

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ DE
TERRAS ALTAS EM FUNÇÃO DO PREPARO DO SOLO
E IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO, EM LATOSSOLO
VERMELHO DE CERRADO**

ROBERTO ALEXANDRE ROSSETO DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Sistemas de Produção.

Ilha Solteira – SP

2003

1. INTRODUÇÃO

O arroz pertence à família botânica Poaceae (Gramineae) (GEMTCHÚJNICOV, 1976), sendo depois do milho e da soja, a terceira cultura mais semeada no país, reflexo de sua importância na dieta básica da população brasileira.

A produção mundial de arroz em casca está prevista para 567.693 milhões de toneladas métricas no ano safra de 2002/03. Na safra de 2001/02 o Brasil alcançou a produção de 10,6 milhões de toneladas. Atualmente o maior produtor de arroz (em casca) é a China, seguida pela Índia. O Brasil ocupa a décima posição em quantidade de arroz em casca, apresentando uma previsão de consumo per capita em 2001/02 de 66,6 kg/habitante/ano (AGRIANUAL, 2003)

O sistema de cultivo predominante no Brasil é o de terras altas, cujo fornecimento hídrico fica na dependência da precipitação pluvial e na sua distribuição. A produtividade da cultura do arroz de terras altas é afetada negativamente pela ocorrência de veranicos, onde a deficiência hídrica reduz a absorção de nutrientes, diminuindo a produtividade ao ponto de ocasionar prejuízos aos rizicultores, sendo a irrigação por aspersão uma alternativa para solucionar este problema, proporcionando uma maior nutrição da planta e conseqüentemente uma maior produtividade.

A adoção de manejo cultural adequado, entre as quais se insere a prática da irrigação e fatores que melhoram o desenvolvimento do sistema radicular como é o caso do preparo do solo, são importantes no sentido de aumentar a eficiência da planta na utilização dos recursos disponíveis, evidenciando a possibilidade de aumentar a produtividade da cultura.

O solo em condição de vegetação natural possui características físicas decorrentes principalmente de sua formação e quando o homem interfere nesse meio, para aumentar as

áreas cultiváveis, com suas técnicas de manejo de solo ocorre alteração da estrutura natural dando a esse solo novas condições que podem ser prejudiciais às culturas.

Naturalmente, não se deve esperar que solos sob cultivo mantenham as características físicas e químicas originais, mas deve-se procurar manejá-las de modo a alterar o mínimo possível estas características, especialmente aquelas que afetam a infiltração e retenção de água, como porosidade e agregação.

Segundo ZAFFARONI et al. (1998), existem vários fatores que influenciam o rendimento de uma cultura. É através do estudo dos componentes de rendimento que se faz possível identificar e estabelecer os caminhos para aumento da produtividade das culturas, utilizando-se do melhoramento de plantas e uso de práticas culturais adequadas. O comportamento dos vários componentes da produção são variáveis no decorrer do tempo e necessitam de condições específicas nas diferentes fases vegetativas. No Brasil, a informação sobre o efeito dos componentes na produção do arroz é limitada, embora número de plantas por hectare, número de panículas por plantas, número de grãos por panícula e massa média dos grãos por panícula venham sendo utilizados como componentes de rendimento do arroz.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de cultivares de arroz (Primavera e Maravilha) em função do preparo do solo com arado de aiveca, sistema plantio direto e manejo de água, em um LATOSSOLO VERMELHO de Cerrado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O solo

O solo em que as plantas se desenvolvem perde água, não só pela evaporação, mas também pela transpiração das próprias plantas, sendo tais fenômenos conhecidos por evapotranspiração.

A produção das culturas depende do fornecimento de quantidades adequadas de água. Entretanto, períodos de excesso e déficit de água ocorrem em diversos locais, freqüentemente durante o ciclo da cultura, afetando a produção. Para assegurar um suprimento adequado, a água que é excesso em um período precisa ser armazenada para estar disponível em períodos de estiagem, mesmo sob condições irrigadas; o armazenamento temporário da água no solo é importante porque permite menor freqüência de irrigação. A baixa eficiência de armazenamento de água dos solos associada a altas taxas de evaporação têm, contudo, provocado déficit que frustam esforços para aumentar a produção das culturas. Naturalmente, não se deve esperar que solos sob cultivo mantenham as características físicas e químicas originais, mas deve-se procurar manejá-los de modo a alterar o mínimo possível estas características, especialmente aquelas que afetam a infiltração e retenção de água, como porosidade e agregação (CASTRO et al., 1987).

Apesar do solo ser apenas um dos componentes de um conjunto complexo de fatores da produção, ele destaca-se pelo seu importante papel de fornecer às plantas suporte físico, água e nutrientes. O potencial da produção agrícola depende tanto das características intrínsecas do solo e clima, como do nível de manejo (tecnologia) (LEPSCH, 1987).

KUDREV (1994) afirmou que o solo representa um reservatório de água para as plantas. O tipo e estrutura do solo determinam as propriedades da água e o objetivo das técnicas agrícolas é melhorar essas propriedades.

Para WINTER (1984) a principal fonte de água para as plantas é a precipitação. As plantas de uma cultura normal obtêm a maior parte da água, para suprir suas necessidades, pelo seu sistema radicular disperso no solo. A profundidade do solo explorado pelos sistemas radiculares varia de acordo com a espécie de planta e as características físicas, químicas e biológicas do solo.

Quando os solos são preparados ocorre significativa alteração em sua estrutura, influenciando nos fatores físicos de crescimento das plantas, como: potencial de água no solo, aeração, temperatura e resistência mecânica. Conseqüentemente, diminui a sua capacidade produtiva e o rendimento das culturas. Também, ocorre alteração no movimento de água no solo e no seu armazenamento.

Resultados obtidos por OLIVEIRA et al. (1996) indicaram que, em situação de deficiência hídrica moderada (dez a quinze dias de estiagem), um preparo de solo bem feito é capaz de substituir com vantagens a irrigação suplementar.

Já em solos muito compactados, pode ocorrer rapidamente a carência de água e de nutrientes disponíveis ao sistema radicular que explora um pequeno volume de solo (GUIMARÃES & MOREIRA, 2001).

MARIA et al. (1999) relataram que operações de preparo do solo são realizadas para criar condições favoráveis à germinação e ao crescimento radicular das culturas. Entretanto, condições de teor de água durante o preparo, textura do solo e implemento utilizado, podem acarretar modificações indesejáveis da estrutura do solo. Os autores acrescentaram que é comum encontrar em áreas preparadas com arados e grades, camadas compactadas próximas à superfície.

Dentre as propriedades físicas do solo sujeitas às alterações pelo preparo, a porosidade total, por estar relacionada com o volume e com a distribuição dos espaços porosos, é muito importante, visto que nesses espaços se processam os principais fenômenos, como absorção de água e nutrientes, que regulam o crescimento e a produção vegetal (GROHMAN, 1971).

ALVES (1992) e ANJOS et al. (1994) verificaram, em camadas compactadas, aumento da densidade do solo, que pode ser atribuída a um aumento da quantidade de sólidos em relação ao volume de poros do solo. Há uma relação inversa entre densidade do solo e porosidade total. Nesse caso, predominando os microporos, nos quais o movimento da água e

do ar são dificultados, diminuindo dessa forma, a drenagem interna do solo que é comandada pela estrutura e macroporosidade. Um fator importante a ser determinado é a proporção entre a microporosidade e a macroporosidade do solo a ser estudado, pois o comportamento relatado anteriormente ocorrerá quando a macroporosidade estiver abaixo das condições ideais, que é entre 0,10-0,16 m³ m⁻³ (KIEHL, 1979). De acordo com Baver (1972) e Greenland (1981) citados por ALVES (2001), o valor mínimo de macroporosidade para que não seja prejudicada a aeração e o desenvolvimento radicular é de 0,10 m³ m⁻³.

Para CASTRO et al. (1987) em termos gerais, a intensa mobilização dos solos tropicais traz como consequência sua degradação superficial, sujeita à formação de uma fina crosta resultante da dispersão das partículas do solo, e ainda outra camada subsuperficial compactada, resultante tanto da pressão exercida pela massa dos implementos agrícolas como pela ação direta dos pneus.

A desestruturação do solo, a compactação e a redução nos teores de matéria orgânica são considerados os principais indutores da degradação dos solos agrícolas (KLUTHCOUSKI et al., 2000). De acordo com os mesmos autores o rendimento de grãos na maioria das culturas sob diferentes manejos do solo depende, dentre outros, das condições climáticas do ano agrícola, da qualidade do manejo, do nível de fertilidade do solo e do estado sanitário da cultura. Por estas razões, tem sido bastante variável, na literatura, o comportamento das culturas sob diferentes manejos do solo.

A compactação do solo constitui um tema de crescente importância em face do aumento da mecanização nas atividades agrícolas, que acarreta alteração no arranjo das partículas do solo, tornando-o mais denso. O estado de compactação do solo depende de vários fatores, entre os quais se destacam as características originais de cada solo e as práticas de manejo empregadas (GOEDERT et al., 2002).

GUIMARÃES & MOREIRA (2001), em experimento realizado com a cultura do arroz, constataram que a compactação do solo na camada superficial diminui a quantidade de raízes presentes nesta camada e na camada inferior não compactada .

Conforme MENEZES et al. (2001) o solo quando bem manejado, tem condições de produzir ano após ano sem reduzir a produtividade, e para isto, é necessário que sejam tomadas algumas providências, tais como: manutenção da fertilidade, manejo de plantas daninhas, uso de sistemas de rotação e sucessão de culturas que visem a sua conservação.

Várias pesquisas demonstraram que o preparo intensivo do solo, em condições inadequadas do teor de água e sempre a mesma profundidade, levou à compactação do solo (CASTRO et al. 1987; ANJOS et al., 1994; SOUZA, 2000 e CARVALHO, 2000). Nessa

condição ocorreu alteração na estrutura do solo com efeito na aeração, com diminuição no volume de macroporos e drenagem da água. Portanto, a difusão de água e gases é afetada comprometendo o desenvolvimento do sistema radicular, absorção de nutrientes, atividade microbiana do solo e produtividade.

A maioria das pesquisas encontradas na literatura sobre manejo do solo e comportamento das culturas (principalmente, milho, soja, feijão e arroz) apresentam resultados variáveis, faltando informações sobre o sistema plantio direto e preparos do solo na produção do arroz de terras altas.

Contraopondo-se aos preparos com a total movimentação da camada superficial do solo, surgiu o sistema plantio direto, com mobilização apenas na linha de semeadura, mantendo a superfície coberta pelos restos da cultura anterior. O sistema plantio direto apresenta algumas vantagens em relação aos preparos que movimentam a camada superficial do solo. Porém, a não movimentação do solo neste sistema provoca compactação da camada superficial, traduzida por aumento de densidade do solo e redução da porosidade (SIDIRAS et al., 1982, MARIA et al., 1999, SOUZA, 2000, CARVALHO, 2000, ALMEIDA, 2001). As diferenças, no entanto, são mais evidenciadas nas camadas próximas à superfície, diminuindo com a profundidade (CENTURION & DEMATTÊ, 1985).

Segundo MUZILLI (1983) as razões para a acentuada adoção do sistema plantio direto são: controle da erosão, ganho de tempo para a semeadura, economia de combustível, melhor estabelecimento da cultura, maior retenção de água no solo, economia de mão de obra e em máquinas e implementos.

O sistema plantio direto tem demonstrado ser promissor, contudo, é necessário avaliar os efeitos no desenvolvimento de culturas, em ações estratégicas de rotação e/ou sucessão, e também nos atributos físicos, químicos e na atividade biológica do solo. Além desses aspectos deve-se estudar o controle de plantas daninhas (RODRIGUES, 1997), desenvolvimento e a sobrevivência de algumas pragas (BIANCO, 1997) e o rendimento de grãos das culturas em rotação e/ou sucessão.

O aumento na compactação do solo devido ao uso continuado do sistema plantio direto foi relatado por CASTRO (1989). Na maioria dos casos, estes autores registraram redução na macroporosidade e aumento da microporosidade do solo.

KLUTHCOUSKI et al. (2000) pesquisando manejo do solo com algumas culturas, dentre elas o arroz, constataram que na maioria das culturas, o menos adaptado ao sistema de plantio direto foi o arroz, sendo que as razões destes resultados ainda carecem de informações mais precisas. Os autores acima citados, afirmam que o arroz é uma gramínea bastante

sensível à condição de arejamento e, por isso, responde ao aumento da macroporosidade que seria criado pelo tipo de manejo utilizado no preparo do solo.

Avaliando a compactação do solo em um Latossolo Vermelho-Escuro de textura franca utilizando a cultura do arroz de terras altas, GUIMARÃES & MOREIRA (2001) obtiveram resultados demonstrando que o sistema radicular do arroz é muito sensível à compactação do solo, diminuindo seu crescimento com o aumento da densidade do solo, a partir de $1,2 \text{ kg dm}^{-3}$.

Valores de porosidade de aeração inferiores a $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ limitam o crescimento radicular (VOMOCIL & FLOCKER, 1966; GRABLE & SIEMER, 1968; BAVER, 1972 ; GREELAND, 1981). Entretanto, esse limite depende também espécie de planta cultivada e do nível de atividade biológica do solo (GUPTA et al., 1989).

Segundo GROHMANN & QUEIROZ NETO (1966) os limites críticos de densidade do solo para impedimento físico ao desenvolvimento de raízes de arroz são de $1,42 \text{ kg dm}^{-3}$ e $1,32 \text{ kg dm}^{-3}$, respectivamente, para Latossolo Roxo e Podzólico Vermelho-Amarelo.

O uso intensivo de máquinas e implementos agrícolas nos solos da região do cerrado tem causado alterações nos seus atributos químicos e físicos (BEUTLER, et al., 2001). Latossolos submetidos a preparos convencionais apresentam aumento da argila dispersa em água e redução do grau de floculação, portanto, favorece o aumento da densidade do solo e a formação de camadas compactadas (SILVA et al., 2000).

KLUTHCOUSKI et al. (2000) relataram que a pouca adaptação do arroz ao sistema plantio direto é, basicamente, devida ao adensamento do solo e redução na macroporosidade.

Segundo SEGUY et al. (1989) a planta de arroz é a mais sensível às condições físicas, químicas e biológicas do perfil do solo, quaisquer que sejam as condições climáticas. Neste sentido, SEGUY & BOUZINAC (1992) obtiveram os menores rendimentos no sistema plantio direto e os maiores com a aração profunda. Menores rendimentos do arroz no sistema plantio direto também foram registrados por STONE et al. (1980), tais resultados divergem dos encontrados por SILVEIRA et al. (1997) onde o rendimento de grãos de arroz foi maior no sistema plantio direto.

SILVEIRA et al. (1998) num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso com o objetivo de estudar o comportamento do arroz de terras altas em diferentes sucessões de culturas e preparos do solo, verificaram que o rendimento do arroz (cultivares Rio Paranaíba e Caiapó) foi maior no sistema plantio direto comparado com arado de aiveca e grade aradora. Associam a hipótese que a maior produtividade no sistema plantio direto pode ser explicada

pela não incorporação da palhada do arroz do cultivo anterior, portanto, diminuindo a autotoxicidade. Por outro lado, STONE et al. (1980) obtiveram menores rendimentos de grãos de arroz de terras altas no sistema de plantio direto.

STONE & SILVA (1998) estudaram os efeitos da profundidade de preparo com arado de aiveca (0,10–0,15 m e 0,30–0,35 m) sobre a produtividade de arroz de terras altas (cultivares Rio Paranaíba e Maravilha) com e sem deficiência hídrica. Os autores verificaram que não houve presença de camada compactada impedindo o desenvolvimento das raízes, nem diferenças na retenção de água causadas pelas diferentes profundidades de aração. Concluíram que na ausência de camada compactada no perfil do solo, a aração feita a 0,10–0,15 m de profundidade propiciou produtividades de arroz iguais ou maiores que as obtidas com aração mais profunda, com menor gasto de energia. Na ausência de deficiência hídrica, as maiores produtividades obtidas com aração rasa (0,10–0,15 m), devem ter sido causadas pela concentração de raízes na camada superficial do solo e melhor aproveitamento dos nutrientes. A aração feita a 0,30–0,35 m de profundidade inverte a leiva e aprofunda no perfil a camada mais fértil, conseqüentemente diminui o aproveitamento dos nutrientes.

ARF et al. (2001) obtiveram maiores produtividades com preparo por arado de aiveca e escarificador, o que pode ser explicado pelo revolvimento mais profundo do solo nesses sistemas de preparo, permitindo que as plantas obtivessem água em camadas mais profundas uma vez que houve veranico durante a fase de florescimento e início de enchimento de grãos.

STONE et al. (1980) em Latossolo Vermelho-Escuro obtiveram menores rendimentos de grãos de arroz de terras altas com o uso do sistema plantio direto, resultado atribuído à compactação do solo causada pelo tratamento.

Preparo do solo com arado de aiveca ou escarificador propiciaram a obtenção de maior produtividade de grãos em relação ao preparo com grade aradora em ano com presença de veranico (ARF et al., 2001).

STONE & MOREIRA (1996) verificaram que na ausência de camada compactada no perfil do solo, independentemente das condições hídricas do solo, a produtividade de arroz foi maior com aração a 0,10 – 0,15 m de profundidade em comparação com a 0,30 – 0,35 m. A aração superficial propicia maior concentração de nutrientes na camada de 0,0 – 0,15 m de profundidade do que a aração profunda.

VIEIRA (1981) e SIDIRAS et al. (1982) verificaram que os teores de água no solo sob sistema plantio direto foram significativamente mais elevados que no solo sob preparo com arado.

SIDIRAS et al. (1982) estudando vários sistemas de preparo (arado, escarificação e sistema plantio direto), verificaram que o conteúdo de água no solo no sistema plantio direto foi consideravelmente maior nas tensões de 6, 33 e 100 kPa em comparação com o solo preparado com arado. Sob sistema plantio direto, o conteúdo de água na capacidade de campo, considerado a 0,33 bar, nas profundidades de 0,03-0,10; 0,11-0,20 e 0,21-0,30 m superou o convencional em 31, 20 e 5 %, respectivamente. O preparo reduzido com escarificador, ocupou posição intermediária, sem diferir estatisticamente dos demais.

2.2. A cultura do arroz

O sistema de cultivo de arroz predominante no Brasil é o de sequeiro ou mais conhecido como arroz de terras altas. A baixa produtividade média do arroz no Brasil é devida, em grande parte a dois fatores: má distribuição pluvial nas principais regiões produtoras e baixo consumo de adubos e corretivos.

O arroz de terras altas refere-se à cultura de arroz semeada em área não sistematizada e totalmente dependente da precipitação natural para o suprimento de água. Devido a sua dependência da precipitação natural, não existe para a cultura do arroz de terras altas controle do suprimento de água durante o ciclo da cultura. Quando não existe controle do suprimento de água, a cultura pode ser prejudicada por deficiência ou por excesso.

A produtividade da cultura de arroz de terras altas é baixa e oscilante de ano para ano, devido, principalmente, à ocorrência de veranicos. Quando a água não é limitante, a baixa fertilidade natural dos solos, principalmente da região dos cerrados brasileiros, passa a ser o fator mais limitante a produção agrícola, refletindo em deficiências nutricionais nas plantas, além do que, a deficiência hídrica na cultura do arroz reduz a absorção de nutrientes.

O arroz é considerado como planta semi-aquática, que pode viver tanto em clima tropical como em subtropical, podendo ser cultivado sob condições secas, condições de várzea úmida, sob condições de submersão moderada e dentro de 150 a 500 cm de água. Conforme as características de cada cultivar de arroz, das espécies cultivadas (*Oryza sativa* L. e *Oryza glaberrima*, Steud), podem crescer tanto em solos inundados como em solos bem drenados (FAGERIA, 1984).

Para CRUSCIOL et al. (1999a) a produção anual de arroz cultivado sob sistema de sequeiro também é oscilante, principalmente em razão da irregularidade de distribuição das precipitações pluviais e de práticas culturais inadequadas.

O cerrado brasileiro, pelas suas características favoráveis à prática da agricultura, tem apresentado desenvolvimento agrícola acelerado nos últimos anos, elevando significativamente sua participação na produção nacional de alimentos e matérias primas (KER et al., 1992).

Segundo CRUSCIOL et al. (1999b) o arroz de terras altas é a principal cultura cultivada na região dos cerrados brasileiros logo após a abertura de novas áreas. Isto é devido, principalmente, a sua fácil implantação e desenvolvimento em solos pobres em nutrientes, em relação a outras culturas, tais como o milho e a soja.

No Brasil, 60 a 70% da produção de arroz originam-se de lavouras de terras altas e grande parte dessas lavouras estão localizadas na região dos cerrados (STONE & PEREIRA, 1994).

De acordo com KUDREV (1994), a quantidade de água nas plantas não é constante, e sofre variações durante o dia ou durante a noite e nas mais diferentes estações e fases de desenvolvimento da planta. Cerca de 5% da quantidade total de água nas plantas é utilizada no metabolismo e o restante, no processo de transpiração. A exigência ou necessidade de água para as plantas é a quantidade que é gasta em função da evaporação/transpiração de uma determinada planta ou de toda a plantação com o fluxo impedido para o sistema de raízes.

OLIVEIRA (1994) obteve maiores incrementos na produtividade do arroz com a utilização da irrigação suplementar por aspersão, em comparação com o cultivo no sistema de sequeiro.

Para ARF et al. (2000) a deficiência hídrica, a alta demanda evapotranspirativa durante o período de veranico na cultura do arroz e a baixa tecnologia normalmente utilizada reduzem e podem até causar a perda total da lavoura. Uma das alternativas para a solução do problema é o uso da irrigação por aspersão, que, além de minimizar o risco de perda da lavoura, pode aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos grãos produzidos. Também para ARF et al. (2001) uma das alternativas para atender a demanda de consumo interno de arroz é o aumento da produtividade da cultura, o que pode ser alcançado com a utilização da irrigação por aspersão. Deve-se lembrar que este aumento além de ser influenciado pela precipitação pluvial no período de cultivo varia com a cultivar utilizada.

Existem relatos de que a evapotranspiração e a eficiência do uso da água, por cultivares de arroz, estão intimamente relacionados ao índice de área foliar, à idade da planta e à densidade de semeadura (CRUSCIOL et al., 1999a).

A irrigação proporciona uma estabilidade de produção e assim estimula o agricultor a usar práticas agrícolas de maior nível tecnológico que, conseqüentemente induz ao aumento da produtividade. Em virtude da irrigação por aspersão estar sendo recentemente empregada em maior escala, o agricultor tem utilizado técnicas agrícolas adaptadas ao sistema de produção de arroz de terras altas. A adaptação de tecnologia tem resultado em acamamento de alguns cultivares e uso inadequado de adubação, espaçamento e densidade de semeadura. Assim, em decorrência da maioria das pesquisas encontradas na literatura serem sobre a cultura do arroz de terras altas ou por inundação, há falta de informação sobre a produção do arroz com irrigação por aspersão, em virtude da produção mundial estar baseada no sistema de irrigação por inundação (NAKAO, 1995).

CRUSCIOL et al. (2000) apontaram a irrigação por aspersão como uma alternativa para solucionar o problema de veranicos, caracterizados pela ocorrência de períodos de estiagem durante a estação chuvosa na cultura do arroz de terras altas, e confere estabilidade na produção, podendo ainda aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos grãos. A estabilidade de produção proporcionada pelo uso da irrigação por aspersão estimula o uso de práticas de maior nível tecnológico, como maior nível de adubação, com conseqüente aumento de produtividade.

Em experimento desenvolvido por SOUZA & AZEVEDO (1994) ficou nítido a eficiência da irrigação por aspersão, pois as menores produções sob irrigação foram além da média brasileira de arroz de terras altas.

A irrigação suplementar por aspersão propiciou incremento de 177 % na produção de grãos de arroz, em ano com ocorrência de veranico (ARF et al., 2001).

Para se obter sucesso na irrigação, um fator importante a ser considerado, é o conhecimento das fases de crescimento da cultura em relação à tolerância da planta à falta de água, ou daqueles períodos em que o suprimento suficiente de água é uma necessidade absoluta (STONE et al., 1979a).

O arroz consome a máxima quantidade de água, aproximadamente uma semana antes da floração. Em relação ao consumo total de água, o arroz consome 30% durante a fase vegetativa, 55% durante a fase reprodutiva e 15% durante a fase de maturação (FERRAZ, 1987).

STONE et al.(1979a), estudaram os períodos críticos, com relação à deficiência de água para a cultura do arroz e concluíram ser imprescindível o suprimento de água durante o período da diferenciação do primórdio floral ao início da floração; o arroz mostrou-se sensível à falta de água no período compreendido entre o início da floração e a fase leitosa de enchimento dos grãos, ocorrendo uma redução no número de panículas m^2 , devido à retirada de água; após a fase leitosa de enchimento dos grãos, a água não é mais necessária à cultura do arroz. Tais conclusões também foram obtidas por STONE et al. (1979b).

FAGEIRA (1984) trabalhando com deficiência hídrica na cultura do arroz em solo de cerrado constataram que sob condições de sequeiro, a água é o fator mais limitante. O estágio mais crítico para o requerimento de água em arroz é a fase reprodutiva. Deficiência hídrica intensa neste estágio causa alta percentagem de esterilidade, reduzindo o rendimento de grãos.

Simulando deficiência hídrica pela supressão da irrigação, em casa de vegetação, no início da emissão das panículas com duração de quatro a oito dias, STONE et al. (1986) provocaram reduções de 60 a 87 %, respectivamente, na produtividade de grãos.

CRUSCIOL (1995) verificou que a deficiência hídrica na fase vegetativa prolonga o ciclo do arroz e ARF et al. (2001) verificaram que o uso da irrigação suplementar por aspersão reduziu o número de dias para o florescimento e o ciclo da cultura em ano de ocorrência de veranico.

De acordo com RODRIGUES et al. (1998) a deficiência hídrica reduziu a altura da planta, e por outro lado o excesso de água proporcionou o acamamento da mesma cultivar, IAC 201. O emprego da irrigação por aspersão proporcionou maior massa hectolétrica de grãos e maior número de espiguetas granadas. Conforme os mesmos autores trabalhando com o cultivar IAC 201 constataram que o aumento da disponibilidade de água não afetou a produção de matéria seca.

NAKAO (1995) avaliando nos cultivares Carajás e IAC 201 o efeito de quatro lâminas de água, calculadas através do kc da cultura e aplicadas através da irrigação por aspersão e controlada com o Tanque “Classe A”, verificou que o aumento das lâminas de água causou aumento na altura de plantas e no acamamento de ambos os cultivares, e ainda, a irrigação promoveu um aumento na produção, para ambos os cultivares de arroz, ficando mais evidente no IAC 201.

Estudando os efeitos da deficiência hídrica na cultura do arroz, utilizando quatro lâminas de água, correspondentes a 55, 70, 85 e 100 % da evapotranspiração máxima, na produtividade do arroz, utilizando os cultivares IAC 47, IRAT 13 e IET 1444, em experimento em vasos sob casa de vegetação, STONE et al. (1984) concluíram que a

deficiência hídrica reduziu o número de grãos cheios por panícula, o rendimento de grãos cheios, o peso dos grãos, o rendimento de grãos e de matéria seca total.

STONE et al. (1979b), analisando o efeito da deficiência hídrica em cultivares de arroz de terras altas, concluíram que o baixo teor de água no solo não afetou o número de grãos granados por panícula, contudo houve um decréscimo no número de panículas m^2 e na massa de 100 grãos. A influência da área foliar no consumo de água foi comprovada pela correlação linear e positiva entre a duração da área foliar (DAF) e evapotranspiração real. Quando o teor de água no solo não é limitante, o ponto crítico é determinado pelo valor de DAF, a partir do qual começa a haver sombreamento mútuo, em condições de deficiência hídrica, o ponto crítico ocorre antes do sombreamento mútuo e tanto mais cedo quanto mais severa for a deficiência hídrica.

Segundo STONE et al. (1988), a deficiência hídrica no solo ocasiona decréscimo no índice de área foliar e no rendimento de matéria seca. A aplicação de doses relativamente altas de nitrogênio na semeadura geralmente aumenta o crescimento vegetativo e o índice de área foliar, ocasionando aumento no uso da água, o que pode acentuar os efeitos da deficiência hídrica na fase reprodutiva da cultura (STONE & SILVA, 1998).

De acordo com WIELEWICHI et al. (1998), avaliando a influência da época do início de irrigação na absorção de nutrientes pelas plantas de arroz irrigado concluíram que a antecipação do início da irrigação de 35 para 15 dias após a emergência das plântulas de arroz proporcionou maior absorção de nutrientes e maior produção de massa seca na parte aérea das plantas de arroz.

ARF et al. (2001) obtiveram que a falta de irrigação propiciou menor altura de plantas e a aplicação de lâmina com kc de 0,40; 0,70 e 1,0 nas fases vegetativa, reprodutiva e maturação, respectivamente, apresentou os maiores desenvolvimentos das plantas. Os mesmos autores verificaram em experimento no ano agrícola 1997/98, em que houve veranico na fase de florescimento e enchimento de grãos, que o tratamento sem irrigação propiciou a obtenção de menor número de panículas e massa de 100 grãos em relação ao tratamento irrigado com a lâmina 2.

A irrigação por aspersão é mais uma tecnologia para auxiliar o produtor a aumentar sua produtividade, obter um produto de melhor qualidade e alcançar uma maior lucratividade. Segundo MARCHEZAN et al. (1993) a rentabilidade obtida pelos orizicultores é função da produtividade e da qualidade do arroz produzido. O preço pago ao produtor depende da qualidade física dos grãos, verificada após o beneficiamento e o percentual de grãos inteiros é um dos mais importantes itens para a determinação do valor de comercialização. O aumento

da produtividade, manejo da lavoura, teor de água nos grãos, e o equipamento utilizado no beneficiamento influenciam o percentual de grãos inteiros.

Deve-se ressaltar que há diferenças entre cultivares quanto ao potencial de produção de grãos inteiros, assim como há influência do equipamento utilizado no beneficiamento do arroz, e das condições de clima registradas durante a fase de maturação das plantas (MARCHEZAN, 1991).

Para CRUSCIOL et al. (1999a) a presença de grãos quebrados num lote de arroz é uma característica indesejável, pois diminui a qualidade e o valor comercial do produto. A quebra dos grãos verificada durante o processo de beneficiamento, é causada por fissuras e/ou regiões de menor resistência dos grãos.

SANT'ANA (1989) constatou que a percentagem de grãos chochos e gessados aumenta consideravelmente quando a deficiência hídrica ocorre durante as fases de emissão da panícula e enchimento dos grãos e tal característica é depreciativa no valor final do produto.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2001/02, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira, pertencente a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, no município de Selvíria-MS, localizada de acordo com as coordenadas geográficas 20° 23’ de latitude Sul; 51° 27’ de longitude Oeste de Greenwich e altitude média de 335 m à margem direita do Rio Paraná. A precipitação média anual é de 1370 mm, a temperatura média anual é de 23,5 °C, sendo a média dos meses mais quentes (janeiro e fevereiro) de 25,7 °C e a dos mais frios (junho e julho) de 20,6 °C. Apresenta umidade relativa do ar média anual variando entre 70 e 80%.

O solo do local, conforme DEMATTÊ (1980) foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, epi-eutrófico/endoálico, textura argilosa e de acordo com a nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo moderadamente ácido (LVd) (EMBRAPA, 1999).

A análise química do solo para fins de fertilidade foi realizada de acordo com a metodologia proposta por RAIJ & QUAGGIO (1983) tanto para área com mobilização do solo como para a área de sistema plantio direto, a uma profundidade de 0,20 m, e seus resultados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Resultados da análise química do solo (0,0 – 0,20 m), antes da instalação do experimento na região de Selvíria (MS).

	P _{resina}	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
Áreas	mg/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂	mmol _c /dm ³							%
Plantio Direto	20	26	5,1	2,6	23	15	34	1	39,8	73,8	54
Arado	12	28	4,5	1,9	10	8	38	3	20,4	58,4	35

Análise realizada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-UNESP.

3.2. Instalação dos tratamentos

A área utilizada para implantação do tratamento com arado de aiveca, encontra-se sob este sistema a mais de 5 anos e no último ano agrícola foi cultivada com a cultura do milho. Para o tratamento que envolveu mobilização do solo tal operação foi realizada com o arado de aiveca de quatro corpos fixos e recortados, com profundidade média de aração de 0,25 m. Nessa área foram realizadas duas gradagens (grade leve), sendo a primeira operação com a grade leve logo após a mobilização inicial e a segunda às vésperas da semeadura, para assim facilitar a semeadura como também efetuar o controle inicial de plantas daninhas.

A semeadura foi realizada manualmente no dia 22 de novembro de 2001 utilizando-se matracas para possibilitar a implantação dos cultivares nos devidos tratamentos sorteados, com uma densidade de 120 sementes viáveis m⁻². As sementes foram previamente tratadas com inseticida thiodicarb + óxido de Zn (600+500 g do i.a./100 kg sementes). Os cultivares utilizados foram Primavera e Maravilha que apresentam ciclo curto e longo, respectivamente. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas pelo manejo de água e as subparcelas constituídas pelos cultivares Primavera e Maravilha. As parcelas foram constituídas de 10 linhas de 6 m de comprimento, espaçadas de 0,34 m entre si, com espaço livre de 6 m entre parcelas sucessivas. Estabeleceu-se cinco linhas para cada cultivar, sendo considerado como bordadura 0,5 m das extremidades de cada linha e as linhas extremas. Após a semeadura foi realizada a aplicação do herbicida pré-emergente oxadiazon (1000 g/ha de i.a.).

A área do sistema plantio direto vem sendo trabalhada sob este manejo há 6 anos tendo como última cultura o milho. Nos tratamentos referentes ao sistema plantio direto,

foram realizadas duas dessecações com aplicações do herbicida sistêmico glifosate (1900 g/ha de i.a.) e posterior operação com o implemento “triton” no dia 21/11/2002 visando a distribuição e uniformização da palhada na superfície da área.

De acordo com as recomendações para a cultura, efetuou-se a adubação que consistiu na aplicação de 240 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 e como adubação de cobertura foi aplicado manualmente 60 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se como fonte o sulfato de amônio, 25 dias após a emergência das plantas, ao lado da linha de semeadura.

3.3. Manejo de água

As irrigações foram realizadas por um sistema de irrigação convencional por aspersão. A disposição do sistema de irrigação no campo possibilitou a individualização do controle da água em cada parcela. A taxa de aplicação de água por aspersor foi de 3,3 mm h⁻¹ com pressão de operação de 0,25 MPa. A precipitação pluvial foi estimada durante todo o ciclo da cultura, em um pluviômetro Ville de Paris, instalado aproximadamente 500 m da área experimental.

A reposição de água foi realizada quando a evapotranspiração máxima (ET_m) acumulada atingiu valores próximos da água disponível do solo (ADS) pré-estabelecidos. A ADS foi calculada utilizando a expressão: $ADS = (CC - PMP/100) \cdot d \cdot h \cdot p$, onde CC é a capacidade de campo (%); PMP é o ponto de murcha permanente (%), d é a densidade do solo (g/cm³); h é a profundidade efetiva do sistema radicular (cm), p é a fração de esgotamento da água do solo (%) mantendo a ET_r (evapotranspiração real) em níveis próximos a ET_m.

A ET_m foi determinada pela expressão: $ET_m = kc \times ET_o$; onde ET_m = evapotranspiração máxima da cultura (mm/dia), ET_o = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹) e kc = coeficiente de cultura.

A determinação da evapotranspiração de referência foi determinada pela expressão $ET_o = kp \times ECA$, onde ET_o = evapotranspiração de referência (mm/dia); ECA = evaporação do tanque classe A (mm dia⁻¹) e kp = coeficiente do tanque classe A.

A evaporação de água (ECA) foi obtida diariamente do tanque “Classe A” instalado no Posto Meteorológico da Fazenda de Ensino e Pesquisa distante aproximadamente 500 m da área experimental. O coeficiente do tanque classe A (kp) utilizado foi o proposto por DOORENBOS & PRUITT (1976), o qual é função da área circundante, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

No manejo de água durante o desenvolvimento da cultura foram utilizados diferentes kc distribuídos em períodos compreendidos entre a emergência e a colheita.

Estudou-se três manejos de água (lâmina 1 + precipitação – L1, lâmina 2 + precipitação – L2 e não irrigado (sequeiro) + precipitação) variando os valores de kc conforme o desenvolvimento diário da cultura, sendo os mesmos obtidos por equações do 1º grau, onde x representa dias após emergência e Y o valor de kc (Quadro 2). O manejo de sequeiro recebeu água somente das precipitações ocorridas no período do experimento, sendo os valores das precipitações como também das irrigações de L1 e L2 apresentados na Figura 1.

Quadro 2. Valores de kc para lâminas distintas e estágio de desenvolvimento da cultura (dias após emergência).

Valores de kc conforme dias após emergência (DAE)			
LÂMINAS	1 ⁰ ao 40 ⁰ (DAE)	41 ⁰ ao 55 ⁰ (DAE)	56 ⁰ a colheita
	0,2 a 0,35	0,35 a 0,50	0,5 a 0,35
L1	$Y=0,196 + 0,00375x$	$Y=-0,0893 + 0,01071x$	$Y=0,72105-0,00395x$
	0,4 a 0,7	0,7 a 1,0	1,0 a 0,7
L2	$Y=0,392+0,00769x$	$Y=-0,1786+0,02143x$	$Y=1,44211-0,00789x$

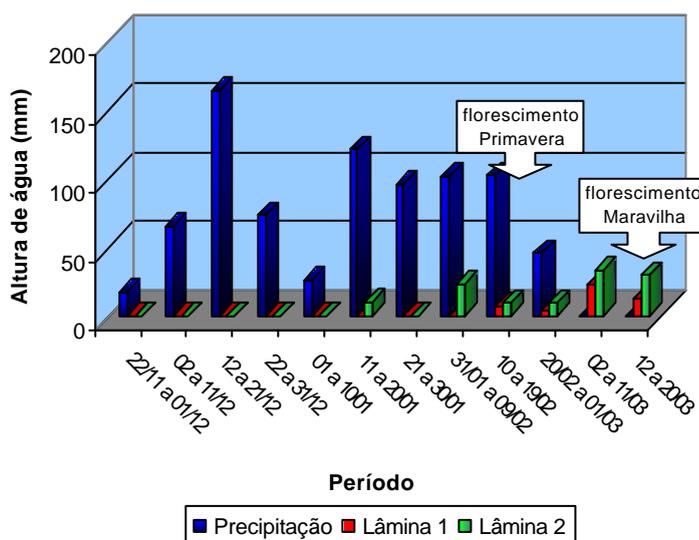


Figura 1. Valores das precipitações e irrigações ocorridas durante a condução da cultura do arroz, na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02.

3.4. Avaliações do solo

a) porosidade e densidade do solo

Para avaliações dos atributos físicos do solo (porosidade e densidade do solo), foram coletadas, no período de pleno florescimento, amostras indeformadas sendo uma amostra por profundidade em todas as parcelas, totalizando 192 amostras na área total. As profundidades de coleta foram de 0,0-0,05 m; 0,10-0,15 m; 0,20-0,25 m e 0,30-0,35 m utilizando-se anéis volumétricos de 0,05 m de altura. O método empregado para a avaliação da porosidade total, macroporosidade e microporosidade foi o da Mesa de Tensão e para a determinação da densidade do solo utilizou-se o Método do Anel Volumétrico (EMBRAPA, 1997).

b) resistência do solo à penetração

A resistência do solo à penetração foi determinada por ocasião do florescimento em todas as parcelas com o uso de um penetrômetro de impacto Modelo IAA/Planalsucar – Stolf, conforme descrito por STOLF et al. (1983). Os resultados obtidos com o penetrômetro foram transformados em resistência do solo pelo uso da fórmula proposta por STOLF (1991), adaptada para a expressão dos resultados em kPa, sendo a fórmula: $R = 549,2 + 675,7 N$, onde: R = resistência do solo (kPa); N = número de impactos dm^{-1} .

3.5. Descrição dos cultivares

Primavera

Cultivar lançado pela Embrapa Arroz e Feijão em 1994, conduzidos em ensaio de campo apresentou resultado excelente nas qualidades dos grãos, recomendada para cultivo em sistema de terras altas. Região de Adaptação: Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí e Tocantins. Características fenológicas e morfoagrômicas: genealogia IRAT 10/LS 85-158, ciclo curto, ciclo da emergência a floração 80 dias, comprimento do grão longo e fino, moderadamente suscetível ao acamamento, renda de benefício 67 %, renda grãos inteiros 47 %, moderadamente suscetível a brusone da panícula e folha, moderadamente resistente à mancha dos grãos.

Maravilha

O cultivar Maravilha teve origem em cruzamento realizado no Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT, na Colômbia, em 1984. A cultivar Maravilha foi lançado pela Embrapa de Arroz e Feijão em 1992, sendo recomendando para o cultivo em sistema de terras altas em condições de irrigação proporciona altas produtividades. Apresenta como característica fenológicas e morfoagronômicas: ciclo médio, ciclo da emergência a floração 95-105 dias, comprimento dos grãos longo fino, moderadamente resistente ao acamamento, renda de benefício 67 %, renda de grãos inteiros 59 %, moderadamente resistente a brusone na panícula e mancha dos grãos.

3.6. Avaliações da cultura

a) altura de plantas

A altura de plantas foi determinada no estágio de grão pastoso, em 10 plantas ao acaso, na área útil de cada subparcela, medindo-se a distância média entre a superfície do solo até a extremidade superior da panícula.

b) número de colmos

O número de colmos foi determinado por metro quadrado fazendo-se a contagem direta no campo dos mesmos.

c) número de panículas

O número de panículas foi determinado por metro quadrado na fase de pleno florescimento da cultura.

d) fertilidade dos colmos

Foi calculado através da relação do número de panículas granadas por m^2 granadas e o número de colmos por m^2 , transformando-se os dados em porcentagem.

e) florescimento pleno

Para a determinação do florescimento pleno, procedeu-se à avaliação em cada parcela, contando-se o número de dias transcorridos entre a emergência e o florescimento pleno, caracterizado por 50 % das panículas apresentando flores abertas.

f) colheita

O arroz foi colhido manualmente quando aproximadamente 90 % das panículas apresentavam-se com coloração característica de madura. Depois de colhido, o material foi levado para trilha mecânica em trilhadeira de parcela.

g) número de grãos por panícula

Fez-se a coleta ao acaso de 15 panículas antes da colheita, fazendo a separação do mesmo através do fluxo de ar, e realizada a contagem eletrônica através do contador de grãos, obtido o número de grãos granados, chochos e o número de grãos totais por panícula.

h) fertilidade das espiguetas

Relação entre o número de grãos granados (espiguetas granadas) e número de grãos totais por panículas (espiguetas por panículas), transformando-se os dados em porcentagem.

i) beneficiamento (rendimento de grãos)

Para o beneficiamento utilizou-se engenho de prova onde já se obtinha rendimento de grãos. Para tanto se coletou uma amostra de 100 gramas de arroz em casca de cada subparcela, deixou-a no engenho de prova por um minuto em seguida os grãos brunidos polidos foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, com os dados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos foram colocados no "trieur" número 2 e a separação dos grãos foi processada por 30 segundos; os grãos que permaneceram no "trieur" foram pesados, obtendo-se o rendimento de inteiros e os demais, grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem.

j) massa hectolétrica

Para a determinação da massa hectolétrica utilizou-se um recipiente com volume de 250 cm³ com o arroz em casca e em seguida efetuou-se sua pesagem, convertendo os valores para hectolitro.

k) massa de 100 grãos

Determinou-se pela coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos em cada subparcelas e corrigido para 13% de umidade.

l) produtividade

A produtividade foi determinada pesando-se a produção da subparcela e extrapolando este valor para a área de um hectare, corrigindo para 13% de umidade.

3.7. Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando o valor de F apresentou significância ao nível de 5 % de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias.

As características físicas do solo foram analisadas pelo delineamento de blocos ao acaso, fixando-se o fator profundidade para comparar as mesmas profundidades no sistema plantio direto e no arado de aiveca. As variáveis agrônômicas da cultura foram avaliadas pela análise conjunta dos dados num esquema fatorial com parcelas subdivididas e uma análise separada fixando-se o fator preparo, tendo em vista que a distribuição do experimento no campo proporcionou uma análise como dois experimentos separados (arado de aiveca e sistema plantio direto) e depois comparando-se os dois preparo do solo.

Quadro 3. Esquema de análise de variância para as características físicas do solo.

Causas da variação	GL
Blocos	4
Preparo	1
Resíduo	4
Total	9

Quadro 4. Esquema de análise de variância, para análise separada, fixando-se o fator preparo, para as variáveis agronômicas do arroz de terras altas.

Causas da variação	GL
Blocos	3
Lâmina (L)	2
Resíduo (parcela)	6
Parcelas	11
Cultivar (C)	1
L * C	2
Resíduo (subparcela)	9
Total	23

Quadro 5. Esquema de análise de variância para análise conjunta das variáveis agronômicas do arroz de terras altas.

Causas da variação	GL
Aiveca	3
Plantio Direto	3
Blocos	6
Preparo (P)	1
Lâmina (L)	2
P * L	2
Resíduo (parcela)	12
Parcelas	23
Cultivar (C)	1
L * C	2
P * C	1
P * L * C	2
Resíduo (subparcela)	18
Total	47

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características físicas do solo

Para a camada superficial (Quadro 6), não ocorreu diferença significativa para as variáveis analisadas, sendo tal resultado concordante com SORATTO et al. (2002), que trabalhando em área contígua não detectou diferença para as características físicas do solo dentro dos sistemas de preparo estudados.

QUADRO 6. Valores médios referentes a macro, micro, porosidade total e densidade do solo, sob diferentes sistemas de cultivo na profundidade de 0,00 a 0,05 m, na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02.

CAUSAS DA VARIACÃO	Porosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)			Densidade do solo (kg dm^{-3})
	Macro	Micro	Total	
SISTEMAS DE CULTIVO				
Aiveca	0,07	0,31	0,38	1,38
Plantio Direto	0,06	0,32	0,37	1,32
VALOR DE F	0,68 ns	0,31 ns	0,32 ns	2,81 ns
CV (%)	49,22	5,96	9,00	30,11
DMS	0,093	0,054	0,098	0,96

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A macroporosidade para profundidade de 0,10 a 0,15 m (Quadro 7) mostrou-se inferior ao valor limite de $0,10 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$ que de acordo com GREELAND (1981) pode

prejudicar o crescimento das raízes, no entanto, para GUPTA et al. (1989), esse limite depende do tipo de planta e do nível de atividade biológica do solo. A microporosidade foi maior no plantio direto, sendo que tais valores são semelhantes aos obtidos por SOUZA (2000).

QUADRO 7. Valores médios de macro, micro e porosidade total e densidade do solo, sob diferentes sistemas de cultivo na profundidade de 0,10 a 0,15 m, na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	Porosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)			Densidade do solo (kg dm^{-3})	
	Macro	Micro	Total		
SISTEMAS DE CULTIVO	Aiveca	0,064	0,31 b	0,36	1,42
	Plantio Direto	0,075	0,33 a	0,40	1,41
VALOR DE F	0,62 ns	29,91 **	4,35 ns	0,24 ns	
CV (%)	32,57	2,17	6,77	62,89	
DMS	0,07	0,02	0,08	0,97	

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Pelo Quadro 8 verifica-se diferença apenas para a macroporosidade, com valor menor ao obtido por SORATTO et al. (2002) Há indicação de que ocorreu uma degradação da estrutura do solo alterando a relação massa volume, afetando diretamente a planta.

QUADRO 8. Valores médios de macro, micro e porosidade total e densidade do solo, sob diferentes sistemas de cultivo na profundidade de 0,20 a 0,25 m, na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02.

CAUSAS DA VARIACÃO	Porosidade ($m^3 m^{-3}$)			Densidade do solo ($kg dm^{-3}$)
	Macro	Micro	Total	
SISTEMAS DE CULTIVO Aiveca	0,067 b	0,33	0,39	1,43
Plantio Direto	0,085 a	0,33	0,42	1,39
VALOR DE F	23,41 **	0,25 ns	7,56 ns	0,47 ns
CV (%)	7,66	2,64	3,12	40,19
DMS	0,017	0,025	0,036	1,02

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Os valores das variáveis estudadas a profundidade de 0,30 a 0,35 m (Quadro 9) não diferiram entre si, porém mostraram uma tendência do aiveca proporcionar melhores condições físicas ao solo, pois de acordo com KIEHL (1979), a aração seguida de gradagem, em um solo com um teor de umidade ideal, favorece a formação de agregados e conseqüentemente diminui a densidade do solo.

QUADRO 9. Valores médios de macro, micro e porosidade total e densidade do solo, sob diferentes sistemas de cultivo na profundidade de 0,30 a 0,35 m, na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02.

CAUSAS DA VARIACÃO	Porosidade ($m^3 m^{-3}$)			Densidade do solo ($kg dm^{-3}$)
	Macro	Micro	Total	
SISTEMAS DE CULTIVO Aiveca	0,11	0,33	0,46	1,30
Plantio Direto	0,11	0,35	0,44	1,32
VALOR DE F	0,22 ns	8,37 ns	5,06 ns	6,83 ns
CV (%)	8,55	1,93	2,83	44,40
DMS	0,028	0,021	0,037	0,87

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Na profundidade de aproximadamente 0,10 a 0,30 m, para o aiveca na lâmina 1 (Figura 2), mostrou-se com maior valor para a resistência a penetração, sendo o mesmo comportamento também confirmado para a lâmina 2 (Figura 3) e para o tratamento não irrigado (Figura 4), evidenciando que as lâminas estudadas não afetaram a estrutura física do solo e que as gradagens contribuíram para este resultado. CENTURION & DEMATTÊ (1985), trabalhando com vários sistemas de preparo, no mesmo solo, observaram a formação de uma camada mais resistente a partir de 0,10 m de profundidade.

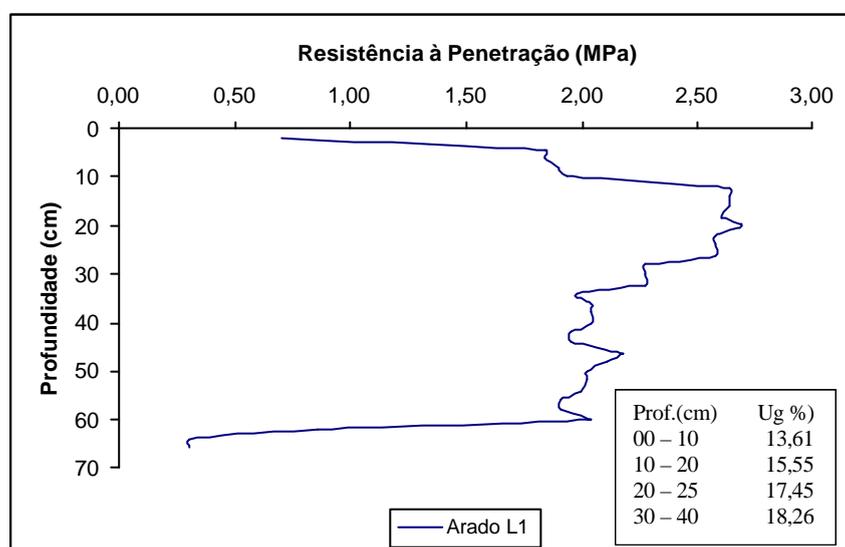


Figura 2. Valores médios de resistência do solo à penetração, referentes ao preparo com arado de aiveca e sob a utilização da lâmina 1. Selvíria (MS) 2002.

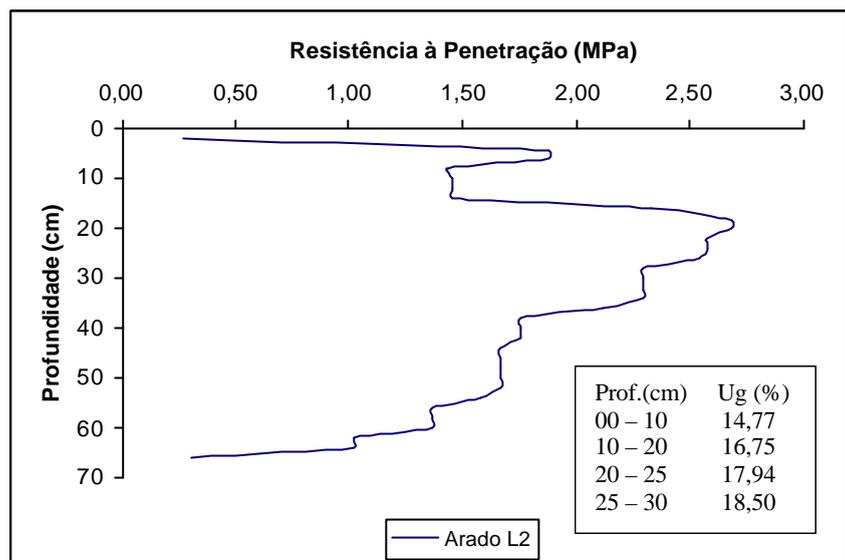


Figura 3. Valores médios de resistência do solo à penetração, referentes ao preparo com arado de aiveca e sob a utilização da lâmina 2. Selvíria (MS) 2002.

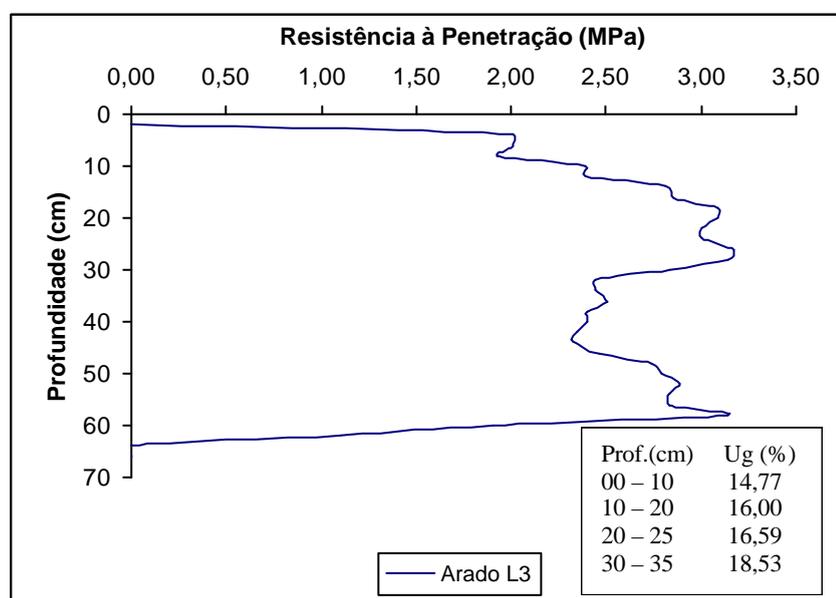


Figura 4. Valores médios de resistência do solo à penetração, referentes ao preparo com arado de aiveca e sem irrigação suplementar. Selvíria (MS) 2002.

No sistema plantio direto, as lâminas se mantiveram sob uma mesma tendência (Figuras 5, 6, e 7), onde a camada mais compacta situou-se até a profundidade de 0,10 m, o que pode ser atribuído ao não revolvimento do solo para a semeadura. Este resultado pode ser explicado pela tendência de menores valores de densidade do solo no perfil até a profundidade de 0,35 m apresentados nos Quadros 6, 7, 8 e 9. Para GUIMARÃES & MOREIRA (2001) o crescimento da parte aérea do arroz de terras altas é diminuído com o aumento da densidade do solo e a compactação do solo na camada superficial diminui a quantidade de raízes presentes nesta camada e na camada inferior não compactada, acarretando menores valores para as características agronômicas do arroz.

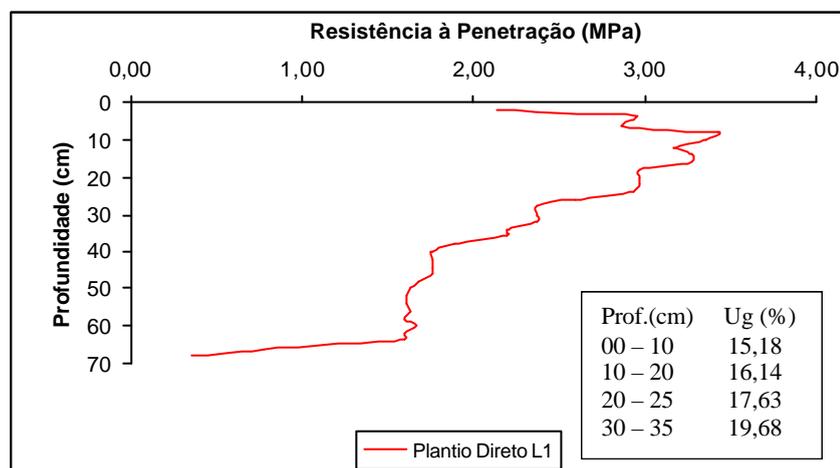


Figura 5. Valores médios de resistência do solo à penetração, referentes ao sistema plantio direto sob a utilização da lâmina 1. Selvíria (MS) 2002.

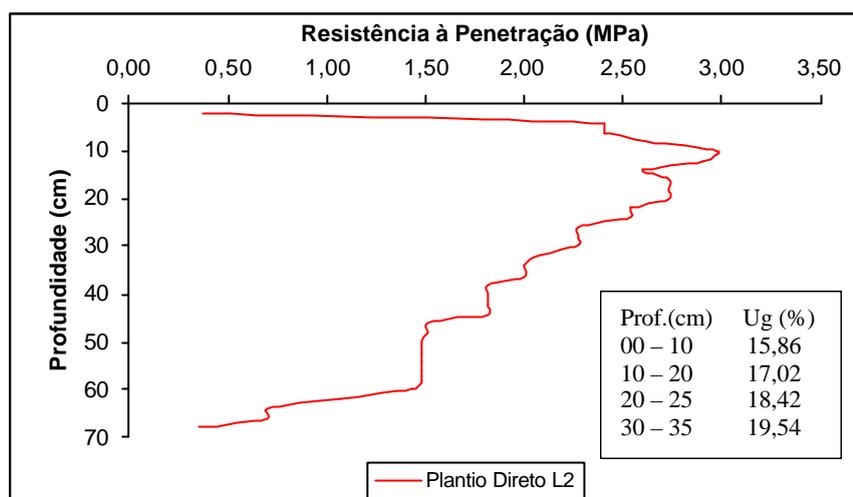


Figura 6. Valores médios de resistência do solo à penetração, referentes ao sistema plantio direto sob a utilização da lâmina 2. Selvíria (MS) 2002.

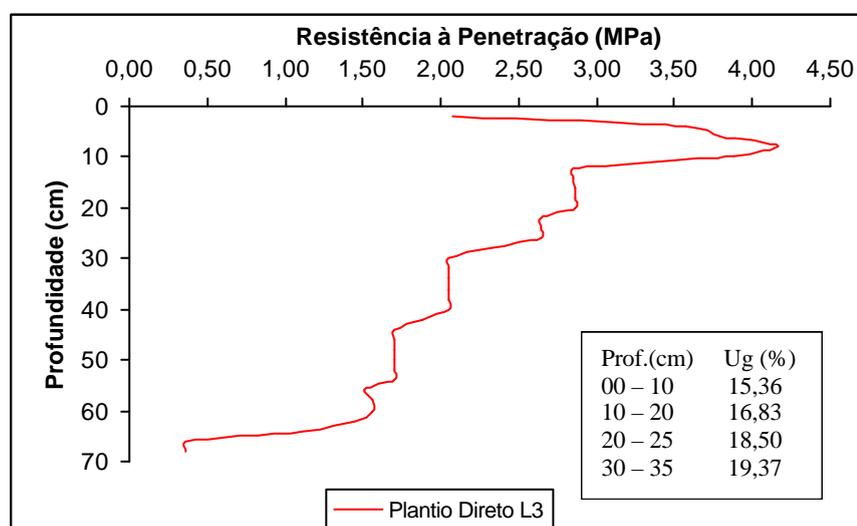


Figura 7. Valores médios de resistência do solo à penetração, referente ao sistema plantio direto sem irrigação suplementar. Selvíria (MS) 2002.

4.2. Características agronômicas da cultura do arroz

O florescimento pleno do cultivar Primavera ocorreu no dia 12/02 (76 DAE) e sua colheita no dia 09/03 (100 DAE), sendo que o cultivar Maravilha apresentou seu florescimento pleno no dia 09/03 (100 DAE) e sua colheita no dia 03/04 (125 DAE). Com essa diferença na época de florescimento, o Primavera não sofreu ação do veranico ocorrido no período de condução do experimento, proporcionando melhores resultados do que o Maravilha, de forma mais acentuada, sem irrigação por aspersão, em virtude de seu ciclo ser menor, conforme Figura 1. O manejo de água não afetou o número de dias para o florescimento dos cultivares, tal resultado é discordante de CRUSCIOL (1995) e ARF et al. (2001), onde esses autores observaram que o uso da irrigação reduz o número de dias para o florescimento.

4.2.1. Cultura do arroz sob arado de aiveca

Para altura de planta (Quadro 10) não houve efeito significativo das lâminas utilizadas, demonstrando ser, esta característica, pouco influenciada pela quantidade de água fornecida, sendo tais resultados divergentes daqueles encontrados por RODRIGUES et al. (1998), onde evidenciaram que a deficiência hídrica reduziu a altura das plantas. Em relação aos cultivares, o Primavera obteve as maiores alturas, podendo tal fato ser explicado devido a característica genética de cada cultivar, sendo que CAVALCANTE & BATISTA (2002) também registraram maiores alturas para o Primavera.

O número de colmos e de panículas m^{-2} (Quadro 10) não sofreram influência das lâminas, comportamento este semelhante ao encontrado para os cultivares. Tais resultados são diferentes dos encontrados por STONE & MOREIRA (1996), que verificaram diminuição no número de panículas m^{-2} no tratamento sob estresse hídrico. Nota-se que o preparo do solo com arado de aiveca proporcionou condições favoráveis para o desenvolvimento de ambos os cultivares.

Os colmos férteis não apresentaram diferença significativa entre os cultivares, ocorrendo porém, resultado significativo para as lâminas de água, onde as lâminas 1 e 2 proporcionaram uma maior valor (Quadro 10), revelando que o estresse hídrico afeta o desenvolvimento da cultura do arroz em ano com ocorrência de veranico.

QUADRO 10. Valores médios obtidos na avaliação da altura de planta, número de colmos m^{-2} , número de panículas m^{-2} e colmos férteis em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02, sob arado de aiveca.

CAUSAS DA VARIACÃO		Altura de planta (cm)	Número de colmos m^{-2}	Número de Panículas m^{-2}	Colmos férteis (%)
LÂMINAS	L1 + chuva	104	280	261	93 a
	L2 + chuva	100	275	253	92 a
	Sequeiro+chuva	101	247	193	72 b
CULTIVAR	Primavera	104 a	253	218	84
	Maravilha	99 b	282	253	89
VALOR DE F	Lâmina	4,06 ns	0,70 ns	3,25 ns	7,62 *
	Cultivar	16,79 **	2,20 ns	3,78 ns	0,75 ns
	Lâm * Cult	0,09 ns	0,19 ns	0,63 ns	0,81 ns
CV (%)	Lâmina	2,93	22,86	24,60	9,00
	Cultivar	2,68	17,70	18,86	8,27
DMS	Lâmina				6,21
	Cultivar	3,61			

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Analisando o número de grãos granados/panícula verificou-se que para tal parâmetro houve interação significativa (Quadro 11) e esta revelou que sem irrigação por aspersão o cultivar Maravilha apresentou o menor valor, evidenciando que a falta de água para a cultura do arroz é um problema crucial. As lâminas dentro dos cultivares revelaram que cada cultivar se expressou de forma diferente, mostrando que a necessidade hídrica é diferente para cada um, sendo o Primavera com menor valor para a lâmina 1 e o Maravilha sem irrigação suplementar (Quadro 12). Deve-se ressaltar que no período de florescimento do Maravilha ocorreu veranico na região, o que não aconteceu para o Primavera, portanto deve haver um cuidado ao analisar tais dados. Segundo STONE & SILVA (1998) o número de grãos/panícula é um dos componentes da produção mais afetados pelo estresse hídrico, principalmente na fase reprodutiva.

Em relação ao número de grãos chochos/panícula o desdobramento da interação significativa (Quadro 13) mostrou que para os cultivares dentro de todas as lâminas o Maravilha mostrou-se superior. Esse fato é associado e confirmado pelos menores valores obtidos pelo Maravilha no desdobramento do parâmetro fertilidade das espiguetas (Quadro 14), característica que deve ser ressaltada e observada pelos orizicultores na escolha de um cultivar para o plantio e dos pesquisadores em confirmar tal comportamento.

Na avaliação do número de grãos totais/panícula, obteve-se significância para cultivares, onde o Maravilha apresentou o maior valor (Quadro 11), sendo superior também ao obtido por STONE et al. (1999), quando trabalhou com o mesmo cultivar obtendo um valor de 134,2. No entanto, deve-se atentar para o fato do Maravilha ter alcançado os maiores valores de grãos chochos (Quadro 13), sendo esta uma característica depreciativa.

No desdobramento para fertilidade das espiguetas (Quadro 14), o Primavera mostra-se com maiores valores dentro de todas as lâminas e fica claro que a falta de água interfere na fertilidade quando se observa as lâminas dentro do Maravilha, o que vem a concordar com FERRAZ (1987), que afirmou que a falta de água em período que antecede o florescimento provoca esterilidade ou má formação das espiguetas.

QUADRO 11. Valores médios obtidos na avaliação do número de grãos por panícula e fertilidade das espiguetas em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02, sob arado de aiveca.

CAUSAS DA VARIAÇÃO		Número de grãos/panícula			Fertilidade das espiguetas (%)
		Granados	Chochos	Total	
LÂMINAS	L1 + chuva	132	37	169	79,13
	L2 + chuva	119	33	152	79,50
	Sequeiro+chuva	101	55	157	66,13
CULTIVAR	Primavera	115	20	135 b	84,92
	Maravilha	119	63	183 a	64,92
VALOR DE F	Lâmina	4,49 ns	15,18 **	1,12 ns	24,59 **
	Cultivar	0,63 ns	101,54 **	37,76 **	147,19 **
	Lâm * Cultivar	18,82 **	6,49 *	2,71 ns	21,44 **
CV (%)	Lâmina	17,49	20,83	14,35	5,80
	Cultivar	10,71	25,11	11,82	5,39
DMS	Cultivar	24,97			

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 12. Desdobramento das interações significativas referentes ao número de grãos granados/panícula, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), sob arado de aiveca.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	114 a B	150 a A
L2 + chuva	111 a A	127 a A
Sequeiro+chuva	121 a A	82 b B
DMS	Nas colunas = 25	
	Nas linhas = 20	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 13. Desdobramento das interações significativas referentes ao número de grãos chochos/panícula em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), sob arado de aiveca.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	20 a B	54 b A
L2 + chuva	18 a B	48 b A
Sequeiro+chuva	23 a B	88 a A
DMS	Nas colunas = 21 Nas linhas = 17	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 14. Desdobramento das interações significativas referentes à fertilidade das espiguetas em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), sob arado de aiveca.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	85,00 a A	73,25 a B
L2 + chuva	86,00 a A	73,00 a B
Sequeiro+chuva	83,75 a A	48,50 b B
DMS	Nas colunas = 7,98 Nas linhas = 6,46	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

No desdobramento da interação para renda de benefício, o menor valor obtido foi para o cultivar Maravilha quando não houve irrigação suplementar (Quadro 16), sendo que não houve diferenças com lâminas suplementares. Os valores de renda de benefício para os cultivares Primavera (72,3 %) e Maravilha (68,3 %) foram semelhantes aos encontrados por ZARATIN (2000), que situaram-se na faixa de 69 % e 68 %, respectivamente.

Os resultados de rendimentos de grãos inteiros dentro das lâminas mostraram a superioridade do Primavera (Quadro 17), uma vez que segundo OLIVEIRA et al. (1998), o rendimento de inteiros significa a quantidade de grãos inteiros obtida após o beneficiamento industrial e é um dos parâmetros mais importantes para determinar o valor de comercialização. Já a lâmina de sequeiro, dentro dos cultivares, apresentou o menor valor para o Maravilha, sendo este resultado explicável pela ocorrência de veranico no período de florescimento e

enchimento de grãos, sendo essas as fases críticas para um bom rendimento da cultura (STONE et al., 1979a). O rendimento de inteiros foi de 65,5 % para o Primavera, valor superior aos 58 % preconizado pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1992).

Para o número de grãos quebrados (Quadro 15), constatou-se significância somente para cultivares, onde o Maravilha apresentou-se com maior valor, reflexo do veranico sofrido, sendo tal característica depreciativa para o cultivar, pois diminui a qualidade e o valor comercial do produto (CRUSCIOL et al., 1999a).

QUADRO 15. Valores médios obtidos na avaliação da renda de benefício e rendimento de grãos em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02, sob arado de aiveca.

CAUSAS DA VARIACÃO		Renda de Benefício (%)	Rendimento de Grãos (%)	
			Inteiros	Quebrados
LÂMINAS	L1 + chuva	73,8	62,9	11,0
	L2 + chuva	73,0	62,4	10,6
	Sequeiro+chuva	64,1	50,8	13,4
CULTIVAR	Primavera	72,3	65,5	6,80 b
	Maravilha	68,3	51,8	16,53 a
VALOR DE F	Lâmina	56,80 **	136,80 **	1,90 ns
	Cultivar	9,53 *	210,43 **	41,70 **
	Lâm * Cultivar	22,38 **	61,41 **	0,75 ns
CV (%)	Lâmina	2,84	2,80	26,64
	Cultivar	4,56	3,95	31,63
DMS				4,90

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 16. Desdobramento das interações significativas referentes à renda de benefício em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), sob arado de aiveca.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	72,7 a A	74,9 a A
L2 + chuva	71,9 a A	74,0 a A
Sequeiro+chuva	72,4 a A	56,0 b B
DMS	Nas colunas = 6,3 Nas linhas = 5,1	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 17. Desdobramento das interações significativas referentes ao rendimento de grãos inteiros, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), sob arado de aiveca.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	66,4 a A	59,3 a B
L2 + chuva	65,1 a A	59,6 a B
Sequeiro+chuva	65,1 a A	36,6 b B
DMS	Nas colunas = 4,6 Nas linhas = 3,7	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Os parâmetros massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade mostraram interação significativa (Quadro 18). A massa de 100 grãos apresentou menor valor para o Maravilha sem irrigação suplementar (1,88), reflexo do veranico ocorrido no período de florescimento e enchimento de grãos. Para as demais combinações entre os cultivares e as lâminas não ocorreram diferenças (Quadro 19), evidenciando a semelhança de comportamento entre os cultivares para este parâmetro. MATOS (2000) trabalhando com o mesmo cultivar encontrou valor inferior (2,08) quando comparado aos obtidos pelas lâminas 1 e 2.

Para o desdobramento do fator massa hectolétrica, observando-se os cultivares dentro de cada lâmina, o Primavera mostrou-se superior e a lâmina de sequeiro proporcionou menor massa hectolétrica para o Maravilha (Quadro 20). Segundo BRASIL (1992) os valores de

massa hectolétrica devem se situar acima de 56kg/100l, valor este que o Primavera ultrapassou, indicando a boa granação das sementes.

Analisando-se o desdobramento de cultivares dentro de lâminas, para a produtividade (Quadro 21), nota-se que em condições de sequeiro houve queda de produtividade para o Maravilha, sendo que o Primavera não sofreu influência das lâminas devido a boa distribuição pluvial ocorrida no período de florescimento e enchimento de grãos, que são as fases mais críticas em exigência de água pela cultura, concordando com resultados obtidos por STONE et al. (1979b).

QUADRO 18. Valores médios obtidos na avaliação da massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02, sob arado de aiveca.

CAUSAS DA VARIAÇÃO		Massa de 100 grãos (g)	Massa Hectolétrica (kg/100l)	Produtividade (kg/ha)
LÂMINAS	L1 + chuva	2,51	55,1	3486
	L2 + chuva	2,45	55,5	3453
	Sequeiro+chuva	2,18	50,5	2149
CULTIVAR	Primavera	2,55	59,6	3980
	Maravilha	2,21	47,8	2078
VALOR DE F	Lâmina	19,14 **	21,58 **	50,31 **
	Cultivar	30,20 **	173,89 **	51,81 **
	Lâm * Cultivar	4,44 *	10,73 **	7,86 **
CV (%)	Lâmina	4,88	3,16	10,04
	Cultivar	6,40	4,06	21,36

** , * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

QUADRO 19. Desdobramento das interações significativas referentes à massa de 100 grãos, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), sob arado de aiveca.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	2,60 a A	2,43 a A
L2 + chuva	2,58 a A	2,34 a A
Sequeiro+chuva	2,48 a A	1,88 b B
DMS	Nas colunas = 0,30 Nas linhas = 0,24	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 20. Desdobramento das interações significativas referentes à massa hectolétrica, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), sob arado de aiveca.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	60,0 a A	50,3 a B
L2 + chuva	59,5 a A	51,5 a B
Sequeiro+chuva	59,3 a A	41,8 b B
DMS	Nas colunas = 4,3 Nas linhas = 3,5	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 21. Desdobramento das interações significativas referentes à produtividade, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), sob arado de aiveca.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	3959 a A	3013 a A
L2 + chuva	4153 a A	2754 a B
Sequeiro+chuva	3829 a A	469 b B
DMS	Nas colunas = 1278 Nas linhas = 1035	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

4.2.2. Cultura do arroz em sistema plantio direto

Os cultivares em estudo demonstraram diferença significativa em relação à altura de plantas (Quadro 22), onde o Primavera foi superior ao Maravilha, resultado concordante com o encontrado por ZARATIN (2000). Trabalhando com manejo de água por meio de irrigação por aspersão na cultura do arroz, NAKAO (1995) constatou que o aumento na lâmina de água ocasionou maiores alturas, resultado diferente do encontrado, tendo em vista que as diferentes lâminas utilizadas não afetaram a altura das plantas.

As lâminas e os cultivares não diferiram em relação ao número de panículas e de colmos m^{-2} evidenciando assim a semelhança entre os cultivares sob estes parâmetros (Quadro 22), porém ARF et al. (2001), no ano agrícola de 97/98, em que houve ocorrência de veranico, o tratamento sem irrigação propiciou a obtenção de menor número de panículas em relação ao tratamento irrigado com a maior lâmina. CRUSCIOL et al. (1999a), desenvolveu experimento em área contígua, com o cultivar IAC 201, avaliando espaçamento e densidade de semeadura e, analisando a interação para 100 sementes m^{-2} e 0,30 m entre fileiras, o resultado para o número de colmos m^{-2} (177) ficou abaixo dos valores alcançados pelo Primavera (214) e pelo Maravilha (240), evidenciando que este parâmetro pode vir a variar de cultivar para cultivar.

Para os colmos férteis ocorreu interação significativa (Quadro 23), onde dentro dos cultivares a lâmina 2 proporcionou o maior valor para o Primavera e para o Maravilha a condição de sequeiro mostrou-se como a menos indicada concordando com ARF et al. (2002), onde afirmaram que em condições de sequeiro a cultura do arroz pode ter deficiência hídrica em períodos críticos prejudicando seu desenvolvimento e produção.

Quadro 22. Valores médios obtidos na avaliação da altura de planta, número de colmos m^{-2} , número de panículas m^{-2} e colmos férteis em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02, em sistema plantio direto.

CAUSAS DA VARIAÇÃO		Altura de planta (cm)	Número de colmos m^{-2}	Número de panículas m^{-2}	Colmos férteis (%)
LÂMINAS	L1 + chuva	98	221	196	88
	L2 + chuva	94	245	228	93
	Sequeiro+chuva	93	215	180	86
CULTIVAR	Primavera	100 a	214	188	87
	Maravilha	90 b	240	214	88
VALOR DE F	Lâmina	2,25 ns	1,03 ns	4,75 ns	1,67 ns
	Cultivar	18,82 **	3,20 ns	4,60 ns	12,30 **
	Lâm * Cult	0,50 ns	0,61 ns	1,47 ns	39,72 **
CV (%)	Lâmina	4,61	19,86	15,58	10,83
	Cultivar	5,79	15,36	14,74	1,51
DMS	Cultivar	7,31			

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 23. Desdobramento das interações significativas referentes a colmos férteis, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), em sistema plantio direto.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	86 b B	93 a A
L2 + chuva	93 a A	92 a A
Sequeiro+chuva	86 b A	85 b A
DMS	Nas colunas = 4,00	
	Nas linhas = 5,30	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Pelo Quadro 24 observa-se interação significativa para o número de grãos granados e chochos/panícula como também para fertilidade das espiguetas. Em relação ao número de grãos granados, o desdobramento (Quadro 25) revelou apenas diferença na lâmina de sequeiro com o Maravilha, mas o orizicultor deve, antes de adotar alguma lâmina, em específico para o Primavera, ter conhecimento das condições agrometeorológicas registradas no local no período de estudo e avaliações do experimento.

Para o número de grãos chochos, que é uma característica indesejável, o Maravilha dentro de todas as lâminas foi superior (Quadro 26), sendo mais acentuado na lâmina em condição de sequeiro, o que não foi observado por MATOS (2000), onde o mesmo cultivar em discussão, apresentou o mesmo comportamento dentro de todos os manejos de água pesquisados. Apesar de apresentar um maior número de grãos chochos, ressalta-se que o Maravilha apresentou o maior número de grãos totais (Quadro 24) e o mesmo número de grãos granados, menos na lâmina em condição de sequeiro (Quadro 25), portanto o agricultor, antes da escolha do cultivar que irá plantar, deverá fazer uma análise minuciosa de todos os parâmetros analisados.

A fertilidade das espiguetas, analisada pela interação significativa (Quadro 27), nos revela, que dentro de cada lâmina o Primavera apresentou os maiores valores e dentro de cada cultivar a única diferença encontrada foi para o Maravilha em sequeiro, sendo assim, a irrigação mostrou-se eficiente em proporcionar maior fertilidade das espiguetas, resultado este já encontrado por RODRIGUES et al. (1998) e STONE et al. (1979a).

QUADRO 24. Valores médios obtidos na avaliação do número de grãos por panícula e fertilidade das espiguetas em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02, em sistema plantio direto.

CAUSAS DA VARIAÇÃO		Número de grãos/panícula			Fertilidade das espiguetas (%)
		Granados	Chochos	Total	
LÂMINAS	L1 + chuva	109	35	145	77,00
	L2 + chuva	111	28	139	80,75
	Sequeiro+chuva	80	57	137	61,75
CULTIVAR	Primavera	107	16	123 b	86,83
	Maravilha	93	64	157 a	59,50
VALOR DE F	Lâmina	9,05 *	15,18 **	0,34 ns	59,04 **
	Cultivar	5,89 *	101,54 **	40,06 **	226,65 **
	Lâm * Cultivar	10,10 **	6,49 *	0,84 ns	40,71 **
CV (%)	Lâmina	16,26	20,46	13,82	5,06
	Cultivar	13,45	22,22	9,45	6,08
DMS	Cultivar			17,56	

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 25. Desdobramento das interações significativas referentes ao número de grãos granados/panícula, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), em sistema plantio direto.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	105 a A	114 a A
L2 + chuva	112 a A	110 a A
Sequeiro+chuva	104 a A	56 b B
DMS	Nas colunas = 27	
	Nas linhas = 22	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 26. Desdobramento das interações significativas referentes ao número de grãos chochos/panícula, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), em sistema plantio direto.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	19 a B	52 b A
L2 + chuva	15 a B	41 b A
Sequeiro+chuva	15 a B	99 a A
DMS	Nas colunas = 17 Nas linhas = 14	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 27. Desdobramento das interações significativas referentes ao número de fertilidade das espiguetas, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), em sistema plantio direto.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	85,00 a A	69,00 a B
L2 + chuva	88,50 a A	73,00 a B
Sequeiro+chuva	87,00 a A	36,50 b B
DMS	Nas colunas = 8,78 Nas linhas = 7,12	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para a renda de benefício e rendimentos de grãos inteiros (Quadro 28) observou-se interação significativa. A irrigação mostrou ser um método eficiente para proporcionar maiores valores de renda de benefício, uma vez que apenas para a condição de sequeiro em combinação com o Maravilha (Quadro 29) houve a menor renda. Também ARF et al. (2002), trabalhando com três cultivares, todos apresentaram menores valores para renda de benefício e rendimentos de grãos inteiros quando submetidos a condição de sequeiro.

Analisando-se dentro de cada cultivar, para o parâmetro rendimento de grãos inteiros, a única lâmina que diferiu das demais foi a de sequeiro no Maravilha (Quadro 30), onde a ocorrência de veranico prejudicou tal cultivar. Já a lâmina 2 proporcionou valores iguais para

os cultivares, enquanto que dentro das demais lâminas, o Primavera sempre mostrou-se superior. Valores inferiores foram obtidos por CRUSCIOL et al. (1999a), para o cultivar IAC 201 (55,1 %), em relação ao encontrado neste trabalho para o Primavera (65,6 %).

O rendimento de grãos quebrados, que deprecia a qualidade do produto, foi maior no Maravilha (Quadro 28), sendo o mesmo comportamento verificado no preparo do solo com arado de aiveca e devendo então o agricultor atentar para tal característica na escolha do cultivar. Mesmo tendo o maior valor para grãos quebrados estes ficaram aquém daqueles encontrados por ALMEIDA (1999), quando trabalhou com 5 cultivares de arroz e irrigação por aspersão, que se situaram entre 17,55 e 24,06 %.

QUADRO 28. Valores médios obtidos na avaliação da renda de benefício e rendimento de grãos em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02, em sistema plantio direto.

CAUSAS DA VARIAÇÃO		Renda de Benefício (%)	Rendimento de Grãos (%)	
			Inteiros	Quebrados
LÂMINAS	L1 + chuva	72,0	61,9	10,1
	L2 + chuva	74,0	63,8	10,3
	Sequeiro+chuva	60,4	50,6	9,6
CULTIVAR	Primavera	72,2	65,6	6,5 b
	Maravilha	65,4	51,8	13,5 a
VALOR DE F	Lâmina	18,30 **	23,22 **	0,17 ns
	Cultivar	14,21 **	98,08 **	53,46 **
	Lâm * Cultivar	20,72 **	31,61 **	0,25 ns
CV (%)	Lâmina	7,07	7,13	24,21
	Cultivar	6,37	5,82	23,43
DMS	Cultivar			3,12

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 29. Desdobramento das interações significativas referentes à renda de benefício em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), em sistema plantio direto.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	72,0 a A	72,0 a A
L2 + chuva	72,7 a A	75,4 a A
Sequeiro+chuva	71,9 a A	48,9 b B
DMS	Nas colunas = 8,7 Nas linhas = 7,0	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 30. Desdobramento das interações significativas referentes rendimento de grãos inteiros, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), em sistema plantio direto.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	65,7 a A	58,1 a B
L2 + chuva	66,0 a A	61,6 a A
Sequeiro+chuva	65,3 a A	35,9 b B
DMS	Nas colunas = 6,8 Nas linhas = 5,5	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A massa de 100 grãos, massa hectolétrica e a produtividade apresentaram interação significativa (Quadro 31). A massa de 100 grãos dentro de cada lâmina (Quadro 32) mostrou-se com os maiores valores para o Primavera, que também apresentou o mesmo resultado para a massa hectolétrica (Quadro 33) evidenciando que tal cultivar apresenta uma maior massa por grão proporcionando maior renda ao produtor, sabendo-se que ambos os cultivares apresentaram o mesmo número de grãos granados (Quadro 24), deve-se atentar para o experimento desenvolvido por STONE et al. (1999), onde utilizaram 4 genótipos, dentre estes o Maravilha e conseguiram para a massa de 100 grãos valores semelhantes, o que não aconteceu com SOUZA e AZEVEDO (1994), quando trabalhou com o cultivar Rio Paranaíba e

obteve valor de 3,58 g. Pela análise de cada cultivar dentro das lâminas (Quadros 32 e 33), ficou evidente que para o Primavera não houve influência alguma e para o Maravilha, que sofreu ação do veranico, a condição de sequeiro proporcionou o menor resultado. ARF et al. (2001), avaliando 3 cultivares sob manejos de solo e de água, verificaram que para os parâmetros supra citados os maiores resultados foram conseguidos na lâmina 2, e para massa de 100 grãos a lâmina de sequeiro, em ano (97/98) com ocorrência de veranico, registrou o menor valor.

Já o desdobramento da produtividade (Quadro 34) dentro do cultivar Primavera, não houve diferença nas lâminas estudadas como também detectado por ARF et al. (2001), em que as lâminas não afetaram a produtividade dos cultivares avaliados em função da não ocorrência de veranico no ano 98/99 em que foi desenvolvido o experimento. Para o Maravilha, a condição de sequeiro proporcionou menor produtividade, fato também observado por STONE & MOREIRA (1996), que pesquisando dois cultivares e condições hídricas do solo, apurou que a produtividade foi maior, para ambos os cultivares, no tratamento sem estresse hídrico, revelando que a necessidade de irrigação para a cultura do arroz é essencial, fato este diagnosticado por OLIVEIRA (1994) e SANTOS (1990), que alcançaram incrementos na produtividade quando utilizaram irrigação por aspersão em comparação com o sistema de sequeiro. Analisando-se dentro de cada lâmina, a lâmina 1 apresentou os mesmos valores para os cultivares, sendo que nas demais o Primavera foi superior, mostrando que há uma tendência, no sistema plantio direto, da lâmina 2 ser mais adequada ao Primavera.

QUADRO 31. Valores médios obtidos na avaliação da massa de 100 grãos, massa hectolétrica e da produtividade em cultivares de arroz de terras altas, submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS), no ano agrícola 2001/02, em sistema plantio direto.

CAUSAS DA VARIACÃO		Massa de 100 grãos (g)	Massa Hectolétrica (kg/100l)	Produtividade (kg/ha)
LÂMINAS	L1 + chuva	2,29	56,0	2708
	L2 + chuva	2,35	56,3	3044
	Sequeiro+chuva	2,21	50,1	1526
CULTIVAR	Primavera	2,48	59,1	3175
	Maravilha	2,09	49,2	1678
VALOR DE F	Lâmina	2,42 ns	6,99 *	17,32 **
	Cultivar	77,41 **	101,39 **	60,73 **
	Lâm * Cultivar	7,72 *	9,54 **	11,95 **
CV (%)	Lâmina	5,49	6,85	22,34
	Cultivar	4,67	4,46	19,39

** , * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

QUADRO 32. Desdobramento das interações significativas referentes à massa de 100 grãos, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), em sistema plantio direto.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	2,43 a A	2,15 a B
L2 + chuva	2,48 a A	2,23 a B
Sequeiro+chuva	2,53 a A	1,90 b B
DMS	Nas colunas = 0,21 Nas linhas = 0,17	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 33. Desdobramento das interações significativas referentes à massa hectolétrica, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), em sistema plantio direto.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	60,3 a A	51,8 a B
L2 + chuva	59,0 a A	53,5 a B
Sequeiro+chuva	58,0 a A	42,3 b B
DMS	Nas colunas = 4,8 Nas linhas = 3,9	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 34. Desdobramento das interações significativas referentes à produtividade, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS), em sistema plantio direto.

LÂMINAS	CULTIVARES	
	Primavera	Maravilha
L1 + chuva	2976 a A	2440 a A
L2 + chuva	3636 a A	2453 a B
Sequeiro+chuva	2912 a A	140 b B
DMS	Nas colunas = 929 Nas linhas = 753	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

4.2.3. Análise conjunta

A análise conjunta efetuou a comparação estatística entre os dois preparos de solo, analisados de forma separada anteriormente, levando em consideração todos os parâmetros pesquisados. Para a altura de planta (Quadro 35) houve interação significativa (Quadro 36), onde dentro de cada preparo, o Primavera mostrou-se com maior altura em ambos, sendo este comportamento também encontrado por ZARATIN (2000), quando analisou o comportamento de quatro cultivares de arroz em preparo com arado de aiveca na mesma Fazenda Experimental. Conforme Quadro 36, dentro de cada cultivar, o Maravilha apresentou maior altura para o aiveca, mas tais valores mostraram-se inferiores aos atingidos por MATOS (2000), na mesma área experimental.

Os parâmetros número de colmos e de panículas m^{-2} e colmos férteis não apresentaram diferença significativa, revelando que os preparos do solo não afetaram tais parâmetros (Quadro 36). STONE e SILVA (1999), trabalhando com 2 profundidades de aração (0,10-0,15 m e 0,30-0,35 m) e com o cultivar Maravilha obtiveram um maior número de panículas m^{-2} na aração superficial e os resultados de SILVEIRA et al. (1998), divergem dos encontrados, pois quando comparou arado/grade e sistema plantio direto observou maior valor para o sistema plantio direto.

QUADRO 35. Valores médios obtidos na avaliação da altura de planta, número de colmos m^{-2} , número de panículas m^{-2} e colmos férteis em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS) em sistema plantio direto e arado de aiveca, no ano agrícola 2001/02.

CAUSAS DA VARIAÇÃO		Altura de planta (cm)	Número de colmos m^{-2}	Número de panículas m^{-2}	Colmos férteis (%)
PREPARO	Aiveca	101	91	80	87
	Plantio Direto	95	77	68	87
VALOR DE F	Preparo	33,47 **	9,28 ns	8,88 ns	0,47 ns
	Pre * Lam	0,20 ns	0,40 ns	1,35 ns	1,02 ns
	Pre * Cult	4,32 *	0,02 ns	0,18 ns	0,05 ns
	Pre * Lam * Cult	0,27 ns	0,03 ns	0,002 ns	0,58 ns
CV (%)	Lâmina	3,81	21,73	21,33	9,96
	Cultivar	4,42	16,81	17,30	5,93

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

QUADRO 36. Desdobramento das interações significativas referentes à altura de plantas, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS).

CULTIVARES	PREPARO	
	Aiveca	Plantio Direto
Primavera	104 a A	100 a A
Maravilha	99 b A	90 b B
DMS	Nas colunas = 4,00 Nas linhas = 4,00	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Dentro de cada cultivar, o sistema plantio direto proporcionou menor número de grãos granados para o Maravilha, sendo que para o Primavera não houve diferença significativa. Já dentro de cada preparo, os cultivares tiveram o mesmo comportamento para o arado de aiveca e no plantio direto, o Primavera mostrou-se superior (Quadro 38). Os valores encontrados para o número de grãos por panícula mostraram-se superiores ao de SILVEIRA et al. (1998) e aos de STONE & SILVA (1999).

O número de grãos chochos/panículas não foi afetado pelo tipo de preparo do solo, conforme Quadro 37. Para o número de grãos total, o preparo foi significativo (Quadro 37) sendo o mais indicado o arado de aiveca. De forma geral, para o número de grãos/panículas, o preparo mais indicado foi o arado de aiveca, pois proporcionou maior número de grãos total e o Maravilha obteve maior número de grãos cheios no arado de aiveca.

Para a fertilidade das espiguetas, o desdobramento (Quadro 39) revelou a superioridade do Primavera dentro de cada preparo e dentro de cada cultivar o sistema plantio direto acarretou em menor fertilidade para o Maravilha, contudo as porcentagens encontradas foram bem semelhantes às encontradas por ZARATIN (2000).

QUADRO 37. Valores médios obtidos na avaliação do número de grãos por panícula e fertilidade das espiguetas em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS) em sistema plantio direto e arado de aiveca, no ano agrícola 2001/02.

CAUSAS DA VARIAÇÃO		Número de grãos/panícula			Fertilidade das espiguetas (%)
		Granados	Chochos	Total	
PREPARO	Aiveca	117	42	159 a	74,92
	Plantio Direto	100	40	140 b	73,17
VALOR DE F	Preparo	8,00 ns	0,20 ns	11,89 *	0,57 ns
	Pre * Lam	0,77 ns	0,67 ns	0,26 ns	1,97 ns
	Pre * Cult	5,37 *	0,67 ns	1,92 ns	8,94 **
	Pre * Lam * Cult	0,45 ns	1,62 ns	1,51 ns	2,65 ns
CV (%)	Lâmina	17,04	20,66	14,14	5,45
	Cultivar	11,98	23,78	10,87	5,74
DMS	Preparo	13,48			

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 38. Desdobramento das interações significativas referentes ao número de grãos granados/panícula, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS).

CULTIVARES	PREPARO	
	Aiveca	Plantio Direto
Primavera	115 a A	108 a A
Maravilha	119 a A	93 b B
DMS	Nas colunas = 11	
	Nas linhas = 15	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 39. Desdobramento das interações significativas referentes à fertilidade das espiguetas, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS).

CULTIVARES	PREPARO	
	Aiveca	Plantio Direto
Primavera	84,92 a A	86,83 a A
Maravilha	64,92 b A	59,50 b B
DMS	Nas colunas = 3,64 Nas linhas = 4,28	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os preparos do solo não influenciaram a renda de benefício e o rendimento de grãos (Quadro 40), indicando assim que tais parâmetros apresentaram uma tendência de não sofrerem ação das condições físicas em que se encontrava o solo, sendo mais afetados pelas lâminas e cultivares (Quadros 15 e 28). SILVEIRA et al. (1998), quando comparou diferentes sistemas de preparo do solo com o sistema plantio direto, averiguou que o rendimento de grãos foi superior no sistema plantio direto e tal resultado é discordante de STONE et al. (1980), que trabalhando em Latossolo Vermelho-Escuro, obtiveram menores rendimentos de grãos de arroz de sequeiro com a utilização do sistema plantio direto, sendo que os autores atribuíram tais resultados à compactação do solo causada pelo tratamento. Já ARF et al. (2002), não verificou diferença entre os preparos de solo utilizados em relação à renda de benefício, rendimentos de inteiros e quebrados para o ano agrícola 98/99.

QUADRO 40. Valores médios obtidos na avaliação da renda de benefício e rendimento de grãos em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS) em sistema plantio direto e arado de aiveca, no ano agrícola 2001/02.

CAUSAS DA VARIACÃO		Renda de Benefício (%)	Rendimento de grãos (%)	
			Inteiros	Quebrados
PREPARO	Aiveca	70,3	58,7	11,7
	Plantio Direto	68,8	58,7	10,0
VALOR DE F	Preparo	2,07 ns	0,005 ns	2,87 ns
	Pre * Lam	1,74 ns	0,60 ns	1,79 ns
	Pre * Cult	1,48 ns	0,002 ns	2,32 ns
	Pre * Lam * Cult	0,88 ns	0,13 ns	0,89 ns
CV (%)	Lâmina	5,34	5,42	25,71
	Cultivar	5,52	4,97	28,52

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

A massa de 100 grãos apresentou uma interação significativa para preparo e lâmina, onde dentro de cada preparo, o arado de aiveca proporcionou menor massa de 100 grãos na condição de sequeiro e dentro de cada lâmina as lâminas 1 e 2 produziram grãos mais pesados para o arado de aiveca (Quadro 42). Dentro da condição de sequeiro não houve diferença entre os preparos, contrariando as expectativas de que o arado mostrar-se-ia superior, por possibilitar uma maior exploração do perfil do solo, obtendo assim mais água, pois segundo ARF et al. (2001), com o revolvimento mais profundo proporcionado pelo arado, este permite que as plantas obtenham água em camadas mais profundas.

Não houve diferença significativa para os valores de massa hectolétrica (Quadro 41), porém os valores encontrados se situaram abaixo dos encontrados por ZARATIN (2000) e MATOS (2000).

Em relação à produtividade (Quadro 41), o arado de aiveca foi superior ao sistema plantio direto, o que vem a concordar com KLUTHCOUSKI et al. (2002), que afirmam que o arroz de terras altas, dentre as principais culturas, é a menos adaptada ao plantio direto. Isto indica ao agricultor uma alternativa de preparo de solo, mas o mesmo deve atentar para as

condições em que foi desenvolvido o experimento e àquelas que possui em sua propriedade antes de decidir por qual manejo irá implantar em seu solo.

QUADRO 41. Valores médios obtidos na avaliação da massa de 100 grãos, massa hectolétrica e da produtividade em cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes lâminas de água, conduzidos na região de Selvíria (MS) em sistema plantio direto e arado de aiveca, no ano agrícola 2001/02.

CAUSAS DA VARIACÃO		Massa de 100 grãos (g)	Massa Hectolétrica (kg/100l)	Produtividade (kg/ha)
PREPARO	Aiveca	2,38	53,7	3029 a
	Plantio Direto	2,28	54,1	2426 b
VALOR DE F	Preparo	3,13 ns	0,25 ns	16,88 *
	Pre * Lam	4,73 *	0,23 ns	0,71 ns
	Pre * Cult	0,30 ns	1,91 ns	1,54 ns
	Pre * Lam * Cult	0,16 ns	0,07 ns	0,11 ns
CV (%)	Lâmina	5,18	5,34	16,11
	Cultivar	5,64	4,27	20,74
DMS	Preparo			359

**, * e ns são respectivamente significativo a 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 42. Desdobramento das interações significativas referentes à massa de 100 grãos, em cultivares de arroz de terras altas (safra 2001/02) conduzidos na região de Selvíria (MS).

CULTIVARES	PREPARO	
	Aiveca	Plantio Direto
L1 + chuva	2,51 a A	2,29 a B
L2 + chuva	2,45 a A	2,35 a B
Sequeiro+chuva	2,18 b A	2,21 a A
DMS	Nas colunas = 0,16	
	Nas linhas = 0,08	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições em que se desenvolveu o experimento, permitiram concluir que:

- a) os sistemas de cultivo não influenciaram a densidade do solo, a macro e microporosidade nas profundidades de 0,0 a 0,05 m e 0,30 a 0,35 m.
- b) a irrigação suplementar proporcionou maior produtividade à cultura do arroz de terras altas.
- d) o cultivar Maravilha é mais indicado para o sistema de manejo do solo com o arado de aiveca.
- e) o preparo do solo com arado de aiveca comparado ao sistema plantio direto propiciou maior produtividade do arroz de terras altas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.R. **Efeito de doses de zinco em cinco cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.), em cultivo irrigado por aspersão: produção e qualidade fisiológica de sementes.** 1999, 36p. Trabalho (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

ALMEIDA, V. P. **Sucessão de culturas em preparo convencional e plantio direto em Latossolo Vermelho sob vegetação de cerrado.** Ilha Solteira, 2001. 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

ALVES, M.C. **Recuperação do subsolo de um Latossolo Vermelho usado para terrapleno e fundação da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira – SP.** Ilha Solteira, 2001. 83p. Tese (Livre Docência na Disciplina de Solos) – Faculdade de Engenharia “Júlio de Mesquita Filho”, Universidade Estadual Paulista.

ALVES, M.C. **Sistemas de Rotação de Culturas com Plantio Direto em Latossolo Roxo: Efeitos nas Propriedades Físicas e Químicas.** Piracicaba, 1992. 173p. Tese (Doutorado em Agronomia-Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ANJOS, J. T. et al. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.139-145, 1994.

Anuário da Agricultura Brasileira, **AGRIANUAL 2003**:. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, Editora Arcos, 1999. p.219-28.

ARF, O. et al. Influência da época de semeadura no comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão em Selvíria, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.1967-76, 2000.

ARF, O. et al. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n.2, p.321-6 , 2002.

ARF, O. et al. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e á irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.6, p.871-9, 2001.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Soil physics**. 4 ed. New York: J. Wiley , 1972. 520p.

BEUTLER, A. J. et al. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região do cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.167-177, 2001.

BIANCO, R. Ocorrência e manejo de pragas em plantio direto. In: PEIXOTO, R.T.G.; AHRENS, D.C.; SAMAHA,M.J. (Eds.) **Plantio direto**: o caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. P.238-275.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, M. A. C. **Adubação verde e sucessão das culturas na semeadura direta e convencional em Selvíria-MS**. Jaboticabal, 2000. 189p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

CASTRO et al. Sistema de preparo do solo e disponibilidade de água. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas;Fundação Cargill, 1987. p.27-51.

CASTRO, O.M. Compactação do solo em plantio direto. In: Fancelli, A.L. (coord) **Plantio direto no Estado de São Paulo**. Piracicaba:FEAL/ESALQ, 1989, p.129-139.

CAVALCANTE, E.S.; BATISTA, E.M. Genótipos de arroz em cultivo de sequeiro no Amapá. In: 1º CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ/ VII REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ – RENAPA. Florianópolis, 2002. **Anais...** Florianópolis v.1, 2002, p.182-184.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.263-66, 1985.

CRUSCIOL et al. Rendimento de benefício e de grãos inteiros em função do espaçamento e da densidade de semeadura do arroz de sequeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.47-52, 1999a.

CRUSCIOL, C.A.C. **Espaçamento e densidade de semeadura do arroz, cv. IAC 201, sob condições de sequeiro e irrigado por aspersão**. Botucatu: UNESP, 1995. 104p. Tese (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Produtividade do arroz irrigado por aspersão em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1093-100, 2000.

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Rendimento de benefício e de grãos inteiros em função do espaçamento e da densidade de semeadura do arroz de sequeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.47-52, 1999a.

CRUSCIOL, C.A.C. et al.. Componentes de produção e produtividade de grãos de arroz de sequeiro em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.53-62, 1999b.

DEMATTE, J.L.I. **Levantamento detalhado dos solos do “Campus Experimental de Ilha Solteira”**. Piracicaba: ESALQ/USP. Departamento de Solos, Geologia e Fertilidade, 1980. 44p.

DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. **Las necesidades de agua de los cultivos**. Roma, FAO, 194p. 1976. (Estudios FAO: Riego e Drenaje,24).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSO, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 1ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSO, 1999. 412p.

FAGEIRA, N.K. Deficiência hídrica em arroz de cerrado e resposta ao fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.3, p.259-65, 1980.

FERRAZ, E.C. Ecofisiologia do arroz. In: CASTRO, R.C.; FERREIRA, S.O. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1987, p. 185-202.

GEMTCHÚJNICOV, I.D. **Manual de taxonomia vegetal: plantas de interesse econômico agrícolas, ornamentais e medicinais**. São Paulo:Agronômica Ceres, 1976, 368p.

GOEDERT, W.J.; SCHERMACK, M.J.; FREITAS, F.C. de. Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.2, p.223-7, 2002.

GRABLE, A. R.; SIEMER, E. G. Effects of bulk density, aggregate size and water suction on oxygen diffusion, redox potencial and elongation of corn roots. **Soil Science Society American Prodeeding**, Madison, v. 32, p.180-186, 1968.

GREELAND, D. J. Soil management and soil degradation. **Journal of Soil Science**, London, v. 31, p.301-322, 1981.

GROHMANN, F. Porosidade. In: MONIZ, A. C. **Elementos de Pedologia**. São Paulo: Polígono, 1971. p. 77-84.

GROHMANN, F.; QUEIROZ NETO, J. P. Efeito da compactação artificial de seis solos limo-argiloso sobre a penetração das raízes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v.15, n.2, p.421-432, 1966.

GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J.A.A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.4, p.703-7, 2001.

GUPTA, S. C.; SHARMA, P. P.; De FRANCHI, S. A. Compaction effects on soil structure. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.42, p.331-338, 1989.

KER, J.C. et al. Cerrados: solos, aptidão e potencialidade agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia, GO. Anais...Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.1-31.

KHIEL, E.J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Efeito de manejo sobre o rendimento do arroz de terras altas e seus componentes. In: 1º CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ/ VII REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ – RENAPA. Florianópolis, 2002. **Anais...** Florianópolis v.1, 2002, p. 340-342.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1 p.97-104, 2000.

KUDREV, T.G. **Água:vida das plantas**. São Paulo: ícone. 1994, 178p.

LEPSCH, I.F. Influência dos fatores edáficos na produção. In: CASTRO, R.C.; FERREIRA, S.O. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1987, p.83-100.

MARCHEZAN, E. **Época de semeadura e rendimento industrial em grãos inteiros de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Piracicaba, 1991. 106p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MARCHEZAN, E.; GODOY, O.P.; MARCOS FILHO, J. Relações entre época de semeadura, de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.7, p.843-8, 1993.

MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.703-709, 1999.

MATOS, E.C. **Efeito do manejo de água em três cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.), irrigados por aspersão**. 2000. 36p. Trabalho (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

MENEZES, V.G. et al. Semeadura direta de genótipos de arroz irrigado em sucessão a espécies de cobertura de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.9, p.1107-15, 2001.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.7, n.1., p.95-102, 1983.

NAKAO, W.S. **Manejo de água na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado por aspersão**. 1995, 44p. Trabalho (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

OLIVEIRA, E. F. et al. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia:EMBRAPA-CNPAF, 1996, 90p.

OLIVEIRA, G.S. **Efeito de densidade de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em condições de sequeiro irrigado por aspersão**. 1994. 41p. Trabalho (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

OLIVEIRA, G.S. et al. Efeito de espaçamento e densidade de semeadura sobre o desenvolvimento de cultivares de arroz de sequeiro irrigado por aspersão. II Componentes do rendimento de engenho. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6, 1998. Goiânia. **Resumos expandidos...** Goiânia;EMBRAPA/CNPAF, 1998, p.49-52.

RAIJ, B. van, QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81).

RODRIGUES, B.N. Controle de plantas daninhas em plantio direto. In: PEIXOTO, R.T.G.; AHRENS, D.C.; SAMAHA,M.J. (Eds.) **Plantio direto**: o caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p.234-237.

RODRIGUES, R.A.F. et al. Produtividade de grãos, componentes da produção e fenologia da planta em função de lâminas de água em arroz irrigado por aspersão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6, 1998. Goiânia. **Resumos expandidos...** Goiânia;EMBRAPA/CNPAF, 1998, p.83-5.

SANT'ANA, E.P. Cultivo de arroz irrigado por aspersão. **Informe Agropecuário**, v.14, n.161, p.71-5, 1989.

SANTOS, A. B. **Comportamento de cultivares de arroz de sequeiro em diferentes populações de plantas com e sem irrigação suplementar**. Piracicaba, 1990. 94p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária. **Agulhinha de Sequeiro: IAC-201, cultivar de arroz para o Estado de São Paulo**. Campinas, 1992. (Folheto Informativo).

SEGUY et al. Perspectiva de fixação da agricultura na região Centro-Norte do Mato Grosso. **Mato Grosso:EMPA-MT/EMBRAPA,CNPAF/CIRARD-IRAT**, 1989, 52p.

SEGUY, L.; BOUZINAC, S. Arroz de sequeiro na fazenda Progresso 4550 kg/ha. Piracicaba:Potafós, 1992. 3p. (**Informações Agronômicas**, 58).

SIDIRAS, N.; HENKLAIN, J.C.; DERPSCH, R. Comparison of three different tillage system with respect to aggregate stability, the soil and water conservation and the yields of soybean and wheat on an oxisol. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOIL TILLAGE RESEARCH ORGANIZATION, 9, 1982, Osijek. **Conference...Osijek: S.I.**, 1982. p.537-544.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEAUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.2485-92, 2000.

SILVEIRA, P. M.; ZIMMERMANN, F. J. P.; AMARAL, A. M. 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, 1998.

SORATTO, R.P., RODRIGUES, R.A.F.; ARF, O. Manejo de água em cultivares de arroz irrigados por aspersão no sistema de plantio direto. In: 1º CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ/ VII REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ – RENAPA. Florianópolis, 2002. **Anais...** Florianópolis v.1, 2002, p. 239-241.

SOUZA, A.P.; AZEVEDO, S.M. de. Influência do espaçamento e densidade de semeadura na cultura do arroz sob irrigação por aspersão (pivô central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.12, p.1969-72, 1994.

SOUZA, Z. M. **Propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro de Selviria-MS., solos diferentes: usos e manejos.** Ilha Solteira, 2000. 127 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impactos em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.229-35, 1991.

STOLF, R., FERNANDES,J., FURLANI NETO, V.L. Recomendações para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-stolf. Piracicaba: IAA, 1983. 10 p. (boletim técnico,1)

STONE et al. Deficiência hídrica e resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 14, n.13, p. 295-301, 1979b.

STONE et al. Influência de práticas culturais na capacidade de retenção de água do solo e no rendimento do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p.63-8, 1980.

STONE, L. F. et al. Efeitos da supressão de água em diferentes fases do crescimento na produtividade do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.2, p.105-109, 1979a.

STONE, L. F.; SILVA, J.G. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.891-7, 1998.

STONE, L.F. et al. Adubação nitrogenada em arroz sob irrigação suplementar por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.927-32, 1999.

STONE, L.F. et al. Efeitos da tensão de água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. I. produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.161-7, 1988.

STONE, L.F., PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigado por aspersão: efeito de espaçamento entrelinhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, p.1577-92, 1994.

STONE, L.F., SILVA, J.G. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.33, n.6, p.891-7, 1999.

STONE, L.F.; LIBARDI P.L.; REICHARDT, K. Deficiência hídrica, vermiculita e cultivares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 6, p.695-707, 1984.

STONE, L.F.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Produtividade do arroz e absorção de nitrogênio afetadas pelo veranico e pela adição de vermiculita no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n.2, p.117-25, 1986.

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.885-95, 1996.

STONE, L.F.; SILVA, J.G. Resposta de arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.6, p. 891-7, 1998.

VIEIRA, M.J. Propriedades físicas do solo. In: IAPAR (Londrina, PR). **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina, 1981, p.18-32.

VOMOCIL, J. A.; FLOCKER, W. J. Effects of soil compaction on storage and movement of soil an and water. **Transaction the American Society of Agricultural. Engineers**, St. Joseph, v.4, p.242-246, 1966.

WIELEWICKI, A.P. et al. Absorção de nutrientes pelo arroz em resposta à calagem e à época de início de irrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.1, p.17-21, 1998.

WINTER, E.J. **A água, o solo e a planta**. 2ed. São Paulo: Nobel, 170p., 1984.

ZAFFARONI, et al. Análise de caminho nos componentes do rendimento de genótipos de arroz no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.1, p.43-8, 1998.

ZARATIN, C. **Doses e parcelamento de potássio em quatro cultivares de arroz irrigados por aspersão**. Ilha Solteira:UNESP/FEIS, 2000. 61p. Trabalho de Graduação – Faculdade de Engenharia de ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2000.

Anexo 1. Croqui da instalação do experimento no campo.

