Helena de Goiás, GO.

Cultivar	Ano agrícola		Média
	1998/99	1999/2000	
CNA 8557	4727 a	8259 a	6493 a
Caiapó	4460 a	7467 a	5963 a
Canastra	4855 a	6969 b	5912 a
CNA 8540	4660 a	7117 b	5889 a
Maravilha	4192 a	7556 a	5874 a
Carisma	4466 a	7146 b	5806 a
CNA 8436	4358 a	7140 b	5749 a
CNA 8704	4983 a	6460 c	5722 a
CNA 8541	4462 a	6961 b	5711 a
CNA 8536	3766 b	6917 b	5342 b
CNA 8711	4495 a	6124 c	5310 b
CNA 8542	3507 b	6924 b	5216 b
Bonança	3780 b	6143 c	4962 b
Primavera	2736 c	6362 c	4549 c
Média	4246 B	6968 A	5607

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott & Knott, ao nível de 5% de probabilidade.



## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 *Produtividade de grãos*

A alta produtividade de grãos alcançada pelas cultivares em teste é um fato que merece destaque. A média geral de 5607 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 19) confirma o alto potencial das atuais cultivares de arroz de terras altas como foi relatado por Pinheiro (1999). Além de muito produtivos, os genótipos avaliados assemelharam-se muito nesta característica, ou seja, em média, a variação de produtividade de grãos entre eles foi relativamente pequena. Essa similaridade de produtividade, aliás já era esperada, por se tratar de materiais elites de arroz de terras altas, aprovados previamente em testes rigorosos de competição de cultivares para a região. Conseqüentemente, esse comportamento semelhante gerou dificuldades para uma melhor discriminação entre as cultivares, exigindo, para isso, uma maior precisão experimental, ou seja, coeficientes de variação menores que os observados (que foram de 11,58% a 19,75%), normalmente difíceis de serem conseguidos, em condições de campo. Todavia, foi possível identificar algumas cultivares superiores, as quais já estão disponíveis para os agricultores, tanto para o plantio convencional quanto para o direto.

É importante ressaltar que, além do alto potencial genético das cultivares, as boas condições experimentais oferecidas contribuíram para as altas produtividades obtidas, principalmente no caso das parcelas de PD que foram implantadas em área do sistema já estabilizado, em uso contínuo há 14 anos na propriedade, diferente, portanto, de uma situação de iniciação. Balbino e Oliveira (1992) destacam essa importância da estabilização do sistema para obtenção de maiores rendimentos das culturas em preparos de solo com menor mobilização. Estas boas condições, muitas vezes, podem não representar a

realidade, porém, imagina-se que sejam as necessárias para aprovação e estabelecimento efetivo do plantio direto de arroz de sequeiro nos cerrados.

A grande similaridade de comportamento das cultivares observada nos dois sistemas de cultivo, indica que o PD é uma tecnologia viável para o arroz de terras altas, em condições semelhantes às que foram realizados os experimentos de campo. Apenas na safra 1998/99, houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas, com vantagem para o PD (Tabela 11), podendo isto ser atribuído à melhor conservação da umidade no perfil do solo sob PD (mesmo possuindo pouca palhada de cobertura) do que o PC, uma vez que nesse ano a precipitação pluvial foi menor e mal distribuída (Tabela 4).

O bom desempenho do PD certamente foi devido também à ausência dos problemas limitantes à cultura do arroz apontados por Séguéy e Bouzinac (1992a) e Kluthcouski (1998), os quais não foram evidenciados, tais como, presença de camadas compactadas e adensamento superficial.

A inexistência de interação cultivar x sistema de plantio, conforme foi constatado em todas as análises de variância, é um aspecto positivo, indicando que, na prática, os materiais superiores identificados podem ser recomendados tanto para PC quanto para PD.

Em 1999/2000, as cultivares foram, na média, estatisticamente mais produtivas do que no ano anterior (Tabela 19). Isso, certamente, foi em consequência dos ajustes feitos visando melhorar o estande de plantas das parcelas, tais como, uso de maior densidade de sementes no plantio, maior pressão de compactação pós-semeio na linha e uso de adubação de plantio. Além disso, foi um ano mais chuvoso e de melhor distribuição das chuvas ao longo do ciclo da cultura. Assim, nesse ano, em virtude do bom estande e da boa umidade do solo, as plantas expressaram melhor os seus potenciais de produção de grãos, onde a produtividade média alcançou  $6.674 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e a mínima,  $4.641 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Tabela 15).

Uma considerável variação de produtividade de grãos é relatada na literatura para o arroz de sequeiro em plantio direto, havendo superioridade, semelhança e inferioridade deste, em relação aos outros sistemas (Kluthcouski, 1998 e Zaffaroni et al., 1991). Ogunremi, Lal e Babalola (1986) e Ribeiro (2000) atribuem esse comportamento a diversas influências das condições dos locais dos testes, citando como variantes mais comuns: as oscilações climáticas, presença de plantas daninhas, pragas e doenças.

Os resultados do plantio direto observados neste trabalho, tais como, superioridade no ano de 1998/99 e similaridade no ano de 1999/2000, em relação ao convencional (Tabelas 11 e 15), podem ser explicados, provavelmente, pela semelhança das condições experimentais nos dois sistemas, podendo o perfil do solo de plantio direto ter sido tão favorável ao desenvolvimento das plantas, quanto o de preparo convencional.

Resultados de pesquisa, nas condições de cerrado, que acusam bom desempenho do plantio direto de arroz de sequeiro no Brasil (como os que foram obtidos neste trabalho) são escassos, limitando-se aos trabalhos de Silveira, Zimmerman e Amaral (1997) e de Séguy et al. (1999). A maioria demonstra, portanto, rendimentos inferiores a sistemas convencionais, como os obtidos por Séguy e Bouzinac (1992a); Bouzinac e Séguy (1995); Kluthcouski (1998); Santos, Silva e Ferreira (1997) e Stone, Santos e Steinmetz (1980). Isto pode ser devido a problemas contidos no perfil de solo, aos quais a cultura do arroz tem se mostrado bastante sensível quando utiliza-se o plantio direto.

## **5.2 *Floração (ciclo)***

Em 1998/99, não se procedeu avaliação de floração dos materiais como estava previsto, devido a irregularidades na emergência das plantas, principalmente no plantio direto, provocadas pelo déficit hídrico após a

semeadura, que foi feita em solo úmido. Desta forma, as parcelas experimentais apresentavam desuniformidade de floração, inviabilizando a sua avaliação. Portanto, os dados de floração foram tomados apenas em 1999/2000.

O predomínio de ciclo médio nas atuais cultivares de arroz de terras altas (floração média de 93,6 dias em PD e 88,5 em PC – Tabelas 12 e 13) é uma constatação revelada nos resultados dos ensaios. Sendo assim, comparativamente, o cultivo desses materiais sob PD pode ser mais vantajoso que sob PC, uma vez que na região dos cerrados é muito freqüente a ocorrência de veranicos, que poderão ser muito danosos a cultivares de ciclo médio/tardio nas condições de PC, onde, teoricamente, a umidade do solo é mantida por período mais curto do que o PD.

Constatou-se um atraso no desenvolvimento das plantas, desde os primeiros dias no cultivo sob plantio direto, o qual permaneceu por toda a fase vegetativa, sendo comprovado nas leituras de floração, tomando as plantas mais tardias em relação ao preparo de solo convencional. Este atraso no ciclo foi observado também por Olofintoye e Mabbayad (1980), Olofintoye (1989) e por Gassen e Gassen (1996) que apontam como causa a menor velocidade de germinação e de crescimento inicial das plantas sob PD. A germinação mais lenta, possivelmente foi devido à menor temperatura do solo neste ambiente, provocando o metabolismo mais lento do que sob PC. No caso do crescimento lento inicial sob PD, pode-se atribuir à alta relação carbono/nitrogênio (C/N) da cobertura morta existente, predominantemente formada de gramíneas, promovendo a imobilização de nitrogênio e indisponibilizando-o para as plantas, o que é corroborado por trabalhos de Ogunremi, Lal e Babalola (1986). Como esse efeito já era esperado, tentou-se evitá-lo, antecipando a primeira cobertura com nitrogênio, para 15 dias após a emergência, o que normalmente é feito aos 40 dias. Porém, não se obteve sucesso, ou seja, não foi evitada a imobilização de

nitrogênio pelos microrganismos decompositores da palhada e as plantas, com sintomas de deficiência, desenvolveram-se menos.

Embora se tenha notado que próximo à floração ocorreu uma aceleração no desenvolvimento das plantas, visualmente, quase se igualando ao PC, fato também relatado por Ogunremi, Lal e Babalola (1986), ainda assim, confirmou-se um atraso médio no florescimento de cinco dias no PD, como já mencionado.

Apesar do alongamento do ciclo ser um aspecto relativamente negativo do PD, isso, porém, não afetou a produtividade de grãos.

### **5.3 *Altura de plantas***

Nas avaliações de altura de plantas constatou-se um menor porte médio de plantas no cultivo sob PD, indicando que o PC foi mais favorável ao crescimento das plantas. Resultados similares foram obtidos por Cox et al. (1990). Para estes autores, o preparo do solo aumenta a taxa de fotossíntese e o desenvolvimento da cultura. Ou seja, sob PD há diminuição da temperatura do solo, das taxas de trocas de CO<sub>2</sub> e conseqüentemente ocorre redução do crescimento das plantas.

Em arroz irrigado, Yoshii, Murakami e Horiuchi (1996) constataram atraso no crescimento das plantas, no início do desenvolvimento, porém estas tomaram-se vigorosas nos estádios intermediários. Nos estádios vegetativos finais superaram aquelas dos sistemas de preparo convencional, inclusive na produtividade de grãos. Para arroz de sequeiro, Olofintoye e Mabbayad (1980); Ogunremi, Lal e Babalola (1986) e Olofintoye (1989) fizeram relatos idênticos a estes, para o desenvolvimento das plantas sob PD, porém sempre resultou em redução na produção de grãos em comparação com o plantio convencional.

#### **5.4 Doenças**

As principais doenças do arroz (brusone da panícula, mancha parda, mancha de grãos e escaldadura na folha) não causaram maiores danos aos experimentos desse trabalho, se bem que uma condição de alta pressão de inóculo seria ideal para se testar os materiais e permitir uma boa discriminação do nível de resistência de cada um, ou ainda, avaliar a interferência dos sistemas de plantio na incidência de doenças.

Apesar da baixa intensidade de ataque, verificou-se tendência de maior incidência nas parcelas sob o sistema convencional do que sob plantio direto, tanto no primeiro (Tabelas 8 e 9), quanto no segundo ano de avaliação (Tabelas 12 e 13).

A maior incidência de doenças no PC está em desacordo com o que se tem relatado na literatura, onde o sistema de PD mais favorece do que inibe o ataque de doenças, chegando mesmo a limitar o rendimento das culturas no caso da região sul do Brasil (Reis, 1999; Costamilan, 1999).

Diante dos resultados obtidos, apresentam-se a seguir algumas hipóteses para explicar o fato, que precisam, no entanto, serem confirmadas por futuras pesquisas: (a) o sistema de PC teria destruído o equilíbrio biológico do perfil de solo equilibrado, construído há 14 anos sob PD; (b) devido ao ambiente do solo, sob PD, geralmente apresentar temperaturas mais baixas que no PC, poderia ter resultado em menor desenvolvimento de fungos e conseqüentemente menor ataque das referidas doenças; (c) sob PC, as plantas ficam mais expostas ao estresse, devido as oscilações rápidas de temperatura e umidade do perfil do solo, tornando-as mais suscetíveis ao ataque de doenças; (d) as plantas no PC têm mais nitrogênio disponível, com isso, ocorre maior desenvolvimento vegetativo e suas folhas ficam mais tenras, favorecendo a penetração de fungos e

ataque de doenças; e (e) a baixa umidade do solo (mais rapidamente atingida no PC) aumenta a suscetibilidade das plantas às doenças.

As três últimas hipóteses encontram respaldo em Prabhu, Filippi e Ribeiro (1999), os quais afirmam que temperaturas entre 20 e 25 °C (com maiores frequências no perfil sob PC) favorecem a germinação de esporos de fungos. Quanto ao nitrogênio, os autores afirmam que a maior disponibilidade deste (no caso do PC) favorece o ataque, principalmente de doenças foliares.

### **5.5 *Distribuição de raízes no perfil do solo***

Comparando-se os totais de matéria seca das raízes, produzidas pelas cultivares avaliadas, verifica-se uma tendência de menores quantidades sob plantio direto e maiores sob plantio convencional, com exceção da cultivar Maravilha que apresentou boa quantidade nos dois sistemas (Tabela 16). Estes resultados estão em concordância com Stone e Moreira (1998). Por outro lado, Kluthcouski (1998) não encontrou diferença significativa na distribuição de raízes de arroz de sequeiro, para as mesmas profundidades, usando sistemas de plantio convencionais e direto.

O bom desenvolvimento do sistema radicular da cultivar Maravilha, nos dois sistemas de cultivo, em comparação com outras cultivares, sugere que há variabilidade genética para esta característica. Sendo assim, é evidente que alguns materiais são mais adequados ao PD do que outros. Todavia, embora alguns cultivares tenham apresentado sistema radicular menos profundo no PD, em relação ao PC, elas mostraram o mesmo potencial de produtividade nos dois sistemas. Esse menor aprofundamento do sistema radicular pode ter sido compensado pela maior conservação da umidade no PD, ou ainda, a deficiência hídrica não foi suficientemente alta para afetar as plantas sob PD.

## **5.6 Dificuldades da experimentação agrícola no plantio direto**

A semeadura mecanizada, usando-se várias cultivares diferentes, seqüencialmente no campo, em parcelas pequenas e ainda praticando o plantio direto, é um dos maiores desafios enfrentados para a realização de pesquisa dessa natureza. Para solucionar essas dificuldades, foi preciso adaptar uma semeadora normal de plantio direto, o que foi feito pelos técnicos da Embrapa Arroz e Feijão. Anteriormente, em experimentos como este, por mais que se tentasse executar o plantio direto manualmente, não se conseguia reproduzir o que a máquina de plantio direto realiza, logo os resultados não eram representativos.

Dentre os problemas que ocorreram na condução dos experimentos, o principal foi o baixo estande de plantas obtido nas parcelas sob plantio direto. Vale ressaltar que, por causa disso, foram perdidos dois outros experimentos, constituintes desse trabalho, implantados em Goiânia (GO), também nos anos agrícolas 1998/99 e 1999/2000, os quais objetivavam uma avaliação mais completa das cultivares, incluindo locais diferentes.

Além do baixo estande de plantas, outros problemas que ocorreram nos experimentos de Goiânia foram fitotoxidez ao herbicida trifluralin, utilizado como pré-emergente e ataques severos de pragas (cochonilha, pulgão da raiz e cupins), na fase inicial de desenvolvimento da cultura. Todos esses fatores concorreram para reduzir ainda mais o estande de plantas, inviabilizando as avaliações. Quanto aos experimentos conduzidos em Santa Helena de Goiás, também houve redução de estande de plantas no plantio direto, porém, em pequenas proporções e, sobretudo, havia homogeneidade das parcelas no campo.



## **6 CONCLUSÕES**

- **Em condições semelhantes as desse trabalho, o sistema de plantio direto é viável para a cultura do arroz de terras altas;**
- **As cultivares avaliadas comportam-se de modo semelhante no sistema de plantio direto e convencional;**
- **Cultivar não é fator limitante para cultivo do arroz de terras altas sob plantio direto; e**
- **Sob plantio direto, as plantas tendem a reduzir a altura, alongar o ciclo e diminuir a incidência de doenças fúngicas, nas condições deste experimento.**

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2001. Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. Arroz. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio. out. 2000. p.183-193.
- ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.2, p.221-236, fev. 1991.
- ANDREANI, D. B. Plantio direto no cerrado. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n.77, p.5-6, mar. 1997.
- AZEVEDO, L. A. Fungos x arroz. *Cultivar*, Pelotas, v.2, n.13, p.40-41, fev. 2000.
- BALBINO, L. C. Sistema plantio direto. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. *Anais... Goiânia: EMBRAPA-CNPAF/APA*, 1997. v.2, p.219-228 (EMBRAPA - CNPAF. Documentos, 70).
- BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, E. F. do. Efeito de sistemas de preparo do solo no rendimento de grãos de trigo, soja e milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., 1992, Londrina, PR. *Anais... Londrina: SBEA*, 1992. v.2, p.1354-1360.
- BAUER, A.; BLACK, A. L. Organic carbon effects on available water capacity of three soil textural groups. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 56, n.1, p.248-254. Jan./Feb. 1992.
- BONAMIGO, L. A. A cultura do milho no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Planaltina, DF. *Anais... Brasília: Embrapa Cerrados*, 1999. p.31-65.
- BORGES, G. de O. Resumo histórico do plantio direto no Brasil. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Plantio direto no Brasil*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.13-18.

- BOUZINAC, S.; SÉGUY, L.** O arroz como componente de sistemas agrícolas na região centro-norte de Mato Grosso. In: **SILVEIRA, B. da S.; GUIMARÃES, E. P. (ed.). CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. Arroz na América Latina: Perspectivas para o Incremento da Produção e do Potencial Produtivo. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. v.1. p.123-137. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).**
- BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F.** Tecnologia para o arroz de terras altas. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 1998. 161p.
- BRESEGHELLO, F.; YOKOYAMA, L. P.** Arroz: macio e saboroso. *Agroanalysis*. Rio de Janeiro, v.20, n.7, p.53-56, jul. 2000.
- BUZATTI, W. J. de SOUZA.** Controle de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. In: **PAULETTI, V.; SEGANFREDO, R.** Plantio direto: atualização tecnológica. [s.l.]: FUNDAÇÃO CARGILL, 1999. p.97-111.
- CALEGARI, A.** Rotación de cultivos en el sistema de siembra directa. In: **PAULETTI, V.; SEGANFREDO, R.** Plantio direto: atualização tecnológica. [s.l.]: FUNDAÇÃO CARGILL, 1999. p.23-43.
- CAMPELO, G. J. de A.; TEIXEIRA NETO, M. L.; ROCHA, C. M. C. da.** Validação de plantio direto de soja sobre resíduo de milho. Teresina: Embrapa Meio Norte, 1999. 15p. (Embrapa Meio Norte. Documentos, 36).
- CHAVES, H. M. L.** Efeitos do plantio direto sobre o meio ambiente. In: **SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. (ed.) O meio ambiente e o plantio direto. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997. p.57-66.**
- COSTA, J. L. da C.** Doenças do feijoeiro comum causadas por fungos de solo: epidemiologia e manejo; Situação do mofo branco no feijão de inverno: relatório dos grupos de trabalho. In: **REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. Anais... Goiânia: EMBRAPA – CNPAP/APA, 1997. v.2, p.255-263. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 69).**
- COSTAMILAN, L. M.** Doenças atacam no plantio direto. *Cultivar, Pelotas*, v.1, n.10, p.8-10, nov. 1999.

COX, W. J.; ZOBEL, R. W.; ES, H. M. van; OTIS, D. J. Tillage effects on some soil physical and corn physiological characteristics. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, n.4, p.806-812, Jul./Aug. 1990.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.19-27.

DERPSCH, R. Agricultura sustentável. In: SATURNINO, H. M. LANDERS, J. N. (ed.) **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997. p.29-48.

DERPSCH, R. Expansão mundial do plantio direto. **Plantio Direto**. Passo Fundo, n.59, p.32-40, set./out. 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Manual de métodos de pesquisa em arroz: primeira aproximação**. Goiânia, 1977. 106p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO); Emater-GO. **Recomendações técnicas para o cultivo do arroz de sequeiro**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996. 31p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Arroz de terras altas: qualidade e rentabilidade**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAF, 1999. folder.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. Departamento Técnico Científico (Brasília, DF). **Programa nacional de pesquisa de arroz**. Brasília, 1981. 69p.

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

FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. de. A mancha por cercóspora em milho. **Direto no Cerrado**, Brasília, v.5, n.17, p.5, ago. 2000.

- FERREIRA, D. F.** Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: **REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45.**, 2000, São Carlos. Programa e Resumos... São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.
- FERREIRA, E.** Pragas e seu controle. In: **VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos.; SANT'ANA, E. P.** A Cultura do Arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.197-261.
- ✶ **FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L.** Manual da Cultura do Arroz. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 221p.
- GASSEN, D. N.** Estratégias de controle de pragas sob plantio direto In: **PAULETTI, V.; SEGANFREDO, R.** Plantio direto: atualização tecnológica. [s.l.]: FUNDAÇÃO CARGILL, 1999. p.151-171.
- GASSEN, D. N.** Problemas do plantio direto estão relacionados à falta de palha no solo. **Plantio Direto, Passo Fundo, n.57, p.18-2, maio/jun. 2000a.**
- GASSEN, D. N.** A palha e as pragas desafiam o plantio direto nos cerrados. **Plantio Direto, Passo Fundo, n.57, p.22-23, maio/jun. 2000b.**
- GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R.** **Plantio Direto: o caminho do futuro.** Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207p.
- GOMES, A. da S.; SOUSA, R. O. de; PAULETTO, E. A.; PEÑA, Y. A.** Desempenho do arroz irrigado sob sistema de plantio direto. **Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v.48. n.418, p.3-8, jan./fev. 1995.**
- GUIMARÃES, C. M.** Desenvolvimento radicular e da parte aérea do arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) em sistemas de plantio direto e convencional. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6.**, 1997, Belém, PA. Resumos... Belém: SBFV, 1997. p.400.
- GUIMARÃES, C. M.; CASTRO, E. da M. de.; YOKOYAMA, L. P.** Integração agricultura-pecuária através de sistemas de cultivos pastagem-arroz de terras altas. In: **REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6.**, 1998, Goiânia. Resumos expandidos... Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1998. v.1, p.125-127.(EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 85).

- GUIMARÃES, E. P.; SANT'ANA, E. P. Sistemas de cultivo. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos.; SANT'ANA, E. P. *A Cultura do Arroz no Brasil*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. cap.1, p.17-35.
- GUIMARÃES, E. P.; SANT'ANA, E. P.; RANGEL, P. H. N. Embrapa e parceiros lançam 85 cultivares de arroz em 15 anos de pesquisa. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1997, 2p. (Pesquisa em Foco, 4.).
- KLUTHCOUSKI, J. Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto. Piracicaba: ESALQ, 1998. 179 p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- KLUTHCOUSKI, J.; PINHEIRO, B. da S.; YOKOYAMA, L. P. O arroz nos sistemas de cultivo do cerrado. In: SILVEIRA, B. da S.; GUIMARÃES, E. P. Conferência internacional de arroz para a América Latina e o Caribe, 9., 1994, Goiânia. *Arroz na América Latina: Perspectivas para o Incremento da Produção e do Potencial Produtivo*. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. v.1. p.95-115. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).
- LANDERS, J. N. Como iniciar em plantio direto (1ª parte). In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., 1999, Uberlândia. *Plantio direto na integração lavoura-pecuária*. Uberlândia: APDC, 2000. p.201-216.
- LANDERS, J. N. (ed.) Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado. Brasília: APDC, 1994. 261p.
- LOS, J. C. Princípios básicos para iniciar o plantio direto. In: SÁ, J. C. de M. Curso sobre manejo do solo no sistema plantio direto. Castro, PR: FUNDAÇÃO ABC, 1996. p.291-301.
- MANRIQUE, L. A.; JONES, C. A. Bulk density of soils in relation to soil physical and chemical properties. *Soil Science Society of America Journal*. Madison. v.55, n.2, p.476-481, Mar./Apr. 1991.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

- MELO FILHO, G. A. de; MENDES, D. S. Estimativa de custo de produção de soja, nos sistemas de plantio direto e convencional: safra 1999/2000. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. 1999a. 3p. (Comunicado Técnico, 2/99).**
- MELO FILHO, G. A. de; MENDES, D. S. Estimativa de custo de produção de milho, nos sistemas de plantio direto e convencional: safra 1999/2000. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. 1999b. 3p. (Comunicado Técnico, 3/99).**
- MOREIRA, J. A. A.; SANTOS, A. B. dos; DINIZ, A. J. Relação massa/volume e retenção de água de um latossolo vermelho-amarelo arenoso de Jussara, GO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. Resumos expandidos... Viçosa: SBCS, 1995. v.4, p.2148-2150.**
- OGUNREMI, L. T.; LAL, R. S. K. de; BABALOLA, O. Effects of tillage and seeding methods on soil physical properties and yield of upland rice for an ultisol in southeast Nigeria. Soil and Tillage Research, Netherlands, v.6, n.4, p.305-324, Mar. 1986.**
- OLIVEIRA, I. P. de; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.) Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p.169-221.**
- OLOFINTOYE, J. A. Tillage and weed control practices for upland rice (*Oryza sativa* L.) on a hydromorphic soil in the Guinea savanna of Nigeria. Tropical Agriculture, London, v.66, n.1, p.43-48. Jan. 1989.**
- OLOFINTOYE, J. A.; MABBAYAD, B. B. Weed growth, establishment and yield of an upland rice variety under three tillage systems and four seeding rates. Philippine Agriculturist, Los Banos, Laguna, Philippines, v.63, n.4, p.345-352, Oct./Dec. 1980.**
- PASQUALETO, A. Sucessão de culturas como alternativa de produção em plantio direto no cerrado. Viçosa: UFV, 1999. 135p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia).**
- PEDROSO, P. A. C.; CORSINI, P. C. Manejo físico do solo. In: FERREIRA, M. E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (ed.). Cultura do arroz de sequeiro: Fatores afetando a produtividade. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato/Instituto Internacional da Potassa. 1983. p.225-238.**

**PEIXOTO, M. F. Resíduos de sorgo e doses de imazamox no controle de plantas daninhas na soja sob plantio direto. Lavras: UFLA, 1999. 67p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).**

**PERTO da maturidade. Globo Rural, Rio de Janeiro, v.14, n.166, p.60-66, ago. 1999.**

**PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467p.**

**PINHEIRO, B. da S. Características morfofisiológicas da planta relacionadas à produtividade. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos.; SANT'ANA, E. P. A Cultura do Arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. cap.5, p.116-147.**

**PLANTIO direto: arroz em boa companhia. Globo Rural, Rio de Janeiro, v.6, n.62, p.7-10, dez. 1990.**

**PLANTIO direto: arroz sem vermelho. A Granja, Porto Alegre, v.45, n.497, p.56-66, set. 1989.**

**PLANTIO direto: cerrado. São Paulo: Monsanto, 1998. 15p.**

**PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; RIBEIRO, A. S. Doenças e seu controle In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos.; SANT'ANA, E. P. A Cultura do Arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. cap. 9, p.262-307.**

**PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 549p.**

**RANGEL, P. H. N. Avaliação crítica dos projetos do PNP-Arroz na área de melhoramento genético, no período de 1980 a 1990: região sudeste. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 4., Goiânia, 1990. A pesquisa de arroz no Brasil nos anos 80: avaliação crítica dos principais resultados. Goiânia: EMBRAPA - CNPAF, 1994. p.277-285. (EMBRAPA-CNPAF, Documentos, 40).**



- REEVES, D. W.** Soil management under no-tillage soil physical aspects. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**, 1., Passo Fundo, 1995. Anais... Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p.121-125.
- REIS, E. M.** Interações entre doenças e o plantio direto. In: **PAULETTI, V.; SEGANFREDO, R.** Plantio direto: atualização tecnológica. [s.l.]: **FUNDAÇÃO CARGILL**, 1999. p.135-141.
- RIBEIRO, C. M.** Rendimento e viabilidade econômica das culturas de milho, soja e feijão sob diferentes sistemas de manejo de solo, após oito anos de plantio direto. Piracicaba: **ESALQ**. 2000. 93p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- ROOS, L. C.** Impacto econômico da integração agricultura-pecuária em plantio direto. In: **ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO**, 4., 1999, Uberlândia. Plantio direto na integração lavoura-pecuária. Uberlândia: **APDC**. 2000. p.25-29.
- RUEDELL, J.** Plantio direto na região de Cruz Alta. Cruz Alta, RS: **FUNDACEP/BASF**, 1995. 134 p.
- SÁ, J. C. M. de.** Manejo da fertilidade do solo no plantio direto. Castro, PR: **Fundação ABC**, 1993. 96p.
- SANTOS, A. B. dos.** Sistemas de plantio. In: **VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos.; SANT'ANA, E. P.** A Cultura do Arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. cap. 12, p.354-374.
- SANTOS, A. B. dos; SILVA, O. da; FERREIRA, E.** Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.3, p.317-327, mar. 1997.
- SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N.** Plantio direto e transferência tecnológica nos trópicos e subtropicais. In: **SATURNINO, H. M. LANDERS, J. N. (ed.)**. O meio ambiente e o plantio direto. Brasília: **EMBRAPA/SPI**, 1997. p.89-112.
- SCALÉA, M.** A cultura do milheto e seu uso no plantio direto no cerrado. In: **WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO**, 1999, Planaltina, DF. Anais... Brasília: Embrapa Cerrados, 1999. p.75-82.

SCALÉA, M. Importância da rotação de culturas em plantio direto. **Plantio Direto**, Passo Fundo, n.57, p.23, maio/jun. 2000.

SCHULTZ, L. A. **Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas**. 2. ed. Porto Alegre: Sagra, 1987. 124p.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. Arroz de sequeiro na fazenda Progresso: 4550 kg/ha. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.58, p.1-3, jun. 1992a.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. **Os sistemas agrícolas de culturas para a região do médio norte do Mato Grosso: recomendações técnicas 1993**. [s.l.]: CIRAD-CA, 1992b. 58p.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A. C.; TAFFAREL, V.; TAFFAREL, J. Plantio direto do arroz de sequeiro de alta tecnologia na zona tropical úmida do centro - norte do Mato Grosso. **Informações Agronômicas**, Goiânia, n.86, p.1-28, jun. 1999. Encarte Técnico.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A.; CORTÊS, N. de A. Gestão da fertilidade nos sistemas de cultura mecanizada nos trópicos úmidos: o caso das frentes pioneiras dos cerrados e florestas úmidas no centro norte do Mato Grosso: conceitos e colocação em prática dos modos de gestão agrobiológicos adaptados aos solos ácidos dos trópicos úmidos. In: PEIXOTO, R. T. dos G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. (ed.). **Plantio Direto: o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p.124-157.

SÉGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J. SILVA, J. G. et al. **Técnicas de preparo do solo: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação da água**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 26p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 17).

SILVA, J. B. da. **Plantio direto: redução dos riscos ambientais com herbicidas**. In: SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. (ed.) **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997. p.83-88.

\*SILVA, J. G. da.; MOREIRA, J. A. A. **Preparo do solo**. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos.; SANT'ANA, E. P. **A Cultura do Arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. cap. 10, p.308-328.

- SILVA, R. H. da.; ROSOLEM, C. A.** Absorção de macronutrientes por espécies para cobertura vegetal em função da compactação do solo. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.**; **REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.**; **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.**; **REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., 1998, Caxambu, MG. FertBio 98: interação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas: consolidando um paradigma: livro de resumos. Lavras: UFLA/SBCS/SBM, 1998. p.107.**
- SILVA, P. R. F.; SOUZA, P. R. de.; MENEZES, V. G.; TREZZI, M. M.; ROCHA, A. B. da; SILVA, P. R. A.** Efeito do sistema de semeadura no rendimento de grãos e nos componentes do rendimento de cultivares de arroz irrigado. In: **SILVEIRA, B. da S.; GUIMARÃES, E. P.** Conferência Internacional de Arroz para a América Latina e o Caribe, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: Perspectivas para o Incremento da Produção e do Potencial Produtivo. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. v.2. p.168. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 62).**
- SILVEIRA, P. M.; ZIMMERMANN, F. J. P.; AMARAL, A. M. do.** Efeito da sucessão de cultura e do preparo do solo sobre o rendimento do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, n.6, p.885-890, jun. 1998.**
- SOUSA, R. O. de; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. da S.** Sistemas de cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: **SILVEIRA, B. da S.; GUIMARÃES, E. P.** Conferência Internacional de Arroz para a América Latina e o Caribe, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: Perspectivas para o Incremento da Produção e do Potencial Produtivo. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. v.1. p.151-168. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).**
- SPEHAR, C. R.; CABEZAS, W. A. R. L.** Introdução e seleção de espécies para a diversificação do sistema produtivo nos cerrados. In: **ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., 1999, Uberlândia. Plantio direto na integração lavoura-pecuária. Uberlândia: UFU, 2000. p.179-188.**
- STEINMETZ, S.; MEIRELES, E. J. L.** Clima. In: **VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos.; SANT'ANA, E. P.** **A Cultura do Arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. cap. 3, p.58-87.**

- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Desenvolvimento radicular de cultivares de arroz em diferentes sistemas de preparo do solo, sob irrigação suplementar por aspersão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. Anais... Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1998. p.103-106. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 85).
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação potássica e condições hídricas do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.12, p.885-895, dez. 1996.
- STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamentos entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.10, p.1577-1592, out. 1994.
- STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos; STEINMETZ, S. Influência de práticas culturais na capacidade de retenção de água do solo e no rendimento de arroz de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.15, n.1, p.63-68, jan. 1980.
- TEIXEIRA, S. M.; ROBISON, D.; ALBUQUERQUE, J. M. Agricultura de subsistência na produção de arroz: experiência no Maranhão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991. 36p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 34).
- TOMASINI, R. G. A. Águas que movem moinho. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, v.20, n.8, p.44-47, ago. 2000.
- UNGER, P. W.; McCALLA, T. M. Conservation tillage systems. *Advances in Agronomy*, New York, v.33, p.1-58. 1980.
- VASCONCELOS, H. P.; LANDERS, J. N. Agricultura sustentável no cerrado. In: PEREIRA, V. P.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. (ed.). Solos altamente suscetíveis à erosão. Jaboticabal: UNESP. 1994. p.181-203.
- VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-escuro sob diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.7, p.873-882, jul. 1984.
- WOLF, J. M. Probabilidades de ocorrência de períodos secos na estação chuvosa para Brasília, DF. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.12, p.141-150, jan./dez. 1977.

**YOKOYAMA, L. P.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I. P. de. Impactos socioeconômicos da tecnologia "Sistema Barreirão". Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 37p. (EMBRAPA-CNPAP. Boletim de Pesquisa, 9).**

**YOSHII, M.; MURAKAMI, K.; HORIUCHI, E. Growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.) plants by non-tillage and transplant systems. Bulletin of the Experimental Farm College of Agriculture, n.17, p.53-58. 1996. CD-ROM (AGRIS 1999-2000/02).**

**ZAFFARONI, E.; BARROS, H. H. de A.; NÓBREGA, J. A. M.; LACERDA, J. T. de.; SOUZA JR., V. E. de. Efeito de métodos de preparo do solo na produtividade e outras características agronômicas de milho e feijão no nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, v.15, n.1, p.99-104, jan./abr. 1991.**