

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE
SEMEADURA PARA ARROZ DE TERRAS
ALTAS DE CICLO SUPERPRECOCE**

JOÃO AFONSO DE CARVALHO

2006

JOÃO AFONSO DE CARVALHO

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE SEMEADURA PARA
ARROZ DE TERRAS ALTAS DE CICLO SUPERPRECOCE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como exigência do programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Antônio Alves Soares

Lavras
Minas Gerais
2006

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

Carvalho, João Afonso

Espaçamento e densidade de semeadura para arroz de terras altas de ciclo superprecoce / João Afonso de Carvalho. - Lavras : UFLA, 2006.

83 p. : il.

Orientador: Antônio Alves Soares.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. *Oryza sativa*. 2. População de plantas. 3. Panícula. 4. Perfilhos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.183

JOÃO AFONSO DE CARVALHO

**ESPAÇAMENTOS E DENSIDADE DE SEMEADURA PARA
ARROZ DE TERRAS ALTAS DE CICLO SUPERPRECOCE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como exigência do programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 29 de maio de 2006

Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende – DAG/UFLA

Dr. Moisés de Souza Reis – EPAMIG/MG

Dra. Vanda Maria de Oliveira Cornélio – EPAMIG/MG

Prof. Dr. Antônio Alves Soares
DAG/UFLA
(Orientador)

Lavras
Minas Gerais – Brasil
2006

Aos meus pais,
Nacir B. de Carvalho e Júlio Carvalho da Silva (*in memoriam*) pela luta
e perseverança para que todos os filhos pudessem estudar.

Aos meus irmãos,
Delfina, Conceição, Bernadete, Pedro, Joaquina, Mirtes, Raquel,
Vanderlei e Emília, por dividirem comigo o incentivo dos nossos pais.

OFEREÇO

A Deus,
Por permitir que eu realizasse esse sonho.

AGRADEÇO

A minha família,
A minha esposa, Romilda,
Aos meus filhos, Ana Paula, Júlio César e Carlos Eduardo,
pelo apoio e paciência nos momentos mais difíceis desta jornada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À direção da Escola Agrotécnica Federal de Machado, MG, pelo apoio e incentivo, por permitir a realização desta pesquisa nas dependências desta instituição e por me liberar das atividades na Escola durante esse período.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) e todos os professores da nossa convivência, especialmente do Departamento de Agricultura, pela oportunidade e o privilégio da convivência amigável e profícua.

Ao Professor Dr. Antônio Alves Soares, pelas aulas, pela orientação, incentivo e amizade.

Aos colegas de turma pelo companheirismo e incentivo, especialmente Marcus Vanner, Carlos Juliano, Larissa, Haroldo Avallone, Ana Carolina, Tales, Fabinho e tantos outros que, nos momentos difíceis, estavam sempre com as mãos estendidas para ajudar e colaborar.

Aos Pesquisadores da EPAMIG de Lavras, especialmente o Dr. Mário, a Dra. Vanda, o Dr. Moisés, ao técnico agrícola Janir Guedes e os funcionários de campo da Epamig. Aos alunos Geovani e Janine Guedes, bolsistas de iniciação científica da UFLA, que muito me auxiliaram na implantação e na coleta de dados do experimento instalado nas dependências dessa instituição.

Aos alunos da Escola Agrotécnica Federal de Machado, especialmente o Rodrigo Carvalho Duarte, João Paulo Dias, Rhafael Martins e Anderson Pereira, que nos auxiliaram na implantação e condução dos experimentos nas dependências daquela instituição.

Aos meus amigos professores, funcionários e demais alunos da Escola Agrotécnica Federal de Machado e a todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1 População de plantas por unidade de área.....	2
2.2 Espaçamento e densidade de semeadura em arroz de terras altas.....	5
2.3 O arroz de terras altas.....	13
2.3.1 Histórico.....	13
2.4 A cultivar ‘BRSMG Conai’.....	14
2.4.1 Histórico.....	14
2.4.2 Desempenho da ‘BRSMG Conai’ em produtividade de grãos.....	16
2.4.3 Características da planta.....	17
2.4.4 Qualidade e características de grãos.....	17
2.4.5 Reação às principais doenças do arroz.....	18
2.4.6 A importância da precocidade para arroz de terras altas.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Cultivar de arroz utilizada.....	24
3.2 Localização das áreas experimentais.....	24
3.2.1 Caracterização dos locais dos experimentos.....	24
3.2.1.1 Machado.....	24
3.2.1.2 Lavras.....	25
3.3 Tratamentos e implantação e condução dos experimentos.....	27
3.3.1 Tratamentos e delineamento experimental.....	27
3.3.2 Implantação e condução dos experimentos.....	29
3.4 Principais características avaliadas.....	31
3.4.1 Altura média de plantas.....	32
3.4.2 Número de panículas por metro quadrado.....	32
3.4.3 Número total de grãos por panícula.....	32
3.4.4 Percentual de grãos cheios.....	32
3.4.5 Massa de 100 grãos.....	33

3.4.6 Produtividade de grãos.....	33
3.4.7 Floração média.....	34
3.4.8 Incidência de doenças.....	34
3.5 Análise estatística dos dados.....	34
3.5.1 Decomposição das fontes de variação.....	36
3.5.1.1 Análise de variância individual.....	36
3.5.1.2 Análise de variância conjunta.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 Análise de variância.....	38
4.1.1 Resultados da análise de variância individual.....	38
4.1.2 Resultados da análise de variância conjunta.....	41
4.2 Altura média de plantas.....	44
4.3 Número de panículas por metro quadrado.....	47
4.4 Número total de grãos por panícula.....	51
4.5 Percentagem de grãos cheios por panícula.....	54
4.6 Massa de 100 grãos.....	55
4.7 Produtividade de grãos.....	58
4.8 Floração média.....	64
4.9 Brusone nas folhas.....	66
4.10 Brusone nas panículas.....	68
4.11 Escaldadura nas folhas.....	71
4.12 Manchas-de-grãos.....	72
5 CONCLUSÕES.....	73
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
7 ANEXOS.....	81

RESUMO

CARVALHO, João Afonso de. **Espaçamento e densidade de semeadura para arroz de terras altas de ciclo superprecoce**. 2006. 83 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, MG.¹

O lançamento, pela pesquisa de novas cultivares, de arroz de terras altas com arquitetura moderna de planta, folhas eretas, porte intermediário, perfilhadoras, resistentes ao acamamento e de ciclo cada vez mais curto, tem demandado novos estudos de população de plantas. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o espaçamento e a densidade de semeadura que melhor se ajustem para maximizar a produtividade de grãos da cultivar superprecoce BRSMG Conai, em três ambientes distintos, bem como seus efeitos sobre os componentes de produção e outras características de interesse. Para tanto, foram implantados três experimentos, sendo um em Lavras e os outros dois em Machado (em duas épocas de semeadura). Utilizaram-se três espaçamentos (20, 30 e 40 cm entre linhas) e três densidades de semeadura (50, 80 e 110 sementes m⁻¹). O delineamento estatístico utilizado foi de blocos casualizados, no esquema fatorial 3 x 3, com três repetições. As parcelas foram constituídas de um número variável de linhas de 5 m, de modo a não alterar o seu tamanho, ou seja, de 12, 8 e 6 linhas para os espaçamentos de 20, 30 e 40 cm, respectivamente. Portanto, todas as parcelas foram de 5 m x 2,4 m (12,00 m²). Os resultados obtidos mostraram haver efeitos de interação espaçamento versus densidade versus ambiente, para muitas características avaliadas. O espaçamento mostrou pequena ou nenhuma interferência sobre a altura de plantas, floração, percentagem de grãos cheios, massa de 100 grãos, brusone e escaldadura das folhas e mancha-de-grãos. Por outro lado, influenciou o n° de panículas m⁻², n° de grãos por panícula, produtividade de grãos e brusone das panículas. A densidade de semeadura, por sua vez, não interferiu na floração, percentagem de grãos cheios, incidência de brusone na folha e panícula, escaldadura da folha e mancha-de-grãos e teve pouca influência sobre altura de planta, porém, afetou o n° de panículas m⁻², n° de grãos por panícula, a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos. Os componentes de produção mais influenciados por espaçamento versus densidade foram o n° de panículas m⁻² e o n° de grãos por panícula. Em síntese, concluiu-se que, para a cultivar BRSMG Conai, o espaçamento de 30 cm entre linhas proporcionou a maior produtividade de grãos, independente da densidade de semeadura. Quanto à densidade, a de 80 sementes m⁻¹ foi a que mais contribuiu para a produtividade.

¹ Comitê Orientador: Antônio Alves Soares – UFLA (Orientador) e Moisés de Souza Reis – EPAMIG (Co-orientador).

ABSTRACT

CARVALHO, João Afonso de. **Sowing spacing and density for upland rice of cycle super precocious**. 2006. 83 p. Dissertation (Master in Crop Science) – Federal University of Lavras, MG.

The release, by research of new upland rice cultivars, with modern plant architecture, erect plants, intermediary size, tillering, lodging resistant and shorter and shorter cycle has demanded new studies of plant population. So, the present work intended to evaluate both spacing and sowing density which best adjust to maximize grain yield of the super early cultivar BRSMG Conai in three distinct environments as well as their effects upon production components and other characteristics of interest. Therefore, three experiments were implanted, one being in Lavras and the other two in Machado (in two sowing times). Three spacings (20, 30 and 40 cm interrows) and three sowing densities (50, 80 and 110 seeds m^{-1}) were utilized. The statistical design used was the one of randomized blocks in the factorial scheme 3 x 3, with three replicates. The plots consisted of a variable number of 5-m rows so as to not alter their size, that is, of 12, 8 and 6 rows for the spacings of 20, 30 e 40 cm, respectively. Thus, all the plots were of 5 m x 2.4 m (12.00 m^2). The results obtained showed that there are effects of interaction spacing versus density versus environment, for lots of characteristics evaluated. Spacing showed a small or no interference on plant height, flowering, percentage of filled grains, mass of 100 grains, blast and leaf scald and grain spot. On the other hand it influenced the number of panicles m^{-2} , number of grains per panicle, grain yield and panicle blast. Sowing density, in turn, did not interfere on flowering, percentage of filled grains, incidence of blast on the leaf and panicle, leaf scald and grain spot, had little influence on plant height, but, it affected the number of panicles m^{-2} , number of grains per panicle, mass of 100 grains and grain yield. The production components most influenced by spacing versus density were the number of panicles per m^2 and the number of grains per panicle. In short, it follows that, for the cultivar BRSMG Conai, the 30-cm spacing interrows provided the highest grain yield, regardless of sowing density. As to density, the one of 80 seeds m^{-1} was the one which contributed the most to yield.

¹ Guidance Committee: Antônio Alves Soares – UFLA (Adviser); Moisés de Souza Reis-EPAMIG (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

A determinação do espaçamento e da densidade de semeadura que proporcionem o melhor arranjo entre plantas, de modo a maximizar a produtividade de grãos e outros componentes da produção, é preocupação antiga dos agricultores. Até hoje, não são raros os trabalhos de pesquisa que visam identificar os melhores espaçamentos e densidades para as principais espécies de importância econômica (milho, soja e arroz, dentre outras) e os que existem, nem sempre são consensuais para as diversas cultivares e ambientes.

Combinações de espaçamento e densidade ótima não existe, mas sim, aquela próxima do ideal, pois são muitos os fatores que interagem com a planta de modo a permitir a máxima expressão gênica da cultivar. Portanto, não se pode generalizar um ótimo para todas as cultivares de arroz, em face dos diferentes efeitos ambientais e capacidade de perfilhamento.

Em arroz de terras altas, tem se recomendado espaçamento na faixa de 40 a 50 cm entre linhas e densidade de semeadura de 60 a 70 sementes por metro (Bressegello, 1998 e Soares, 2005). Recentemente, a pesquisa tem lançado um grande número de cultivares com diferentes portes, ciclos e tipos de planta, entre outras características. Entre elas, destacam-se as cultivares modernas de ciclo superprecoce, folhas eretas e altura intermediária. Assim, novos ajustamentos de população de plantas para as diferentes cultivares fazem-se necessários.

O objetivo deste trabalho foi determinar, para a nova cultivar de arroz de terras altas BRSMG Conai, de ciclo superprecoce, o espaçamento e a densidade de semeadura que maximizem a produtividade de grãos, bem como o efeito das mesmas sobre os componentes de produção de grãos, altura de planta, floração média e incidência de doenças.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 População de plantas por unidade de área

Uma população de plantas por unidade de área é determinada pela conjugação do espaçamento entre linhas e a densidade de plantas na linha. Esses dois fatores exercem grande influência na competição por nutrientes, água, luminosidade, CO₂ e outros fatores de produção (Andrade et al., 1971, citados por Menezes et al., 1981).

A produtividade média de grãos obtidas com a cultura do arroz de terras altas, nos principais estados brasileiros, é baixa, se comparada com o potencial de produção das cultivares disponibilizadas anualmente aos produtores pelos sistemas de pesquisas. Neste contexto, a população de plantas por unidade de área passa a ser um dos fatores mais importantes porque, de modo geral, a baixa produtividade do arroz de terras altas no Brasil passa, obrigatoriamente, por uma população não ideal de plantas por unidade de área (Fornasier Filho, 1983).

A população de plantas por unidade de área pode ser aumentada até o nível ideal, após o qual a planta começa a competir por alguns fatores essenciais de crescimento e produção, como água, nutrientes, luz e CO₂, resultando em queda de produtividade por planta. Porém, enquanto esta estiver abaixo do nível em que começa a competição, a produção por unidade de área aumentará na proporção direta do aumento da população (Janick, 1968). O autor ainda afirma que uma população de plantas ótima por unidade de área seria aquela que produz o melhor retorno líquido para o produtor. Paiva (1992), citado por Gross (2005), complementa, afirmando ser possível cultivar, numa determinada área, maior número de plantas, elevando-se o nível de nutrientes do solo, desde que outros fatores não sejam limitantes.

As várias alternativas de combinações de espaçamentos e densidades de plantas podem ser definidas como "arranjo entre plantas", ou seja, é a forma como as plantas estão distribuídas na área, no espaçamento entre linhas e na distribuição das plantas na linha. Teoricamente, o melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na linha de semeadura, possibilitando melhor utilização da luz, água e nutrientes (Rizzardi et al., 1994). Sangoi (2001) também afirma que plantas espaçadas equidistantemente uma das outras competem minimamente por nutrientes, luz e outros fatores de produção.

Para Yoshida (1977), entre os fatores que mais dão suporte à produtividade do arroz está o arranjo entre plantas no campo. À medida que plantas menos competitivas vão sendo selecionadas, há possibilidade de se utilizar menores espaçamentos entre linhas.

Encontrar a população de plantas adequada por unidade de área, para o arroz de terras altas, não é tarefa fácil, devido à diversidade de cultivares existentes, de climas, de solos, de disponibilidade hídrica e outros fatores, portanto, não se pode generalizar um ótimo para a cultura do arroz. Sabe-se que cada cultivar possui uma população ótima, influenciada por características genóticas e fenotípicas próprias, tais como: altura da planta, forma e disposição das folhas em relação ao colmo, capacidade de perfilhamento, fertilidade do solo entre outros, o que acaba influenciando um maior ou menor índice de área foliar (IAF) para cada cultivar e, por conseguinte, na produtividade de grãos (Fornasieri Filho, 1983). Por exemplo, um estande alto de plantas pode ser problemático em áreas com acentuado déficit hídrico, mas, não necessariamente em regiões onde há disponibilidade hídrica durante todo o ciclo da cultura, seja por regularidade das chuvas ou irrigação. Assim, a população ideal é extremamente variável, em função de diversos fatores internos e externos à planta.

Endres & Teixeira (1997) afirmam que também é importante a distribuição espacial das plantas dentro da linha de cultivo. Falhas de deposição das sementes pelas máquinas de semeadura deixam espaços não preenchidos ou adensam pela queda de múltiplas sementes no mesmo espaço, fazendo aumentar a competição intraplantas, podendo levar à queda de produtividade pelo inadequado uso dos fatores de produção. Para se obter uma população adequada, é recomendável regular cuidadosamente a máquina semeadora. Caso a mesma seja pouco precisa, e em ambientes desfavoráveis, é necessário aumentar a densidade de sementes para até 20% além do desejado, compensando possíveis perdas de sementes por ataque de pragas, microorganismos patogênicos e danos mecânicos causados pela semeadora. Essa recomendação é confirmada por Oliveira et al. (1996), pois, o normal, em arroz, é o emprego de densidade de 60 a 80 sementes por metro (Breseghello & Stone, 1998), porém no sistema Barreirão de recuperação de pastagens, um ambiente de muita competição, é recomendável a densidade de 80-110 sementes por metro.

Uma população ótima de plantas por unidade de área, para uma determinada cultivar, pode também ser definida como aquela que, mesmo estando com um menor número de plantas por área, ainda assim é capaz de produzir mais, em um solo com determinado nível de fertilidade (Viana et al., 1983).

Para Snyder & Carlson (1984), citados por Santos (1999), encontrar uma população ótima de plantas por unidade de área para culturas, cuja produção econômica advém de apenas um órgão específico por planta é tarefa mais fácil. Porém, para os cereais perfilhadores, a faixa adequada tende a ser mais variável por causa da sua capacidade de perfilhar.

2.2 Espaçamento e densidade de semeadura em arroz de terras altas

A distância entre uma linha de semeadura e outra ou, uma linha de plantio e outra é o que se pode chamar de espaçamento; surgiu talvez, da necessidade de otimizar cada vez mais a operação de semeadura ou plantio. Na cultura do arroz, é milenar o sistema plantio por mudas, mantendo-se uma certa distância umas das outras. A prática do coveamento e sulcamento para depósito das sementes ou mudas é tão antiga que se perdeu no tempo.

Já o número de sementes viáveis que se deixa cair por unidade de área é o que se pode denominar de densidade de semeadura, mas, poderia também ser expresso pela razão entre o peso de sementes viáveis, que é semeada por unidade de área. Na prática, densidade de semeadura significa o número de sementes m^{-1} de sulco de semeadura, ou sementes m^{-2} de área ou, ainda, quilograma por hectare ($kg\ ha^{-1}$) quando a semeadura é feita a lanço (Carvalho, 2001).

Hoje em dia, manejar os espaçamentos entre linhas de plantas tornou-se uma prática comum de manejo adotado por muitos agricultores em diversas culturas e que, ao mesmo tempo, também é objeto de pesquisa pela comunidade científica, mas os resultados nem sempre são consensuais, já que as condições ambientais e genóticas para as cultivares variam entre os locais. Durante o desenvolvimento das plantas, ocorre competição pelos recursos do solo, água e nutrientes e pela energia primária oriunda da radiação solar. A competição pode ocorrer entre plantas da mesma espécie, caracterizando a competição intra-específica, ou entre diferentes espécies, gerando a competição interespecífica. Mudança no espaçamento entre linhas do arroz altera principalmente a competição intra-específica e, por consequência, outros efeitos são observados na cultura (Balbinot Júnior & Fleck, 2005).

Mantendo-se constante a densidade de semeadura, quando se aumenta ou reduz os espaçamentos entre linhas, induz um maior ou menor perfilhamento das plantas do arroz de terras altas. Isto se deve a uma diferente distribuição espacial

das sementes na área. O melhor arranjo entre plantas melhora consequentemente a distribuição espacial das folhas e raízes da cultura, o que reduz a competição intra-específica. Além do mais, reduz também a competição por plantas daninhas e melhora a uniformidade de maturação. Porém, maior número de perfilhos aumenta a incidência de doenças como a brusone, devido ao microclima mais úmido formado e à competição por umidade do solo, predispondo a cultura a déficits hídricos. Já uma densidade de semeadura abaixo da ideal aumenta a competição interespecífica pelas plantas daninhas, reduzindo o potencial produtivo das cultivares, além de possibilitar um perfilhamento intenso, com a formação de perfilhos tardios e improdutivos que funcionarão como drenos, os quais são indesejáveis na lavoura (Soares et al., 1979).

Densidade ideal de semeadura é aquela quantidade de sementes que, distribuídas numa determinada área de cultivo, permite que a mesma tenha uma população tal que o complexo meio ambiente-plantas alcance a sua máxima potencialidade produtiva. Diversos são os fatores que determinam o número ideal de sementes por unidade de área e estes podem ser resumidos em fatores genotípicos, proveniente da própria planta e os fenotípicos ou fatores do meio, externos à planta. Como fator genotípico, o mais comum é a capacidade que cada cultivar tem de produzir perfilhos. Nas cultivares com menor capacidade de perfilhar, a densidade de semeadura deverá ser maior, já para aquelas de bom perfilhamento, recomenda-se empregar um número menor de sementes por unidade de área. Densidades altas provocam auto-sombreamento e maior possibilidade de acamamento, contudo, uma menor densidade de plantas prejudica a capacidade de uso dos solos e produz uma quantidade maior de perfilhos improdutivos e tardios. Como fatores fenotípicos ou ambientais, os que mais influenciam na densidade a ser empregada são a disponibilidade hídrica durante o ciclo da cultura, a época de semeadura, o preparo do solo, a cobertura

das sementes, o método de semeadura, a pureza varietal e o poder germinativo das sementes, dentre outros (Soares et al., 1979).

Para Breseghello (1998), citado por Breseghello & Stone (1998), o espaçamento entre linhas e a densidade de semeadura devem ser preocupações básicas no planejamento de uma lavoura. Como não é possível fazer uma recomendação única para o arroz, o autor sugere os fatores que devem ser considerados para a escolha do melhor espaçamento de semeadura, os quais estão descritos na Tabela 1.

TABELA 1 - Fatores que determinam o melhor espaçamento de semeadura para arroz de terras altas.

Fator	Espaçamento largo	Espaçamento estreito
Arquitetura da cultivar	Plantas altas	Plantas baixas
	Perfilhamento aberto	Perfilhamento fechado
	Folhas decumbentes	Folhas eretas
Resistência ao acamamento	Cultivar pouco resistente	Cultivar resistente
Brusone	Provável: com cultivar suscetível e região favorável à doença	Pouco provável: cultivar resistente e região pouco propícia
Regime de chuvas	Pluviosidade moderada, com chance de veranico.	Alta pluviosidade, com baixo risco climático.
Plantas daninhas	Baixa infestação	Alta infestação

Fonte: Breseghello (1998).

Trabalhos conduzidos no Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR, 1980) e por Bueno et al. (1981), no estado de Goiás, mostram a influência das chuvas regulares nas populações de plantas de arroz. Recomenda-se que em

regiões com má distribuição pluvial, a população de plantas não deve ser elevada, pois, em caso da ocorrência de um veranico, a competição por água será menor, ao contrário de população alta de plantas, nos quais o índice de área foliara (IAF) também seria maior e, conseqüentemente a demanda hídrica. Daí, concluíram que em culturas sujeitas a deficiências hídricas, a maximização da capacidade fotossintética passa a ser de menor importância, pois, nessas condições, dificilmente, a produção potencial seria atingida.

A produção por unidade de área constitui um fator determinante do rendimento econômico para sustentar os produtores na atividade agrícola. A competição intra-específica determina, para cada cultivar, a população de plantas que propicia maior produtividade e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis (Pereira, 1989). O autor afirma, ainda, que a relação entre o ambiente e a produtividade de grãos de arroz é complexa, pois resulta do crescimento da planta que, por sua vez, provém da interação entre o ambiente, a cultivar e a tecnologia aplicada. Já a produção resulta do número de plantas por área e pela produção por planta e essa, por sua vez, depende do arranjo das plantas no campo e de sua plasticidade morfológica.

Em baixas populações de plantas, a produção individual por planta é máxima, porém, quando a população aumenta, a produção por planta decresce, havendo, no entanto, um aumento da produtividade. O decréscimo individual é compensado pelo aumento de plantas por unidade de área. Constatou-se, ainda, que a curva do gráfico de produção por unidade de área passa por um máximo no qual a população de plantas é a ideal. A partir daí, o decréscimo individual por planta não é compensado pelo aumento da população de plantas por área (Pereira, 1989).

Andrade et al. (1971), citados por Menezes et al. (1981), trabalhando com duas cultivares de arroz de sequeiro em vários experimentos em Minas Gerais ('Pratão', de ciclo médio e 'Dourado Precoce', de ciclo curto), ambas de

porte alto e planófilas, utilizando os espaçamentos nas entrelinhas de 40, 60, 80 e 100 cm e densidades de 30, 40, 50 e 60 kg de sementes ha⁻¹, concluíram que:

- a) ambas as cultivares tiveram comportamento semelhante quanto ao efeito de espaçamento e densidade de semeadura;
- b) as diferentes densidades não interferiram na produtividade de grãos, à exceção de um ano de baixa precipitação pluvial;
- c) ocorreu efeito significativo dos espaçamentos sobre a produção, tendo o de 40 cm proporcionado a produtividade máxima de grãos.

Trabalhando com a cultivar precoce de arroz de sequeiro Guarani, em diferentes arranjos espaciais, Campos (1991) concluiu que os espaçamentos de 50 e 60 cm entre linhas e densidades de 40 e 60 sementes m⁻¹ proporcionaram as maiores produtividades. Nesse trabalho, ficou evidente a influência dos arranjos entre plantas no comprimento das panículas, na massa de 1000 grãos, no rendimento de engenho e no número de grãos por panícula.

Com o objetivo de aumentar a produtividade do arroz de terras altas, mediante combinações entre espaçamentos e densidades de plantas por unidade de área, Castro et al. (1992), citados por Pinheiro & Guimarães (1996), desenvolveram pesquisas, nos anos de 1990/91 e 1991/92, em Campinas e Votuporanga, SP, utilizando espaçamentos entre linhas de 15; 30; 45 e 60 cm, densidades de semeadura de 80, 110, 140 e 170 sementes m⁻¹ e três cultivares (IAC 165, IAC 201 e Araguaia). Detectaram uma correlação negativa entre espaçamentos e densidades com a produtividade de grãos para todas as cultivares, tendo a maximização na produção de grãos sido obtida no espaçamento de 15 cm e densidade de 80 sementes m⁻¹.

Estudo similar foi realizado por Souza & Azevedo (1994), utilizando a cultivar de sequeiro Rio Paranaíba, em condições irrigadas por pivô central, nos espaçamentos de 20, 35, 50 e 65 cm entre linhas e densidades de semeadura de 50, 75, 100 e 125 sementes m⁻¹. O resultado mostrou que o espaçamento menor

(20 cm) com qualquer densidade foi o melhor para a produção de grãos, mas foram observadas diferenças significativas entre os arranjos maiores e menores no que se refere à altura das plantas. No arranjo de 65 cm entre linhas com 50 sementes m^{-1} , obteve-se a maior altura, enquanto que a menor foi obtida com 20 cm entre linhas e 125 sementes m^{-1} .

Analisando o comportamento das cultivares de arroz de sequeiro, Araguaia de ciclo médio e a Guarani de ciclo precoce, semeadas com e sem irrigação suplementar, em espaçamentos entre linhas de 30, 40 e 50 cm e densidades de semeadura de 50, 100 e 150 sementes m^{-1} , Santos & Costa (1996) obtiveram a maior produção de grãos para a cultivar Guarani a 30 cm e 100 sementes m^{-1} ; já para a cultivar Araguaia, foi o de 40 cm entre linhas e também com 100 sementes m^{-1} .

Santos & Costa (1995), em Goiás e Santos et al. (2002), em Lavras, MG, também avaliaram os efeitos de espaçamento e densidade de semeadura para arroz de terras altas. Estes autores verificaram que o fator mais importante para a produtividade de grãos foi o espaçamento entre linhas e o menos expressivo a densidade de semeadura. O trabalho de Lavras foi realizado em dois anos agrícolas, com os materiais genéticos Canastra e Confiança. O experimento foi instalado em sistema de plantio convencional (SPC) com irrigação suplementar. Foram utilizados os espaçamentos de 20, 30 e 40 cm entre linhas e densidades de 50, 70 e 90 sementes m^{-1} . Concluíram que os espaçamentos de 30 e 40 cm foram os que proporcionaram maior produtividade de grãos (3.068 $kg\ ha^{-1}$ e 3.218 $kg\ ha^{-1}$) respectivamente, porém, não diferiram estatisticamente entre si. A produtividade foi menor no espaçamento de 20 cm com 2.649 $kg\ ha^{-1}$. As médias para densidades não diferiram estatisticamente entre si e foram, respectivamente, 3.118 $kg\ ha^{-1}$, 2.935 $kg\ ha^{-1}$ e 2.882 $kg\ ha^{-1}$. Os componentes de produção mais afetados pelo espaçamento e densidade foram o número de perfilhos m^{-2} e o número de grãos cheios por panícula. Os espaçamentos mais estreitos

favoreceram a incidência de doenças como a escaldadura das folhas, porém, os diferentes arranjos entre plantas não interferiram na massa de 100 grãos. Já Santos & Costa (1995), em trabalho semelhante no estado de Goiás, em SPC, sem o uso de irrigação, obtiveram as maiores produtividades nos espaçamentos de 40 e 50 cm entre linhas. Nesse trabalho, ficou evidente que espaçamentos maiores permitem um melhor controle mecânico das plantas daninhas com o emprego de implementos de tração animal ou tratorizado, além de garantir maior umidade nos períodos de estiagens.

Silva et al. (2002), citados por Guimarães et al. (2003a), relatam que, em condições que não propiciam alto potencial de produtividade de grãos, por limitações das condições hídricas ou de nutrientes, é recomendável que não se adotem altas populações de plantas, pois elas acirram a competição intraespecífica das cultivares pelos fatores de produção e, ao mesmo tempo, podem provocar um microclima mais favorável para o desenvolvimento de doenças. Complementando, Guimarães et al. (2003a) confirmam que, em Santo Antônio de Goiás, em 2000/2001, período em que o potencial do arroz de terras altas ficou comprometido, a maximização da produtividade ocorreu em espaçamentos de 40 cm e a produtividade foi menor nos espaçamentos menores.

Com o objetivo de ajustar o espaçamento para a nova geração de cultivares de arroz de terras altas, em sistema de plantio convencional, após pasto, Guimarães et al. (2003a) trabalharam, em Santo Antônio de Goiás, nos anos agrícolas 2002/2003, com as cultivares BRS Bonança, BRS Primavera, BRS Soberana, BRS Talento, CNA 8557 e Caiapó, nos espaçamentos de 20, 30, 40 e 50 cm entre linhas. Nesse trabalho, os autores avaliaram os componentes: produtividade de grãos, fertilidade dos perfilhos (%), nº de perfilhos m⁻², nº de panículas m⁻², massa de 100 grãos (g), nº de grãos por panícula, esterilidade das espiguetas (%) e altura de plantas (cm). Observaram que todas as cultivares de terras altas avaliadas não diferiram entre si quanto ao arranjo espacial de

distribuição das plantas e também não se observou efeito significativo da interação genótipos versus espaçamento para qualquer das características avaliadas, porém, houve significância para produtividade e os outros componentes avaliados, exceto quanto à fertilidade dos perfilhos. Os autores verificaram, ainda, que, para todos os genótipos, a máxima produtividade de grãos foi alcançada com o espaçamento de 30 cm entre linhas, não sendo os demais espaçamentos diferidos entre si. As produtividades médias dessas cultivares, nos espaçamentos de 20, 30, 40 e 50 cm foram de 4.776 kg ha⁻¹, 5.466 kg ha⁻¹, 4.683 kg ha⁻¹ e 4.528 kg ha⁻¹, respectivamente. Os autores concluíram que em ambientes de clima e solo favoráveis, as cultivares avaliadas maximizaram suas produtividades em espaçamentos de 30 cm entrelinhas.

Em pesquisa conduzida em São Raimundo das Mangabeiras, MA, em 2002/2003, pela Embrapa Arroz e Feijão, por Guimarães et al. (2003b), em SPC, ficou constatado o melhor desempenho das cultivares de arroz de terras altas BRS Primavera, de ciclo precoce e BRS Aimoré, de ciclo superprecoce, nos espaçamentos menores. Nesse trabalho, a cultivar BRS Primavera foi mais produtiva que a BRS Aimoré, em espaçamentos de 16 cm entre linhas, entretanto, ela ajustou-se com menor eficiência às mudanças no espaçamento, por ser menos perfilhadora.

Yamagushi et al. (1976), citados por Santos (1999), mencionam que o espaçamento entre linhas tem destacada importância no balanço competitivo entre a cultura do arroz e as plantas daninhas, pois determina a velocidade e a intensidade do sombreamento provocado pela cultura.

Menor espaçamento e maior densidade na linha promovem melhor controle das ervas daninhas. Este tipo de manejo deve estar acompanhado de estudos sobre competição intra-específica entre as plantas da cultura, bem como a incidência de doenças. Cultivares de porte mais alto e folhas decumbentes são, geralmente, mais adaptadas às altas densidades e aos menores espaçamentos

quando o objetivo é o controle de ervas daninhas. Este sistema é adaptado tanto para sistema conservacionista de cultivo como sistema convencional (Souza, 2003).

2.3 O arroz de terras altas

2.3.1 Histórico

O arroz de terras altas que outrora já foi chamado de arroz de sequeiro foi uma das culturas mais importantes na abertura das fronteiras agrícolas. Nesse sistema, o arroz era cultivado por um ou dois anos, em áreas recém desmatadas, com baixo índice tecnológico, o que concorria para uma decrescente produtividade no segundo ou terceiro ano de cultivo. Esgotadas essas áreas, o produtor partia em busca da abertura de novas glebas e, assim, caracterizou-se o arroz de sequeiro como sendo uma cultura nômade, principalmente na região do cerrado brasileiro, onde os solos são geralmente distróficos-álícos, característica muito bem suportada pelo gênero “*Oryza*”. Com o tempo, dois fatores contribuíram para a sua redução de área semeada: a preferência dos consumidores pelo arroz agulhinha procedente de áreas irrigadas do sul do Brasil e a diminuição do ritmo de abertura de novas áreas na região central do País (Guimarães & Stone, 2004; Pinheiro, 2003 e Ferreira et al., 2005).

Apesar desse panorama pouco promissor, as pesquisas, ao longo dos anos, procuraram acompanhar os anseios do produtor e passaram a oferecer uma gama de alternativas tecnológicas que amenizassem as adversidades climáticas. Dentre elas, destacam-se o lançamento de cultivares tolerantes à seca, mais precoces e de porte moderno ($\pm 1m$), orientação quanto à melhor época de semeadura e o melhor preparo do solo, com adubação adequada, visando ao aprofundamento radicular e aumento da reserva hídrica do solo. A cultura foi sendo inserida em sistemas cada vez mais tecnificados, como o sistema plantio

direto (SPD), o manejo integrado de culturas (MIC), o manejo integrado de pragas (MIP) e o manejo integrado de plantas daninhas (MIPD), dentre outros. Com esse aparato tecnológico, a cultura do arroz de sequeiro foi se transformando ao longo da década de 1990, saindo da produtividade de pouco mais de uma tonelada por hectare para duas toneladas, com crescimento de 100%, produtividade essa ainda muito baixa se comparada com o potencial das novas cultivares, pois é comum, em sistemas protegidos, produtividade de 4-5 toneladas ha⁻¹.

Essa nova modalidade de cultivo tecnificado fez surgir algumas denominações novas para a cultura, como “sistema de cultivo do arroz de terras altas” ou “sistemas de cultivo protegido para arroz de terras altas”, quando é semeado com o uso de irrigação suplementar. Na prática, arrozais de terras altas são cultivados empregando-se o que há de mais avançado em termos de tecnologia de cultivo, muito diferente daquelas praticadas pelo pioneiro e tradicional arroz de sequeiro (Pinheiro, 2003 e Ferreira et al., 2005).

2.4 A cultivar BRSMG Conai

2.4.1 Histórico

A cultivar BRSMG Conai originou-se do cruzamento entre as cultivares Confiança e a BRS Aimoré, realizado na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, em 1998. Nesse cruzamento, procurou-se reunir, em uma só cultivar, as características de superprecocidade da ‘BRS Aimoré’ com as ótimas qualidades de grãos longo-finos da ‘Confiança’. Sementes da geração F₂ obtidas na Embrapa foram enviadas para a UFLA/Epamig em novembro de 1999, sendo colocada no campo para avanço de geração e seleção. Foi utilizado o método de “bulk” dentro de família como método de melhoramento e, a partir do ano agrícola 2001/2002, a linhagem CNA x 7394-MG-6-B-B-4 originou a cultivar

BRSMG Conai (Figuras 1), que passou a integrar a rede de ensaios de competição regional de cultivares. Depois de submetida às diversas condições edafoclimáticas de Minas Gerais e de pressão das principais doenças do arroz, seu bom desempenho possibilitou o lançamento da cultivar BRSMG Conai em 2004 (Soares et al., 2004).



FIGURA 1. - Aspectos morfológicos da cultivar BRSMG Conai.

Fonte: EAF Machado e Epamig (2004)

2.4.2 Desempenho da cultivar BRSMG Conai em produtividade de grãos

A produtividade de grãos da cultivar BRSMG Conai e das testemunhas Guarani, Primavera, Carisma, Canastra e Caiapó estão apresentadas na Tabela 2. Na média de 25 ensaios em Minas Gerais, a cultivar ‘BRSMG Conai’ obteve desempenho levemente inferior ao da cultivar ‘Guarani’ (0,86%) e pouco superior ao da ‘Primavera’(0,99%) e ‘Carisma’(2,37%) mas, não houve diferença estatística entre elas. Porém, se mostrou estatisticamente superior às cultivares ‘Canastra’ e ‘Caiapó’. Portanto, a BRSMG Conai, apesar de ser uma cultivar superprecoce, possui alto potencial genético para produtividade de grãos, tornando-se uma excelente opção para os produtores de arroz de terras altas.

TABELA 2 - Produtividade média de grãos (kg ha⁻¹) do BRSMG Conai e cultivares testemunhas em condições de terras altas, em Minas Gerais, no período de 2001/2002 a 2003/2004.

Cultivares	2001/2002 (9 ensaios) ¹	2002/2003 (8 ensaios)	2003/2004 (8 ensaios)	Média ponderada (25 ensaios)
Guarani	4466 a	3887 a	4236 a	4172 a
BRSMG	4388 a	3679 b	4405 a	4136 a
Primavera	4275 a	3679 b	4376 a	4095 a
Carisma	4154 a	3936 a	4053 b	4038 a
Canastra	3374 b	3474 b	3891 b	3631 b
Caiapó	3506 b	3477 b	3662 c	3552 b

¹ Médias da coluna agrupadas, utilizando-se o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)
Fonte: Soares et al. (2005).

2.4.3 Características da planta

De acordo com a Epamig (2004), as principais características da cultivar BRSMG Conai estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 - Principais características da cultivar BRSMG Conai.

Características	Descrição
Cor das folhas	Verde-escuro
Pubescência	Glabra
Ângulo da folha bandeira	Ereto
Perfilhamento	Bom
Floração média, 50% das panículas	76 dias (média de 24 ensaios)
Ciclo, da sementeira à completa maturação	108-110 dias
Altura da planta	87 cm (média de 24 ensaios)
Acamamento	Resistente
Cor das glumelas	Dourada
Cor do ápice na maturação	Branca, às vezes marrom
Presença de aristas	Ausente, às vezes com microaristas
Degrana natural	Difícil

Fonte: Epamig (2004)

2.4.4 Qualidade e características de grãos

Os grãos da cultivar possuem teor de amilose intermediário (27%) e a temperatura de gelatinização intermediária (nota 4,1). Essas características conferem à ‘BRSMG Conai’ boa qualidade de grãos após o cozimento, ficando macios e soltos. É a primeira cultivar de arroz de terras altas superprecoce com grãos do tipo agulhinha, os preferidos do mercado (Tabela 4).

TABELA 4 - Características físicas dos grãos, da cultivar superprecoce de arroz de terras altas BRSMG Conai.

Características do grão	Descrição
Comprimento do grão descascado	7,42 mm
Largura do grão descascado	2,30 mm
Espessura do grão descascado	1,88 mm
Relação comprimento/largura	3,23
Peso de 1.000 grãos com casca	29,0 g
Classe	Longo-fino
Rendimento de grãos inteiros (14 ensaios)	54%
Rendimento de grãos quebrados (14 ensaios)	15%
Renda de benefício de grãos (14 ensaios)	69%

Fonte: Epamig (2004)

2.4.5 Reação às principais doenças do arroz

O grau de resistência às principais doenças do arroz, da cultivar BRSMG Conai, está relacionado na Tabela 5.

TABELA 5 - Resistência as principais doenças do arroz, para a cultivar de terras altas BRSMG Conai.

Doenças do arroz	Grau de resistência
Brusone das folhas	Moderadamente resistente
Brusone das panículas	Moderadamente resistente
Mancha parda	Moderadamente resistente
Mancha-de-grãos	Moderadamente suscetível
Escaldadura das folhas	Moderadamente suscetível

Fonte: Epamig (2004).

2.4.6 A importância da precocidade para arroz de terras altas

Para Breseghelo et al. (1998), escolher uma cultivar a ser semeada é uma tarefa importante no planejamento de uma lavoura; as principais características a serem observadas são: ciclo, altura de planta, resistência a doenças, qualidade do produto colhido e potencial de produção de grãos.

Caracterizar o ciclo de uma cultivar de arroz é muito relativo, pois se sabe que as cultivares comportam-se diferentemente conforme o ambiente (Tabela 6). De maneira geral, estresses hídricos e nutricionais aumentam o ciclo das plantas, enquanto que dias ensolarados e quentes reduzem-no. Sofre também a influência da latitude, ou seja, quanto mais próximo da linha do equador, as cultivares tornam-se mais precoces (Breseghelo et al., 1998).

TABELA 6 - Classificação das cultivares de arroz quanto ao ciclo de maturação (região Centro-Oeste).

Denominação	Emergência	Perfilhamento		Floração média	Dias até maturação
		Início	máximo		
Superprecoces	3-7 dias	18 dias	44 dias	65-75 dias	< 105 dias
Precoces	3-7 dias	18 dias	45 dias	> 75 dias	106 a 110 dias
Semiprecoces	3-7 dias	18 dias	55 dias	90 dias	111 a 120 dias
Médias	3-7 dias	18 dias	60 dias	95 dias	121 a 135 dias
Semitardias	3-7 dias	18 dias	variável	120 dias	Até 150 dias
Tardias	3-7 dias	variável	Variável	125 dias	Mais de 150

Fonte: (CIAT, 1980) e (Soares, 2001).

A cultura do arroz de terras altas sempre foi considerada uma atividade de alto risco pelos produtores, fato geralmente condicionado à ocorrência de veranicos nas regiões de cultivo. Reduzir esse risco tem sido a tônica das

pesquisas e, entre as alternativas, destacam-se as cultivares resistentes à seca, com precocidade para escapar dos veranicos e ajustar a época de semeadura, visando o escape, além do manejo do solo, de modo a favorecer o armazenamento de água no perfil. Nesse contexto, encontrou-se a cultivar BRSMG Conai que devido a superprecocidade, tende a escapar do maior problema que os rizicultores enfrentam no plantio em terras altas, o “veranico” (Epamig, 2004).

Segundo Castro Neto & Vilela (1986), veranico é um fenômeno meteorológico muito comum no Brasil. Trata-se de um período de estiagem, de duração variável, que acontece durante o período considerado chuvoso pelo país; em Minas Gerais, o ciclo chuvoso geralmente ocorre de outubro a março.

Para a região de Lavras, MG, Peron & Castro Neto (1985), citados por Castro Neto & Vilela (1986), utilizando dados diários de precipitações coletadas entre 1911 a 1985, em 66 anos, constataram que o veranico ocorre com maior frequência da segunda quinzena de outubro a primeira quinzena de novembro e, de acordo com esses dados, não é aconselhável a semeadura nas primeiras chuvas de outubro-novembro sem o uso de irrigação. Deve-se esperar e fazer a semeadura quando houver excedente hídrico no solo e, assim, semear com segurança (Figura 2). Para a região de Machado, MG, mais ao sul, distante cerca de 180 km de Lavras, as chuvas costumam chegar mais cedo e, geralmente, na segunda quinzena de outubro já há excedente hídrico para a semeadura da cultura (Figura 3).

Segundo Steinmetz et al. (1982), os riscos climáticos diminuem bastante se na localidade ocorrerem chuvas, durante o ciclo da cultura, que acumulem 50 mm em dez dias, numa probabilidade maior que 66,7%; principalmente se essas chuvas ocorrem durante o período reprodutivo, sobretudo no estágio de emborrachamento e no enchimento dos grãos, períodos considerados críticos para a cultura do arroz de terras altas.

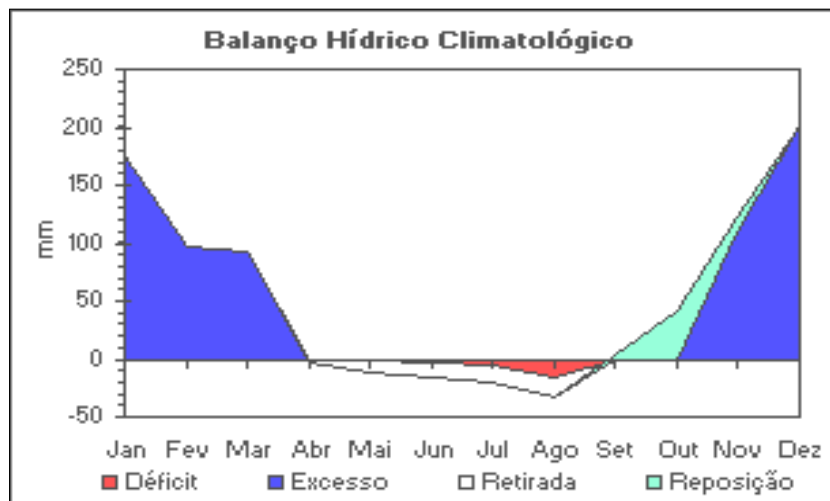


FIGURA 2. Balanço hídrico para a região de Lavras, MG. Dados obtidos pelo INMET entre 1961/2005

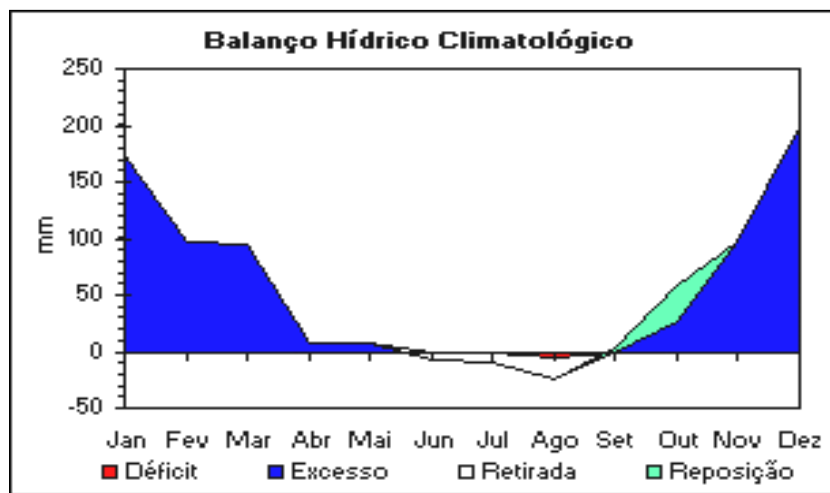


FIGURA 3. Balanço hídrico da região de Machado, MG. Dados obtidos pelo INMET entre 1961/2005.

Dados obtidos no departamento de Bioclimatologia da UFLA e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2005), mostram que tanto em Lavras como em Machado em 2004/2005, o período mais favorável para o arroz de terras altas desprotegido foi a semeadura no segundo decêndio de novembro, período que, de acordo com Steinmetz et al. (1982), choveu mais de 50 mm por decêndio, com 66,7% de probabilidade, como demonstram os dados da Tabela 7.

De acordo com dados da Tabela 7, em Machado, entre 21/10/2004 a 09/03/2005, a probabilidade de ocorrência de 50 mm de chuva a cada 10 dias foi de 61%. Porém, entre 10/11/2004 e 29/03/2005, elevou-se para 78% e, entre 10/12/2004 e 18/04/2005, foi de apenas 46%.

Já, em Lavras, entre 21/10/2004 e 09/03/2005, a probabilidade de ocorrência de 50 mm de precipitação pluvial, a cada 10 dias, foi de 84,6%. No período entre 10/11/2004 e 29/03/2005, foi de 85,7% e, entre 10/12/2004 e 18/04/2005, foi de apenas 69,2%. Portanto, semeaduras tardias, a partir de dezembro, aumentam os riscos de cultivo.

De acordo com a carta de aptidão macroclimática para a cultura do arroz de terras altas em Minas Gerais, elaborada por Antunes (1979), os municípios de Machado e Lavras são considerados aptos para o arroz de terras altas quanto à disponibilidade hídrica, temperatura e luminosidade, desde que semeado nos períodos recomendados pela pesquisa, o que, em Minas Gerais, é muito variável, mas, em geral, varia entre 15/10 e 15/12 (Soares, 2001). Porém, observações de longo prazo, obtidas do INMET (2005), revelam que, em Machado as chuvas são mais bem distribuídas do que em Lavras e as precipitações começam mais cedo, conforme mostram as Figuras 2 e 3.

Em virtude da importância de se utilizar cultivares precoces como forma de reduzir o risco de cultivo em Minas Gerais, onde ocorrem freqüentes veranicos e da recente disponibilidade no mercado de uma cultivar superprecoce (BRSMG Conai), tornaram-se necessários novos estudos sobre espaçamento e

densidade, de forma a maximizar a resposta à produção de grãos e a influência sobre outras características, como acamamento e incidência de doenças, etc.

TABELA 7 - Valores médios de precipitação pluvial, temperatura e dias chuvosos, por decêndio, em Lavras e Machado, MG, entre 21/10/2004 a 28/04/2005.

Decêndios	Precipitação		Temperatura (°C)		Dias chuvosos	
	(mm)					
	Lavras	Machado	Lavras	Machado	Lavras	Machado
21/10 – 30/10/04	22,6	17,25	20,0	22,0	5	4
31/10 – 09/11/04 (S-1) ¹	34,8	33,75	23,5	21,5	6	6
10/11 – 19/11/04 (S-2) ¹	91,0	55,75	21,0	21,0	6	5
20/11 – 29/11/04	132,6	49,00	21,5	21,0	6	3
30/11 – 09/12/04	91,6	55,75	20,5	20,5	9	9
10/12 – 19/12/04 (S-3) ¹	68,8	36,50	21,5	22,0	8	4
20/12 – 29/12/04	151,4	48,25	21,0	21,0	9	7
30/12 – 08/01/05	88,2	106,75	22,0	22,0	9	8
09/01 – 18/01/05	124,6	43,25	22,5	23,0	8	6
19/01 – 28/01/05	161,6	192,00	22,0	21,0	10	9
29/01 – 07/02/05	56,2	126,00	21,0	21,0	10	5
08/02 – 17/02/05 (M-1) ²	4,0	6,50	22,0	21,0	7	2
18/02 – 27/02/05 (C-1) ³	82,8	57,50	22,0	22,5	9	6
28/02 – 09/03/05	44,0	27,50	21,5	22,0	6	3
10/03 – 19/03/05 (M-2) ²	53,6	99,75	22,5	22,5	9	6
20/03 – 29/03/05 (C-2) ³	60,2	64,75	22,5	21,5	8	8
30/03 – 08/04/05 (M-3) ²	2,0	0,00	23,0	22,0	6	0
09/04 – 18/04/05 (C-3) ³	4,4	5,75	22,0	23,0	6	1
19/04 – 28/04/05	44,2	29,50	19,5	19,0	10	5
Total e (Médias)	1318,6	1055,5	(21,66)	(21,55)	(7,74)	(5,10)

¹ S-1; S-2 e S-3 – Semeadura dos experimentos 1, 2 e 3, respectivamente.

² M-1; M-2 e M-3 - Maturação fisiológica dos experimentos 1, 2 e 3, respectivamente.

³ C-1; C-2 e C-3 - Colheita dos experimentos 1, 2 e 3, respectivamente.

Fonte: Departamento de bioclimatologia da UFLA (2005) e INMET (2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Cultivar de arroz utilizada

O material genético utilizado nos experimentos foi a cultivar BRSMG Conai, cuja principal característica é a superprecocidade (ciclo de 108-110 dias), aliada à produção de grãos. É considerada a primeira cultivar mineira de arroz de terras altas de ciclo superprecoce.

3.2 Localização das áreas experimentais

Os experimentos foram conduzidos no campo, em dois locais do sul de Minas Gerais, ou seja, Machado e Lavras. O experimento de Machado foi instalado na fazenda da Escola Agrotécnica Federal (EAF-Machado), em duas épocas diferentes; o terceiro, no Campus da Universidade Federal, em Lavras, UFLA, em apenas uma época. Portanto, foram três os experimentos semeados em três épocas diferentes, caracterizando-se três ambientes distintos de cultivo.

3.2.1 Caracterização dos locais dos experimentos

3.2.1.1 Machado

O município de Machado está localizado na região sul do estado de Minas Gerais, na latitude de 21°40'00'' Sul e longitude de 45°55'00'' Oeste. Possui características topoclimáticas de montanha e o relevo varia entre o ondulado ao fortemente ondulado ou colinoso. O nível altimétrico para o local é de 873 metros (INMET, 2004).

A Escola Agrotécnica Federal de Machado está localizada na zona rural, às margens da Rodovia Machado-Paraguaçu, MG 453, km 03, Bairro Santo

Antônio, numa vertente, onde, pelo lado oeste, imperam solos do grupo Latossolos e pelo lado leste os Podzolizados. A topografia do local é inclinada, situada em um sopé de morro, com 6% a 10% de declividade. O solo do local é de textura mediana, com os teores de argila variando entre 15% e 35%. A estrutura predominante no perfil é a do tipo blocos angulares e subangulares e o solo é classificado como sendo do tipo Latossolo Vermelho Escuro, com altos teores de ferro e com baixa drenagem, devido aos altos teores de argila no subsolo.

O resultado da análise química do solo, da área onde foram implantados os dois experimentos de Machado, é apresentado na Tabela 8.

De acordo com a classificação climática de Köppen, adaptada para o estado de Minas Gerais por Antunes (1986), o município de Machado está inserido numa região de clima temperado chuvoso mesotérmico (Cwa), onde ocorrem inverno seco e verão chuvoso. Mas, a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C e raramente excede a 26°C. A precipitação anual é da ordem de 1.300 a 1.400 mm; desses, 70% a 80% concentram-se nos meses de outubro a março.

3.2.1.2 Lavras

O município de Lavras está localizado na região sul do estado de Minas Gerais, na latitude de 21°14'30'' Sul e longitude de 45°00'10'' Oeste. Possui características topoclimáticas de montanha e o relevo predominante é o colinoso. Está distante de Machado, por rodovia, cerca de 180 km.

TABELA 8 - Resultados da análise química das amostras de solo, de 0-20 cm de profundidade, para os locais de cultivo Machado e Lavras, MG, coletadas em setembro de 2004.

Características	Unidade	Machado	Lavras
pH em água	mg/dm ³	6,8	5,8
P (fósforo extrator Mehlich)	mg/dm ³	114,3	12,8
K (potássio extrator Mehlich)	mg/dm ³	103	58
Ca (cálcio)	cmol _c /dm ³	4,8	3,5
Mg (magnésio)	cmol _c /dm ³	1,7	0,9
Al (alumínio)	cmol _c /dm ³	0,0	0,0
H + Al (acidez potencial)	cmol _c /dm ³	1,2	4,0
SB (soma de bases)	cmol _c /dm ³	6,8	4,6
T (CTC a pH 7,00)	cmol _c /dm ³	8,0	8,6
t (CTC efetiva de cátions)	cmol _c /dm ³	6,8	4,6
m (saturação de alumínio)	%	0,0	0,0
V (saturação de bases)	%	84,9	53,2
Ca/T (relação Ca na CTC)	%	60,0	40,7
Mg/T (relação Mg na CTC)	%	21,3	10,5
MO (matéria orgânica)	dag/kg	2,7	4,1
B (boro em água quente)	mg/dm ³	0,5	0,3
P-rem (fósforo remanescente)	mg/l	21,7	10,9
Zn (zinco)	mg/dm ³	13,5	11,6
Fe (ferro)	mg/dm ³	58,9	41,4
Mn (manganês)	mg/dm ³	35,1	16,1
Cu (cobre)	mg/dm ³	1,1	1,4
S (enxofre)	mg/dm ³	14,9	27,7

Fonte: Laboratório de análise de solos -UFLA

O campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA) está situado na meia encosta de uma região ondulada, com topografia levemente inclinada, cuja declividade situa-se por volta 5% a 10%. A gleba é terraceada e propícia para operações com máquinas. O nível altimétrico para o local onde foram instalados os experimentos é cerca de 920 metros (Gross, 2005).

O solo predominante na área experimental de Lavras é do grupo Latossolo, classificado como Latossolo Vermelho Escuro distroférico típico. A textura é mediana, com os teores de argila variando entre 15% e 35%. A estrutura predominante é a do tipo blocos ou esferoidal e contém de 8% a 18% de Fe_2O_3 . São solos profundos, porosos, fortemente drenados e com média capacidade de retenção de água (Baruqui & Santana, 1980).

O resultado da análise química do solo da área, onde foi implantado o experimento de Lavras, é apresentado na Tabela 8.

O município de Lavras, assim como o de Machado, estão inseridos em uma região de clima temperado chuvoso mesotérmico (Cwa), onde ocorrem inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C e raramente excede 26°C (Antunes, 1986). As precipitações médias são da ordem de 1300 a 1400 mm por ano. Desses, 70% a 80% concentram-se nos meses de outubro a março.

3.3 Tratamentos, implantação e condução dos experimentos

3.3.1 Tratamentos e delineamento experimental

Cada experimento foi conduzido sob o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3, com três repetições, sendo três espaçamentos entrelinhas e três densidades de semeadura. Todas as avaliações de campo foram coletadas nas áreas úteis, durante o período de cultivo.

Os experimentos constituíram-se de nove tratamentos, obtidos pela conjugação de três espaçamentos e três densidades de semeadura, assim especificados nas Tabelas 9 e 10.

TABELA 9 - Espaçamentos e densidades empregados nos experimentos

Espaçamentos	Densidades
E ₁ - 20 cm entre linhas	D ₁ – 50 sementes viáveis m ⁻¹
E ₂ – 30 cm entre linhas	D ₂ – 80 sementes viáveis m ⁻¹
E ₃ – 40 cm entre linhas	D ₃ – 110 sementes viáveis m ⁻¹

TABELA 10 - Tratamentos empregados nos experimentos (Espaçamento x Densidade)

1 - E ₁ D ₁	4 - E ₂ D ₁	7 - E ₃ D ₁
2 - E ₁ D ₂	5 - E ₂ D ₂	8 - E ₃ D ₂
3 - E ₁ D ₃	6 - E ₂ D ₃	9 - E ₃ D ₃

Em virtude dos espaçamentos serem diferentes, as parcelas dos experimentos constituíram-se de número de linhas variáveis, de modo a não alterar a área das parcelas. Assim, para os espaçamentos E₁, E₂ e E₃, as parcelas foram compostas por 12, 8 e 6 linhas, respectivamente, e as áreas úteis por 10, 6 e 4 linhas, com a eliminação das duas linhas laterais da parcela, denominadas bordaduras. As dimensões de cada parcela foram de 5 m de comprimento por 2,4 m de largura, com área total de 12,00 m² e área útil de 8,00 m², 7,20 m² e 6,40 m², para os espaçamentos de 20, 30 e 40 cm, respectivamente, pois, eliminou-se 0,5 m de cada extremidade da parcela como bordadura.

3.3.2 Implantação e condução dos experimentos

Os experimentos foram implantados em três ambientes, assim especificados:

- ambiente 1 (A_1), em Machado, dia 30/10/2004, denominado 1ª época;
- ambiente 2 (A_2), em Lavras, dia 10/11/2004, e
- ambiente 3 (A_3), em Machado, dia 15/12/2004, denominado de 2ª época.

O preparo do solo constou de uma aração profunda, 30 cm, em torno de 40 dias antes da semeadura e duas gradagens niveladoras às vésperas da instalação dos experimentos. Em Machado, aplicou-se, antes da aração, herbicida glyphosate ($4,0 \text{ L ha}^{-1}$) + 2,4D ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$), visando controlar as plantas daninhas grama seda (*Cynodon dactylon*) e tiririca (*Cyperus rotundus*), dentre outras.

O preparo do solo nos ambiente experimentais de Machado é mostrado nas Figuras 4 e 5.



FIGURAS 4 e 5. Preparo do solo no ambiente experimental de Machado.

Fonte: EAF Machado (2004).

Na adubação de base, aplicou-se 350 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16 +Zn (0,5%), segundo sugestões de Paula et al. (1999) e, em cobertura, 48 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fonte a uréia. A cobertura foi realizada aos 35 dias após a emergência (DAE) das plantas, sempre com o solo úmido, para minimizar as perdas de N por volatilização.

O controle de plantas daninhas foi feito por meio do controle integrado, utilizando-se de capinas manuais e controle químico. No controle químico, foram aplicados, em pós-emergência, a mistura de tanque contendo os herbicidas Clefoxidim (1,0 L ha⁻¹) + Pendimethalin (4,0 L ha⁻¹) e óleo mineral (1,0 L ha⁻¹). A mistura dos herbicidas foi aplicada entre 20 e 30 DAE. Nos ambientes 1 e 3 (Machado), devido a altas infestações por tiririca, aplicou-se, ainda, outro herbicida (Ethoxysulfuron), na dosagem de 72 g ha⁻¹.

Para o controle de pragas, realizou-se apenas o tratamento químico de sementes, utilizando Thiodicarbe 350 SC, na dose de 1,5 L/100 kg de sementes. Periodicamente, efetuou-se o controle de formigas, utilizando-se formicida pó e iscas granuladas. Quanto a doenças, não se tomou qualquer medida de controle, uma vez que é de interesse do presente trabalho, correlacionar espaçamentos e densidades com a severidade das enfermidades.

Em todos os ambientes experimentais, sempre que houve necessidade, foram feitas irrigações suplementares. As irrigações foram realizadas na fase vegetativa, sempre que não ocorriam chuvas por mais de cinco dias e, durante os períodos críticos da reprodução e maturação, a cada três dias sem chuvas. As lâminas d'água foram aplicadas na quantidade suficiente para umedecer a região da rizosfera.

A colheita foi feita manualmente, quando mais de 95% das panículas estavam dobradas e maduras, com teor de umidade por volta de 20% a 23%. As áreas úteis foram colhidas primeiramente, em seguida foram ensacadas,

etiquetadas e trilhadas. Os grãos foram levados para secar até atingir umidade, por volta de 13%. As bordaduras foram colhidas e trilhadas separadamente.

Uma vista geral dos ambientes experimentais de Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras, é mostrado na Figura 6.



FIGURA 6 - Ambientes experimentais em Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras.

Fonte: EAF Machado e UFLA (2005)

3.4 Principais características avaliadas

Várias características de importância para a cultura foram avaliadas com o objetivo de relacionar o efeito dos diferentes espaçamentos e densidades sobre as mesmas. As características avaliadas foram: altura de plantas, número de

panículas por m², número total de grãos por panícula, percentual de grãos cheios, massa de 100 grãos, produtividade de grãos, floração média, incidência de doenças e acamamento de plantas. Com exceção de massa de 100 grãos, as demais características foram avaliadas de acordo com o manual de recomendações da Embrapa Arroz e Feijão (Embrapa, 1977).

3.4.1 Altura média de plantas

Durante a fase de maturação, tomaram-se aleatoriamente, cinco plantas representativas da área útil. Cada planta foi medida do solo até a extremidade da panícula mais alta e, em seguida, estimou-se a média por parcela.

3.4.2 Número de panículas por metro quadrado

Próximo à colheita, foi amostrado dentro da área útil, 1,00 m² de área, onde foram contadas todas as panículas.

3.4.3 Número total de grãos por panícula

Foram coletadas, aleatoriamente, nos quatro cantos e no meio da área útil, cinco panículas representativas da parcela; em cada uma delas foi contado o número total de espiguetas cheias e vazias e efetuada a média.

3.4.4 Percentual de grãos cheios

O percentual de grãos cheios foi obtido pelo quociente do número de espiguetas cheias sobre o número total de espiguetas (cheias + vazias).

3.4.5 Massa de 100 grãos

Seguindo a metodologia indicada pelas “Regras para análises de sementes” (RAS) (Irigon & Mello, 1992), de cada parcela útil colhida, foi tomada uma amostra aleatória de grãos, que foram pesadas em balança eletrônica de precisão igual a 0,001 kg. Em seguida, foi contado o número de grãos dessa amostra e aplicada a seguinte expressão:

$$M_{100} = \frac{PA \times 100}{NTG}$$

em que:

M_{100} = massa de 100 grãos, em gramas por parcela;

PA = peso da amostra em gramas, corrigidas para 13% de umidade padrão;

NTG = número total de grãos na amostra

3.4.6 Produtividade de grãos

Concluídas as avaliações de campo, as áreas úteis das parcelas foram colhidas manualmente, para a obtenção da produtividade de grãos em kg ha^{-1} . Os dados obtidos foram corrigidos para a umidade padrão de 13%, utilizando-se a seguinte expressão:

$$P_{13\%} = PC \times \left(\frac{1 - (U / 100)}{0,87} \right)$$

em que:

$P_{13\%}$ = produtividade de grãos (kg ha^{-1}) corrigida para a umidade padrão de 13%;

PC = produtividade de grãos sem correção em (kg ha^{-1});

U = umidade dos grãos observada logo após a colheita, em percentagem.

3.4.7 Floração média

A floração média refere-se ao número de dias contados da semeadura ao

Florescimento de 50% das panículas, o que foi feito por julgamento visual das parcelas.

3.4.8 Incidência de doenças

As avaliações das doenças foram feitas visualmente com base na severidade do ataque e foi atribuída uma nota para cada doença, utilizando-se a escala numérica abaixo (Embrapa, 1977):

- 0 - imune, sem ocorrência da infecção;
- 1 - menos de 1% da área foliar ou de panícula afetada;
- 3 - 1% a 5% de área foliar ou panícula afetada;
- 5 - 6% a 25% de área foliar ou panícula afetada;
- 7 - 26% a 50% de área foliar ou panícula afetada;
- 9 - 51% a 100% de área foliar ou panícula afetada.

As doenças avaliadas foram as mais comuns, como: brusone nas folhas e nas panículas (*Pyricularia grisea*), escaudadura na folha (*Gerlachia oryzae*) e mancha-de-grãos (*Phoma spp.*).

3.5 Análise estatística dos dados

Inicialmente, foram realizadas análises individuais para as características de cada experimento e para as inferências locais. Numa segunda etapa, procedeu-se a análise conjunta envolvendo os três experimentos conduzidos em Machado (duas épocas) e Lavras, para as seguintes características: altura de plantas (m), número de panículas m⁻², número total de grãos por panícula, percentual de grãos cheios, massa de 100 grãos, produtividade de grãos, floração média (dias) e incidência de doenças.

Para as variáveis aleatórias quantitativas discretas, como brusone das panículas e das folhas, escaudadura das folhas e mancha-de-grãos, dados

avaliados por nota geralmente não seguem uma distribuição normal e, muitas vezes, não se aplicam para análise de variância. Portanto, os dados foram transformados pela equação $(\sqrt{X + 1})$, para, somente então, proceder a análise de variância; porém, quando foi preciso expressar médias dessas análises, estas foram expressas sem transformação, utilizando-se operação inversa da expressão anterior (Banzatto & Kronka, 1995).

Para todos os dados coletados, foi feito, antes de qualquer análise, o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, utilizando-se o software SISVAR (Ferreira, 2003) e o teste de homocedasticidade ou homogeneidade da variância, usando o teste de Hartley ou da razão máxima (Banzatto & Kronka, 1995).

O modelo estatístico para as análises de variância individual foi:

$$y_{ik} = \mu + t_i + b_k + e_{ik}$$

em que:

Y_{ik} : valor observado no tratamento i que se encontra no bloco k ;

μ : média geral;

t_i : efeito devido ao tratamento i , para $i = 1, 2, 3, \dots, 9$;

b_k : efeito do bloco k , para $k = 1, 2, 3$;

e_{ik} : efeito dos fatores não controlados (erros) no tratamento i , que se encontra no bloco k .

Após a análise individual de cada experimento para as conclusões e inferências locais, procedeu-se a análise conjunta dos experimentos, seguindo-se os critérios indicados por Banzatto & Kronka (1995), cujo modelo é o seguinte:

$$y_{kmji} = \mu + b_{k(i)} + p_m + d_j + a_i + (pd)_{mji} + (pa)_{mi} + (da)_{ji} + (pda)_{mji} + e_{mji}$$

em que:

Y_{kmji} : valor observado no bloco k , do espaçamento m , na densidade j , no ambiente i ;

μ : média geral;

$b_{k(i)}$: efeito do bloco k , dentro do ambiente i , para $k = 1, 2, 3$;

p_m : efeito do espaçamento m , para $m = 1,2,3$;

d_j : efeito da densidade j , para $j = 1,2,3$;

a_i : efeito do ambiente i , para $i = 1,2,3$;

$(pd)_{mj}$: efeito da interação entre o espaçamento m com a densidade j ;

$(pa)_{mi}$: efeito da interação entre o espaçamento m com o ambiente i ;

$(da)_{ji}$: efeito da interação entre a densidade j e o ambiente i ;

$(pda)_{mji}$: efeito da interação entre o espaçamento m , com a densidade j , com o ambiente i ;

e_{kmji} : efeito dos fatores não controlados (erros) no bloco k , no espaçamento m , na densidade j e no ambiente i .

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SISVAR (Ferreira, 2003). Os dados, após os testes de normalidade e homocedasticidade, quando possível, foram submetidos à análise de variância e, quando houve significância dos tratamentos, estes foram submetidos a testes de médias ou análise de regressão. O teste de média utilizado foi o Scott & Knott, a 5% de probabilidade, quando as variáveis avaliadas eram de natureza qualitativa (ambiente e espaçamento) e empregou-se análise de regressão quando as variáveis eram de natureza quantitativa (densidade).

3.5.1 Decomposição das fontes de variação

As análises de variância foram efetuadas segundo o modelo individual e conjunta.

3.5.1.1 Análise de variância individual

A decomposição das fontes de variação da análise de variância individual é apresentada na Tabela 11.

TABELA 11 - Esquema de análise de variância individual, para espaçamento e densidade de semeadura em cada ambiente.

FV	GL	QM	F
Tratamentos	$i - 1$	$SQ_{Tr}/i - 1$	QM_{Tr}/QM_R
Blocos	$k - 1$	$SQ_{Bl}/k - 1$	QM_{Bl}/QM_R
Resíduo	$(i - 1)(k - 1)$	$SQ_R/(i - 1)(k - 1)$	-
Total	$ik - 1$	-	-

Para $i = 9$ e $k = 3$.

3.5.1.2 Análise de variância conjunta

A decomposição das fontes de variação da análise de variância conjunta é apresentada na Tabela 12.

TABELA 12 - Esquema de análise de variância conjunta, para espaçamento e densidade de semeadura.

FV	GL	QM	F
Esp. (E)	$m - 1$	QM_1	QM_1/QM_9
Dens. (D)	$j - 1$	QM_2	QM_2/QM_9
Ambiente (A)	$i - 1$	QM_3	QM_3/QM_9
E x D	$(m - 1)(j - 1)$	QM_4	QM_4/QM_9
E x A	$(m - 1)(i - 1)$	QM_5	QM_5/QM_9
D x A	$(j - 1)(i - 1)$	QM_6	QM_6/QM_9
E x D x A	$(m - 1)(j - 1)(i - 1)$	QM_7	QM_7/QM_9
Blocos:A	$(k - 1)(I)$	QM_8	-
Resíduo	$(mjk - 1) - (m+j+i+k)$	QM_9	-
Total	$(mjk - 1)$	-	-

Blocos:A = blocos dentro do ambiente A

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de variância

4.1.1 Resultados da análise de variância individual

Na análise de variância individual, caracterizaram-se apenas os nove tratamentos obtidos pelas combinações dos três espaçamentos (20, 30 e 40 cm) com as três densidades (50, 80 e 110 sem. m⁻¹). Portanto não se estudou o efeito isolado de espaçamento e densidade, os quais foram avaliados nas análises conjuntas, em virtude da ocorrência de interações.

Os resultados da Tabela 13 indicam que os tratamentos influenciaram a altura de planta apenas no ensaio de Machado (1^a época), também não interferiu no percentual de grãos cheios e na massa de grãos nos três ambientes experimentais. Por outro lado, o número de panículas m⁻², o número de grãos por panícula e o percentual de grãos cheios, além da produtividade de grãos, foram estatisticamente influenciados pelas diferentes combinações de espaçamento e densidade (tratamentos). Os coeficientes de variação situaram-se entre 1,64% a 9,92%, índices considerados baixos, sugerindo boa precisão experimental (Gomes, 1987).

A Tabela 14 mostra os resultados da análise de variância individual para floração média e incidência de brusone nas folhas e nas panículas, escaldadura nas folhas e mancha-de-grãos. Observa-se, na referida tabela, que não houve efeito de tratamentos para nenhuma das referidas características, nos três experimentos, contrariando o que se esperava, ou seja, maior ocorrência das doenças do arroz nos espaçamentos mais estreitos (Santos & Costa, 1995). Os coeficientes de variação apresentaram grandes oscilações, situando-se entre 0,00% a 21,15%, o que denota de boa à média precisão experimental, para a maioria dos fatores avaliados (Gomes, 1987).

TABELA 13 - Resumo das análises de variância individual para as características: altura de plantas (AP), n.º de panículas m⁻² (NP), n.º de grãos por panícula (NG), percentual de grãos cheios por panícula (GC), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD), em função dos tratamentos (espaçamentos versus densidades), nos três ambientes de cultivo em Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

Fontes de variação	GL	QM					
		AP	NP	NG	%GC	M100	PROD
Experimento 1 (Machado-1ª época)							
Blocos	2	0,00034	78,04	70,77	0,0155	0,0061	44954,06
Tratamentos	8	0,02825**	9407,56**	908,38**	6,9671 ^{NS}	0,0325 ^{NS}	1392605,26**
Erro	16	0,00489	1042,08	52,36	3,9975	0,0158	278804,81
CV (%)	-	6,94	8,97	7,66	2,12	3,88	9,80
Média geral		1,01	359,93	94,45	94,48	3,24	5342,00
Experimento 2 (Lavras)							
Blocos	2	0,02255	6484,59	193,02	4,7948	0,0143	520552,16
Tratamentos	8	0,00355 ^{NS}	6171,48**	842,22**	1,3062 ^{NS}	0,0201 ^{NS}	598910,81*
Erro	16	0,00203	892,26	132,61	2,3403	0,0111	167852,21
CV (%)	-	5,34	7,45	9,92	1,64	4,21	8,34
Média geral		0,84	400,74	116,10	93,41	2,50	4913,00
Experimento 3 (Machado-2ª época)							
Blocos	2	0,00203	830,04	76,18	14,6092	0,0109	106114,63
Tratamentos	8	0,00152 ^{NS}	10551,20**	266,47**	2,1601 ^{NS}	0,0024 ^{NS}	258143,64**
Erro	16	0,00123	1005,70	67,15	7,1723	0,0062	38139,61
CV (%)	-	4,61	9,70	9,13	2,82	2,58	4,11
Média geral		0,76	327,04	89,79	95,01	3,07	4751,00

*Significativos pelo teste de F ($p \leq 0,05$) e **significativo pelo teste de F ($p \leq 0,01$); ^{NS} Não significativo.

TABELA 14 - Resumo das análises de variância individual para as características: floração média (FL), brusone nas folhas (BF), brusone nas panículas (BP), escaldadura nas folhas (EF), mancha-nos-grãos (MG), em função dos tratamentos (espaçamentos versus densidades), nos três ambientes de cultivo em Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras 2004/2005.

Fonte de variação	GL	QM				
		FL	BF	BP	EF	MG
Experimento 1 (Machado – 1ª época)						
Blocos	2	18,11	-	-	-	0,013
Tratamentos	8	26,92 ^{NS}	-	-	-	0,032 ^{NS}
Erro	16	19,53	-	-	-	0,070
CV (%)	-	5,87	0,00	0,00	0,00	17,36
Média geral	-	75,33	1,00	1,00	1,00	1,32
Experimento 2 (Lavras)						
Blocos	2	1,44	0,064	0,026	0,052	0,006
Tratamentos	8	6,08 ^{NS}	0,085 ^{NS}	0,148 ^{NS}	0,019 ^{NS}	0,143 ^{NS}
Erro	16	13,90	0,068	0,081	0,036	0,166
CV (%)	-	4,76	11,42	12,02	9,05	21,15
Média geral	-	78,33	4,19	4,59	3,34	2,71
Experimento 3 (Machado – 2ª época)						
Blocos	2	7,81	0,020	0,051	-	0,089
Tratamentos	8	6,79 ^{NS}	0,032 ^{NS}	0,127 ^{NS}	-	0,051 ^{NS}
Erro	16	3,90	0,055	0,065	-	0,075
CV (%)	-	2,84	15,57	15,65	0,00	17,45
Média geral	-	69,63	1,25	1,66	1,00	1,45

*Significativos, pelo teste de F ($p \leq 0,05$) e **significativo pelo teste de F ($p \leq 0,01$); ^{NS} Não significativo.

4.1.2 Resultados da análise de variância conjunta

O resumo da análise de variância conjuntas dos três experimentos ou ambientes, para todas as características avaliadas, está apresentado nas Tabelas 15 e 16. Observando-se as duas tabelas, nota-se que várias características foram estatisticamente significativas para uma ou mais fontes de variação. A significância ou não de cada fonte de variação para diferentes características encontra-se assinalada nas respectivas tabelas, que são auto-explicativas.

A seguir será discutido para cada característica, o efeito dos tratamentos ou interações que apresentaram significância na análise de variância conjunta.

TABELA 15 - Resumo das análises de variância conjunta dos experimentos para as características: altura de plantas (AP), n.º de panículas m⁻² (NP), n.º de grãos por panícula (NG), % de grãos cheios por panícula (GC), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD), envolvendo os três ambientes experimentais em Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

Fonte de variação	GL	QM					
		AP	NP	NG	GC	M100	PROD
Blocos:(Ambiente)	6	0,0016 ^{NS}	1913,91**	113,16 ^{NS}	6,473 ^{NS}	0,012 ^{NS}	208602,65 ^{NS}
Espaçamentos (E)	2	0,0415**	40315,42**	1660,45**	4,709 ^{NS}	0,005 ^{NS}	3030718,05**
Densidades (D)	2	0,0053 ^{NS}	28292,01**	2944,48**	2,542 ^{NS}	0,035*	630293,69*
Ambientes (A)	2	0,4213**	36808,94**	5320,16**	18,025*	3,951**	2514935,05**
E * D	4	0,0079*	3855,53*	226,76*	1,828 ^{NS}	0,033*	848794,26 **
E * A	4	0,0142**	1771,12 ^{NS}	206,58 ^{NS}	3,576 ^{NS}	0,017 ^{NS}	820753,28**
D * A	4	0,0001 ^{NS}	3750,27*	100,88 ^{NS}	2,114 ^{NS}	0,015 ^{NS}	240645,45 ^{NS}
E * D * A	8	0,0105**	4289,93**	598,08**	4,846 ^{NS}	0,013 ^{NS}	521512,31**
Erro	48	0,0027	1048,80	83,91	6,473	0,011	164935,52
CV (%)		5,98	8,93	9,15	2,25	3,54	8,12
Média geral		0,87	362,57	100,12	94,3	2,94	5001,84

*Significativos, pelo teste de F ($p \leq 0,05$) e **significativo pelo teste de F ($p \leq 0,01$); ^{NS} Não significativo.

TABELA 16 - Resumo das análises de variância conjunta dos experimentos e as características: floração média (FL), brusone das folhas (BF), brusone das panículas (BP), escaldadura das folhas (EF) e mancha-de-grãos (MG), envolvendo os três ambientes experimentais em Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

Fonte de variação	GL	QM				
		FL	BF	BP	EF	MG
Blocos: (Ambiente)	6	9,469 ^{NS}	0,026 ^{NS}	0,126*	0,020**	0,034 ^{NS}
Espaçamento (E)	2	12,235 ^{NS}	0,008 ^{NS}	0,002 ^{NS}	0,017 ^{NS}	0,004 ^{NS}
Densidade (D)	2	25,642 ^{NS}	0,006 ^{NS}	0,041 ^{NS}	0,017 ^{NS}	0,055 ^{NS}
Ambiente (A)	2	515,272**	6,108**	6,805**	4,123**	1,987**
E * D	4	8,735 ^{NS}	0,046 ^{NS}	0,114 ^{NS}	0,006 ^{NS}	0,023 ^{NS}
E * A	4	14,753 ^{NS}	0,006 ^{NS}	0,002 ^{NS}	0,010 ^{NS}	0,030 ^{NS}
D * A	4	20,605 ^{NS}	0,077 ^{NS}	0,064 ^{NS}	0,010 ^{NS}	0,042 ^{NS}
E * D * A	8	11,559 ^{NS}	0,049 ^{NS}	0,134*	0,004 ^{NS}	0,020 ^{NS}
Erro	48	12,483	0,041	0,051	0,006	0,043
CV(%)		4,75	11,71	12,55	4,59	12,34
Média geral		74,38	2,00	2,23	1,69	1,85

*Significativos, pelo teste de F ($p \leq 0,05$) e **significativo pelo teste de F ($p \leq 0,01$); ^{NS} Não significativo.

4.2 Altura média de plantas

No resultado da análise de variância conjunta para altura de planta (Tabela 15), foi constatada significância estatística para efeito de espaçamento, ambiente, interação E*D, E*A e interação E*D*A. Dessa forma, procedeu-se o desdobramento apenas da interação tripla (E*D*A), em virtude da interdependência entre as variáveis, espaçamento (E), densidade (D) e ambiente (A), cujo resultado é apresentado na Tabela 17. Observa-se que ocorreu diferença estatística entre espaçamentos somente para as densidades de 80 e 110 sementes m^{-1} , no ambiente 1. Portanto, para as demais densidades, em todos os ambientes, os diferentes espaçamentos não interferiram na altura de planta.

A Tabela 17 traz ainda as médias por espaçamento (última linha) e por densidade (última coluna). Observa-se que a altura de plantas foi menor no espaçamento de 20 cm (0,83 m), seguido de 40 e 30 cm, que foram praticamente iguais, 0,89 e 0,90 m, respectivamente. Quanto ao efeito de densidade, nota-se que a altura de plantas foi de 0,89, 0,87 e 0,86 m para as densidades de 50, 80 e 110 sementes m^{-1} , respectivamente, ou seja, praticamente semelhantes. Dessa forma, pode-se inferir que a densidade exerce pouca influência sobre a característica agrônômica altura de planta, sendo as diferenças ocasionadas mais por efeito ambiental.

Este resultado difere do encontrado por Souza & Azevedo (1994), que obtiveram para, a cultivar de ciclo tardio Rio Paranaíba, a maior altura de planta no espaçamento maior (65 cm) e densidade menor (50 sementes m^{-1}). Todavia, a menor altura foi obtida em espaçamento menor (20 cm entre linhas), com densidade maior (125 sementes m^{-1}), concordando com o resultado deste trabalho.

Resultados diferentes foram encontrados por Oliveira (1994), Crusciol et al. (2000) e Santos et al. (2002), que não encontraram influências dos tratamentos (espaçamentos e densidades) sobre altura de plantas.

Trabalhando em Selvíria, MS, Crusciol et al. (2003) encontraram também resultados diferentes para espaçamento sobre a altura de planta. Utilizando os espaçamentos de 30, 40 e 50 cm entre linhas por 100 sementes m⁻¹ e a cultivar precoce IAC 201, no sistema de cultivo protegido, com irrigação por aspersão, detectaram efeitos significativos para o espaçamento de 30 cm, em que a planta atingiu a maior altura (114 cm), contudo, não diferiu do espaçamento de 40 cm, mas sim do espaçamento de 50 cm, no qual a planta foi menor (107 cm).

TABELA 17 - Médias de altura de plantas (m), em função do desdobramento de espaçamento dentro de densidade-ambiente (E:D-A), Machado (1^a e 2^a épocas) e Lavras. 2004/05.

D-A	Espaçamentos ¹			Médias p/ D-A
	20 cm	30 cm	40 cm	
50-1 ²	1,02 a	0,99 a	1,05 a	1,02
50-2	0,83 a	0,87 a	0,87 a	0,86
50-3	0,76 a	0,78 a	0,79 a	0,78
80-1	0,93 b	1,10 a	1,00 b	1,01
80-2	0,80 a	0,85 a	0,89 a	0,85
80-3	0,74 a	0,76 a	0,79 a	0,76
110-1	0,82 c	1,16 a	1,01 b	1,00
110-2	0,80 a	0,87 a	0,82 a	0,83
110-3	0,75 a	0,72 a	0,76 a	0,74
Médias p/E	0,83	0,90	0,89	0,87

¹Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott (p≤0,05).

²D₅₀A₁ - Densidade de 50 sementes m⁻¹, no ambiente 1...

No desdobramento da densidade dentro de espaçamento-ambiente (D:E-A), detectou-se influência da densidade em dois espaçamentos no ambiente 1, sobre altura de plantas. Para a conjugação dessas variáveis, foram encontradas relações lineares entre densidade de semeadura e altura de plantas (Figura 7).

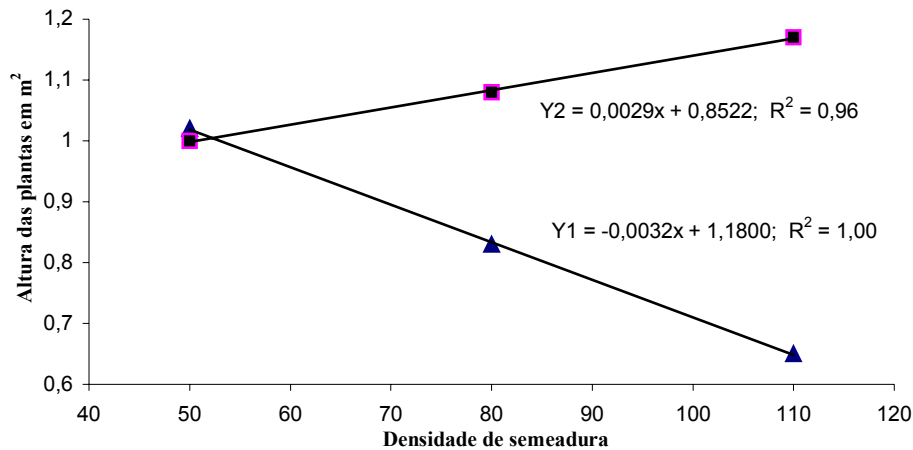


FIGURA 7 - Representação gráfica da equação de regressão para altura de plantas, em função do desdobramento de D:E₂₀A₁ (Y1) e D:E₃₀A₁.(Y2).

A equação de regressão Y1 indica que, a partir da densidade de 50 sementes m⁻¹, no E₂₀A₁ (espaçamento de 20 cm, no ambiente 1), houve um efeito negativo no crescimento da cultivar e, para cada semente, além de 50 por metro linear, houve um decréscimo na altura das plantas, da ordem de 0,0032 m. Por outro lado, a equação de regressão Y2 mostra que a densidade influenciou positivamente o crescimento, no espaçamento de 30 cm no ambiente 1. As plantas são menores na densidade de 50 sementes por metro e aumentam proporcionalmente à razão de 0,0029 m para cada semente distribuída no sulco de semeadura, além de 50 m⁻¹, até 110 sementes m⁻¹. Dessa forma, como a significância de D:E-A ocorreu em apenas duas combinações

(E₂₀A₁ e E₃₀A₁) das nove possíveis, pode-se afirmar, à semelhança de espaçamento, que densidade exerce pouca influência sobre a característica agronômica altura de plantas.

Trabalhando em Lavras, Santos et al. (2002) encontraram resultado diferente, ou seja, com as cultivares Canastra e Confiança, obtiveram para densidade de semeadura, uma relação de regressão quadrática ($y = -0,0037x^2 + 0,45x + 77,875$) para altura das plantas.

O desdobramento do efeito de ambiente dentro de espaçamento-densidade (A:E-D) não foi realizado nessa dissertação, uma vez que é de pequena importância comparar os ambientes utilizados no estudo com as características, com exceção de produtividade de grãos.

4.3 Número de panículas por metro quadrado

A análise conjunta para essa característica mostra que a precisão experimental foi alta, pois apresentou CV de 8,93% (Gomes, 1987). Obteve-se média geral de 362,57 panículas m⁻² (Tabela 15). Houve significância em todas as fontes de variação, à exceção da interação E*A. Dessa forma, somente a interação entre (E*D*A) será desdobrada para estudo do grau de interdependência de cada variável sobre o número total de panículas m⁻².

Na Tabela 18, que traz os desdobramentos da interação E:D-A (espaçamento dentro de densidade-ambiente), observa-se que, apenas para a densidade de 50 sementes m⁻¹, no ambiente 3 e de 80 sementes m⁻¹, no ambiente 2, não se detectou efeito significativo de espaçamentos sobre o número de panículas m⁻². Logo, espaçamento exerce importante efeito sobre o número de panículas m⁻², independente da densidade e ambiente de cultivo.

TABELA 18 - Média do número de panículas m^{-2} , em função do desdobramento de espaçamento dentro de densidade-ambiente (E:D-A), em Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

D-A	Espaçamentos entrelinhas ¹				Médias p/D ²
	20 cm	30 cm	40 cm		
50-1	372,33 a	285,67 b	299,00 b	319,00	} 325,22
50-2	358,67 b	452,33 a	332,67 b	381,22	
50-3	284,00 a	298,33 a	244,00 a	275,44	
80-1	365,67 b	430,33 a	345,33 b	380,44	} 380,11
80-2	416,00 a	443,67 a	409,67 a	423,11	
80-3	371,67 a	358,33 a	280,33 b	336,78	
110-1	411,33 a	427,33 a	302,33 b	380,33	} 382,59
110-2	441,33 a	410,67 a	341,67 b	397,89	
110-3	434,00 a	368,00 b	306,67 c	369,56	
Médias p/ E	383,89	386,07	317,96	362,64	

¹ Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott $p \leq 0,05$;

² Médias para densidades.

Houve ampla variação do número de panículas m^{-2} , tendo o maior número sido de 452 no E:D₅₀A₂; já o menor número ocorreu no E:D₅₀A₃, com 244 panículas m^{-2} . Pela Tabela 18 observa-se que o espaçamento de 30 cm tem também uma tendência, independente da densidade-ambiente, de produzir o maior número de panículas m^{-2} (386), seguido do espaçamento de 20 cm, com 384 panículas m^{-2} e, por último, o espaçamento de 40 cm entre linhas com 318 panículas m^{-2} . Já a densidade de semeadura que mais influenciou o número de panículas m^{-2} foi a de 110 sementes m^{-1} (383), seguido por 80 sementes m^{-1} (380). Porém, a densidade de 50 sementes m^{-1} proporcionou o menor número de

panículas por área (325 panículas m^{-2}). Com esse resultado, pode-se inferir que o arranjo de 30 cm entre linhas por 110 sementes m^{-1} , seguido de 20 cm por 80 sementes m^{-1} , independente do ambiente, foi o que produziu o maior número de perfilhos produtivos. Entende-se, ainda, que o espaçamento de 30 cm foi o que propiciou o melhor aproveitamento do espectro luminoso; além disso, permitiu maior profundidade de luz no dossel até a base da planta que, conseqüentemente, ativou o citocromo das gemas basais, levando a um maior perfilhamento e maior número de panículas m^{-2} , com um mínimo de auto-sombreamento.

Segundo Soares (2001), o número de panículas m^{-2} é determinado pela densidade de semeadura, pelo percentual de germinação, pela capacidade de perfilhamento da cultivar e pelas condições ambientais. Portanto, a interferência do efeito de espaçamento e densidade de semeadura está de acordo com o relato do autor.

Outro desdobramento realizado foi o efeito de densidade dentro de espaçamento-ambiente (Figura 8), no qual se observou influência da densidade para os diferentes espaçamentos e ambientes. Na conjugação dessas variáveis, foram encontradas respostas lineares e quadráticas para o número de panículas m^{-2} , em função da densidade de semeadura, como mostra a referida figura.

Nas equações lineares Y1 para D:E₂₀A₂, Y2 para D:E₂₀A₃ e Y4 para D:E₃₀A₃, a densidade de semeadura influenciou positivamente na quantidade de panículas m^{-2} . O número delas aumentou linearmente, à razão de 1,38; 2,5 e 1,16 panículas m^{-2} , para cada semente que foi acrescentada além de 50 m^{-1} .

Santos et al. (2002) também encontraram para as cultivares Confiança e Canastra, nas densidades de 50, 70 e 90 sementes m^{-1} , relação linear para densidade de semeadura e número de panículas m^{-2} . Mas, nesse experimento, o aumento linear do número de panículas m^{-2} foi menor, de apenas 0,95 m^{-2} .

Já nas equações Y3 e Y5, a resposta do número de panículas m^{-2} às diferentes densidades foram quadráticas. Em Y3, a densidade de semeadura

favoreceu o número de panículas m^{-2} até o máximo de 94 sementes m^{-1} . Nesse ponto, o número de panículas também é máximo (447). A partir daí, maiores densidades desfavoreceram o número de panículas por área. Resultado semelhante foi obtido para (Y5), em que a densidade de 81 sementes m^{-1} proporcionou o maior número de panículas m^{-2} .

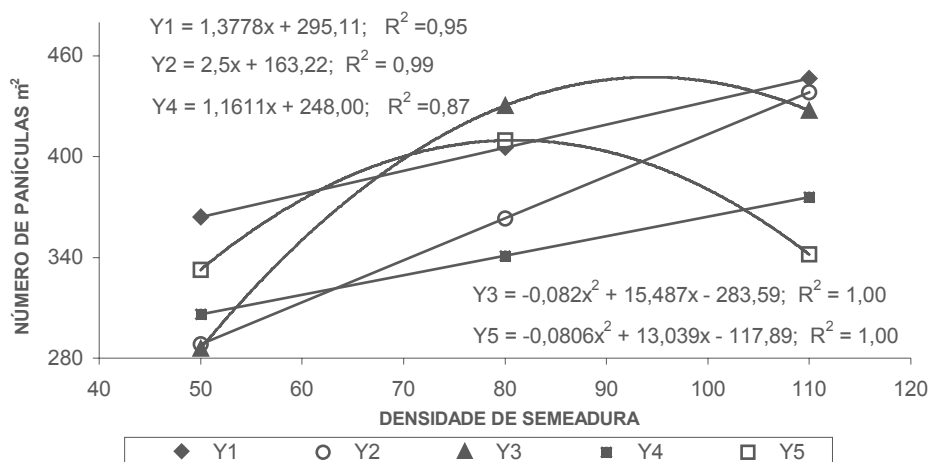


FIGURA 8 - Representação gráfica da equação de regressão, para número de panículas m^{-2} , em função de D:E₂₀A₂ (Y1); D:E₂₀A₃ (Y2); D:E₃₀A₁ (Y3); D:E₃₀A₃ (Y4); D:E₄₀A₂ (Y5).

Guimarães & Stone (2003c) também encontraram resposta quadrática para efeito de densidade (70 sementes m^{-1}) sobre o número de panículas m^{-2} ao trabalharem com duas cultivares (BRS Primavera e Canastra).

Os resultados mostram que o efeito de densidade de semeadura sobre o número de panículas m^{-2} , interage bastante com os espaçamentos e o ambiente de cultivo, como é mostrado na Figura 8. Por outro lado, para quatro, das nove combinações de espaçamento com a densidade, não se obteve efeito de densidade sobre o número de panículas por área. Isso ocorre, principalmente,

pela alta capacidade de perfilhamento da ‘BRSMG Conai’, compensando as densidades mais baixas.

4.4 Número total de grãos por panícula

O resultado da análise de variância conjunta (Tabela 15) mostra que os efeitos de espaçamentos, densidades, ambientes e as interações E*D e E*D*A foram estatisticamente significativos. Dessa forma, será desdobrada a interação E*D*A para estudo do grau de interdependência entre as referidas variáveis sobre o número de grãos por panícula.

A Tabela 19 traz o desdobramento da interação espaçamento dentro de densidade-ambiente (E:D-A). Observa-se que, em seis das nove combinações de densidades com ambientes, ocorreu efeito significativo de espaçamento. É interessante ressaltar que, no ambiente 3 (Machado-2ª época), o espaçamento não interferiu no número de grãos por panícula, independente da densidade. Daí pode-se inferir que a semeadura tardia atenua o efeito de espaçamento sobre o número de grãos por panícula. Certamente, essa atenuação está relacionada ao menor perfilhamento nos espaçamentos mais largos que, indiretamente, influencia o número de grãos por panícula.

Como já se previa, o espaçamento de 20 cm entre linhas promoveu uma redução do número de grãos por panículas (91,07), quando comparado com os espaçamentos de 30 cm (104,41) e 40 cm (104,88) (Tabela 19). Fato semelhante ocorreu com o aumento da densidade de semeadura, provavelmente, devido ao chamado “efeito de compensação”, ou seja, panículas maiores ocorrem nos maiores espaçamentos e menores densidades de semeadura.

Guimarães et al. (2003a), no ajustamento de espaçamento para a nova geração de cultivares de arroz de terras altas, obtiveram efeito significativo de espaçamento (20, 30, 40 e 50 cm) sobre o número de grãos por panícula para

todos os materiais genéticos avaliados. Já Santos et al. (2002) encontraram em Lavras, para as cultivares Canastra e Confiança, as mesmas tendências da cultivar BRSMG Conai: maior número de grãos por panículas (109 e 118) em espaçamentos maiores (30 e 40 cm) e menor (99 grãos) em espaçamento menor (20 cm). Esta tendência se observou também para o efeito de densidade, ou seja, maior número de grãos por panícula na densidade de 50 sementes m^{-1} (115 grãos), mediana na densidade de 70 sementes m^{-1} (108) e, menor, na densidade de 90 sementes m^{-1} (103 grãos $panícula^{-1}$), não tendo essas três últimas médias diferido estatisticamente entre si.

TABELA 19 - Médias do número de grãos por panícula em função do desdobramento de espaçamento dentro de densidade-ambiente (E:D-A), em Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

D-A	Espaçamentos entrelinhas em cm^1				Médias para D ²
	20 cm	30 cm	40 cm		
50-1	112,93 a	93,67 b	106,53 a	104,38	} 111,80
50-2	123,53 b	144,67 a	128,40 b	132,20	
50-3	89,27 a	106,47 a	100,73 a	98,82	
80-1	70,93 c	110,40 a	93,93 b	91,75	} 96,87
80-2	96,73 b	107,67 b	128,33 a	110,91	
80-3	81,23 a	87,13 a	95,47 a	87,94	
110-1	62,40 b	104,40 a	94,87 a	87,22	} 91,69
110-2	96,40 b	100,80 b	118,40 a	105,20	
110-3	86,18 a	84,47 a	77,27 a	82,64	
Médias para E	91,07	104,41	104,88	100,12	

¹ Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

² Médias para número de grãos por panícula, em função da densidade de semeadura.

No desdobramento do efeito densidade dentro de espaçamento-ambiente (D:E-A), houve significância para várias combinações de D:E-A. Na conjugação dessas variáveis, foram encontradas relações lineares entre densidade de semeadura e o número de grãos por panícula em D:E₂₀A₁ (Y1), D:E₂₀A₂ (Y2), D:E₃₀A₂ (Y3), D:E₃₀A₃ (Y4) e D:E₄₀A₃ (Y5) (Figura 9).

Para todas as equações de regressão lineares (Y1, Y2, Y3, Y4 e Y5), os coeficientes de regressão foram negativos, indicando que a densidade de semeadura correlaciona-se negativamente com o número de grãos por panículas. Isso já era esperado, uma vez que maior o número de plantas por área tende a reduzir o tamanho da panícula.

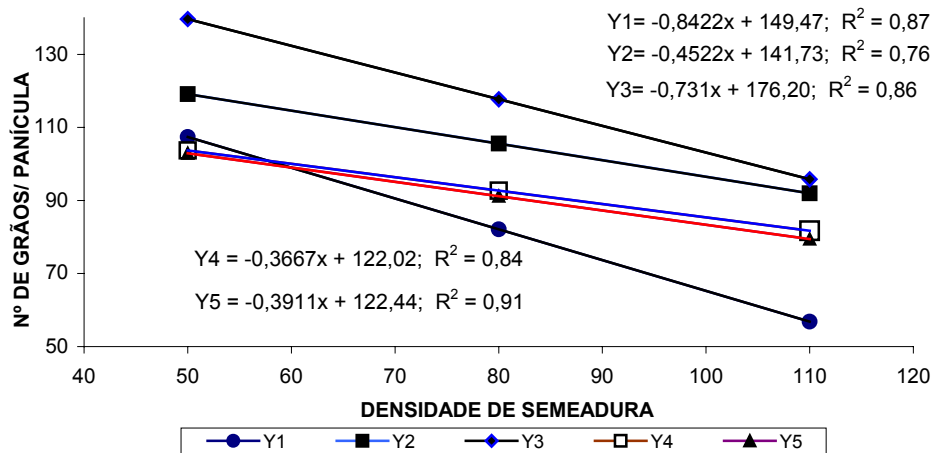


FIGURA 9 - Representação gráfica da equação de regressão, para número de grãos por panículas, em função de D:E₂₀A₁ (Y1); D:E₂₀A₂ (Y2); D:E₃₀A₂ (Y3); D:E₃₀A₃ (Y4) e D:E₄₀A₃ (Y5).

Yoshida (1981), Fageria (1984) e Soares (2001) afirmam que o número total de grãos por panícula é mais influenciado pela densidade de semeadura, níveis nutricionais, cultivar e condições ambientais, como radiação solar e temperatura. Portanto, o efeito do espaçamento entre linhas e da densidade de

sementes m^{-1} sobre o número de grãos por panícula, obtidos neste trabalho, estão de acordo com a declaração dos autores, ou seja, espaçamento e densidade exercem forte influência sobre o número de grãos por panícula.

Trabalhando com as cultivares BRS Primavera e Canastra, na Embrapa Arroz e Feijão, Guimarães & Stone (2003c) encontraram coeficiente linear positivo para número de grãos por panícula, para a cultivar BRS Primavera cultivada após pasto ($Y = 0,201X + 101,7$; $R^2 = 0,92$), em função da densidade de semeadura. Já com a cultivar Canastra após soja, os resultados foram semelhantes aos encontrados para a cultivar BRSMG Conai, ou seja, obtiveram coeficiente linear negativo para número de grãos por panícula ($Y = -0,088X + 99,3$; $R^2 = 0,55$). Isso ocorreu devido à maior capacidade de perfilhar da cultivar Canastra que, dessa forma, aumentou o número de panículas m^{-2} nas menores densidades. Nas maiores densidades ocorre maior competição entre plantas, levando, conseqüentemente, à redução do número de grãos por panícula.

4.5 Percentagem de grãos cheios por panícula

A análise de variância conjunta envolvendo os três experimentos mostra que houve diferença estatística entre as médias, apenas para a variável ambiente (Tabela 15). A percentagem de grãos cheios é uma característica das mais importantes para o arroz de terras altas, por ser uma das que mais influenciam a produtividade de grãos. Certamente é também a mais vulnerável, por variar intensamente em função da disponibilidade hídrica e incidência de doenças. No caso presente, a percentagem de grãos cheios foi semelhante nos dois experimentos de Machado e inferior no de Lavras (Tabela 20). A ocorrência de doenças no experimento de Lavras, com certeza, reduziu o percentual de grãos cheios. Em Machado, praticamente não se observou incidência de doenças.

TABELA 20 - Médias para percentagem de grãos cheios, nos três ambientes experimentais, cultivar BRSMG Conai. Machado (1^a e 2^a épocas) e Lavras. 2004/2005.

Ambientes de cultivo	Médias¹
Ambiente 1 - Machado-1 ^a época	94,48 a
Ambiente 2 - Lavras	93,41 b
Ambiente 3 - Machado-2 ^a época	95,01 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Santos et al. (2002) encontraram respostas diferentes para percentagem de grãos cheios, em função do espaçamento, com as cultivares Canastra e Confiança. Utilizando os espaçamentos de 20, 30 e 40 cm entre linhas, concluíram que apenas o de 20 cm foi significativamente inferior aos demais com 77% de grãos cheios. Já nos espaçamentos de 30 e 40 cm, as médias foram de 89% e 98%, porém não diferiram estatisticamente entre si. As diferentes densidades (50, 70 e 90 sementes m⁻¹), por sua vez, não exerceram influência sobre o percentual de grãos cheios, uma vez que não houve significância estatística entre as médias, que foram de 94%, 87% e 83%, respectivamente.

4.6 Massa de 100 grãos

Pela análise de variância conjunta (Tabela 15), constatou-se significância para o efeito de densidades, ambientes e interação espaçamento-densidade (E*D), a qual será desdobrada para avaliar o grau de interdependência entre eles. O coeficiente de variação foi de 3,54% e a média geral de 2,94 g/100 grãos. Para Khush (1995), o ideal para o arroz é que a massa de 100 grãos fique em torno de 2,5 g, pois grãos maiores tendem a ser gessados e, portanto, têm menor valor de

mercado.

Como se observa pelos dados da Tabela 21, a massa de 100 grãos foi maior no experimento de Machado-1ª época (3,24 g), superando o Machado-2ª época (3,07 g), os quais, por sua vez, superaram estatisticamente ($p < 0,05$) a massa de 100 grãos obtida em Lavras (2,50 g).

TABELA 21 - Médias da massa de 100 grãos, obtidas nos três ambientes de cultivo, em função dos três espaçamentos e três densidades de semeadura. achado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

Ambientes	Massa de 100 grãos (g) ¹
Ambiente 1 - Machado - 1ª época	3,24 a
Ambiente 2 - Lavras	2,50 c
Ambiente 3 - Machado – 2ª época	3,07 b

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Para Yoshida (1972), a massa de 100 grãos é uma característica genética que depende, principalmente, do tamanho da casca da cultivar, que é definido uma semana antes da floração e em menor grau pelo efeito de ambiente. Deficiência hídrica e de nitrogênio, baixa radiação solar e incidência de brusone no período de floração e em estádios posteriores são os fatores ambientais que mais reduzem a massa de grãos.

As médias da massa de 100 grãos obtidas do desdobramento da interação espaçamento dentro de densidade (E:D) são apresentadas na Tabela 22. Como se observa, não houve significância para efeito de espaçamento em qualquer das densidades de semeadura. Em outras palavras, o espaçamento não interferiu na massa de 100 grãos, em qualquer das densidades utilizadas. Como

já foi comentado, essa é uma característica genética bastante estável, por ser dependente, principalmente, do tamanho da casca.

Tais resultados são concordantes com os trabalhos de Crusciol et al. (2003) com a cultivar IAC de 201 e com os de Santos et al. (2002), com as cultivares Canastra e Confiança. Em ambos os trabalhos, foram observados a mesma tendência, ou seja, ausência de significância estatística para espaçamentos sobre a massa de 100 grãos, cujos espaçamentos foram de 20, 30 e 40 cm e 30, 40 e 50 cm entre linhas, respectivamente.

TABELA 22 - Médias da massa de 100 grãos em gramas, em função de espaçamento dentro de densidade (E:D). Machado (1^a e 2^a épocas) e Lavras. 2004/2005.

Densidades	Espaçamento entre linhas ¹		
	20	30	40
D ₅₀	2,85 a	2,94 a	2,89 a
D ₈₀	3,01 a	2,97 a	2,89 a
D ₁₁₀	2,92 a	2,94 a	3,01 a

¹Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Por outro lado, no desdobramento de densidade dentro de espaçamento (D:E) para a massa de 100 grãos, detectou-se significância da densidade dentro dos espaçamentos de 20 e 40 cm (D:E₂₀ e D:E₄₀). Na conjugação dessas variáveis, foi encontrada uma resposta quadrática (D:E₂₀) e outra linear (D:E₄₀) (Figura 10).

A equação de regressão linear Y1 (D:E₄₀) mostra influência positiva da densidade na massa de 100 grãos, à razão de 0,002 g para cada semente, além de

50 m⁻¹ (Figura 10). Densidades maiores reduzem o número de grãos por panícula e uma forma de compensação é o aumento da massa de 100 grãos. A equação quadrática Y2 (D:E₂₀) apresentou um coeficiente de regressão linearmente crescente para massa de 100 grãos da ordem de 0,0236 g por unidade de semente adicionada até a densidade de 84 sementes m⁻¹; nesse ponto, a massa de 100 grãos alcançou 3,01 g. A partir daí, à medida que a densidade de semente aumenta, a massa de 100 grãos diminui, à razão de 0,0001 grama, para cada semente além de 84 m⁻¹.

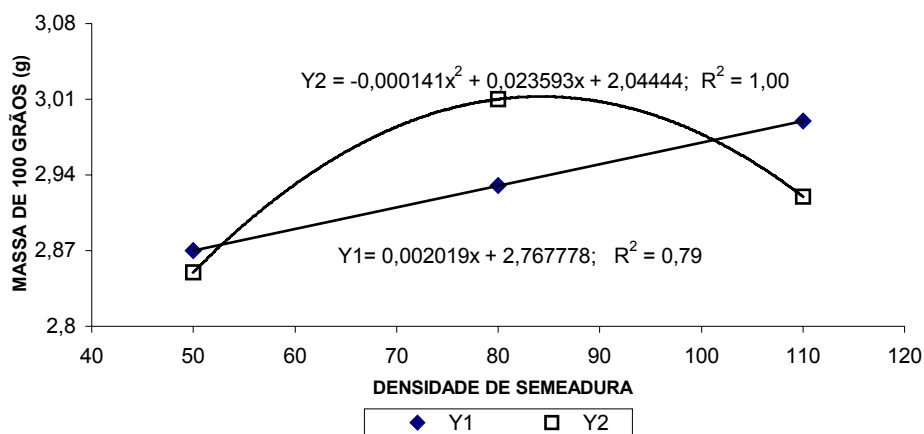


FIGURA 10 - Representação gráfica da equação de regressão, para massa de 100 grãos em gramas, cultivar BRSMG Conai, em função de D:E₄₀ (Y1) e E₂₀ (Y2)

Como se observa, a densidade de semeadura exerce pouca influência sobre a massa de 100 grãos, apesar de ser uma característica genética estável e mais dependente do tamanho da casca, pois, em nove possibilidades, apenas duas (D:E₄₀ e D:E₂₀) sofreu influência. Contudo, o presente trabalho difere do de Santos et al. (2002), que não encontraram significância estatística para as médias

da massa de 100 grãos, em função das densidades de 50, 70 e 90 sementes m^{-1} , para as cultivares Canastra e Confiança.

4.7 Produtividade de grãos

A análise de variância conjunta envolvendo os três experimentos, para produtividade de grãos, é apresentada na Tabela 15. O coeficiente de variação (CV) foi baixo (8,12%) (Gomes, 1987), principalmente se considerar que os experimentos foram conduzidos em condições de campo. A média geral de 5.002 $kg\ ha^{-1}$ espelha as boas produtividades obtidas para o arroz de terras altas. As fontes de variação que mostraram significância estatística foram: espaçamento, densidade, ambiente e interação espaçamento versus densidade (E*D), espaçamento versus ambiente (E*A) e espaçamento versus densidade versus ambiente (E*D*A). Somente a interação tripla (E*D*A) foi desdobrada para estudar o grau de interdependência entre as variáveis.

O desdobramento de espaçamento dentro de densidade-ambiente (E:D-A) mostra que houve significância do efeito de espaçamento em quatro níveis de densidade-ambiente, três somente no ambiente 1 e uma no ambiente 2 (Tabela 23). Houve ampla variação na produtividade de grãos, tendo a maior ocorrido na combinação do espaçamento de 30 cm com a densidade de 110 sementes m^{-1} , no ambiente 1 (6.353 $kg\ ha^{-1}$). Já a menor média foi obtida no espaçamento de 40 cm, na densidade de 50 sementes m^{-1} , no ambiente 3 (Machado-2ª época), com 4.182 $kg\ ha^{-1}$.

Os dados da Tabela 23 mostram outra importante inferência que pode ser feita para a cultivar BRSMG Conai: o espaçamento de 30 cm entre linhas foi o que proporcionou a maior produtividade média (5.386 $kg\ ha^{-1}$), seguida do de 40 cm (4.850 $kg\ ha^{-1}$) e, por último, pelo espaçamento de 20 cm (4.769 $kg\ ha^{-1}$). Esse resultado contraria os anseios de muitos rizicultores que insistem em

reduzir cada vez mais o espaçamento entre linhas, com o intuito de elevar a produtividade. Nota-se, ainda, que o espaçamento exerceu influência estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) sobre a produtividade de grãos, apenas no ambiente 1. Esse resultado confirma, mais uma vez, que o efeito do espaçamento sobre a produtividade de grãos é altamente dependente do ambiente de cultivo.

TABELA 23 - Médias de produtividade de grãos em kg ha^{-1} , em função de espaçamento dentro de densidade-ambiente. Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

D-A	Espaçamentos entre linhas ¹			Médias p/ densidade	
	20	30	40		
50-1	5471 a	5254 a	4587 b	5104	}
50-2	4635 a	5195 a	4966 a	4932	
50-3	4847 a	4426 a	4182 a	4485	
80-1	4675 c	6325 a	5386 b	5462	}
80-2	4942 a	5245 a	5019 a	5069	
80-3	4884 a	5161 a	4659 a	4901	
110-1	4356 c	6353 a	5668 b	5459	}
110-2	4263 b	5640 a	4310 b	4738	
110-3	4851 a	4874 a	4876 a	4867	
Médias P/E	4769	5386	4850	5002	

¹ Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Crusciol et al. (2003), em Selvíria, MS, encontraram resultados semelhantes para a cultivar precoce, IAC 201, em espaçamentos de 30, 40 e 50 cm entre linhas e densidade de 100 sementes m^{-2} . A produtividade foi maior no espaçamento de 30 cm com 4.173 kg ha^{-1} e menor nos espaçamentos de 40 e 50

cm entre linhas, com produtividade de 3.163 kg ha⁻¹ e 3.044 kg ha⁻¹, respectivamente, que por sua vez, não diferiram estatisticamente entre si. Já no trabalho na Embrapa Arroz e Feijão, de Santos & Costa (1996), o resultado diverge quanto ao espaçamento que proporciona maior produtividade de grãos para a cultivar ‘Araguaia’ de ciclo médio e foi semelhante à cultivar ‘Guarani’ de ciclo precoce, em que a máxima produtividade de grãos ocorreu a 40 e 30 cm entre linhas, respectivamente.

Resultado semelhante para espaçamento foi encontrado também por Santos et al. (2002), em Lavras, para as cultivares de ciclo médio Canastra e Confiança. Estes autores constataram que, dos três espaçamentos estudados (20, 30 e 40 cm), os de 30 cm e 40 cm foram estatisticamente iguais e superiores ao de 20 cm no tocante à produtividade de grãos. Fica evidente, portanto, que tanto para cultivares de ciclo médio quanto superprecoce, o espaçamento de 20 cm, não contribui para o incremento da produtividade de grãos.

Outro resultado semelhante foi encontrado por Guimarães et al. (2003a), para as cultivares de terras altas BRS Bonança, BRS Primavera, BRS Soberana, BRS Talento, CNA 8557 e Caiapó. Os autores concluíram que, para todos esses materiais avaliados, a produtividade de grãos maximizou-se com o espaçamento de 30 cm entre linhas e os outros espaçamentos de 20, 40 e 50 cm entre linhas não diferiram estatisticamente entre si.

No desdobramento da densidade dentro de espaçamento-ambiente (D:E-A), das nove combinações de D:E-A, houve significância em apenas três (Figura 11). Para todas elas, D:E₂₀A₁ (Y1), D:E₃₀A₁ (Y2) e D:E₄₀A₁, foram encontradas respostas lineares entre a produtividade de grãos e a densidade de semeadura.

No espaçamento de 20 cm entre linhas (Y1), ocorreu correlação negativa entre densidade de semeadura e produtividade de grãos, o que, de certa forma, já era esperado para espaçamento muito estreito (Guimarães et al., 2003a). Já para os espaçamentos de 30 (Y2) e 40 cm (Y3), a resposta da produtividade de grãos

foi linear e positiva ao aumento da densidade de semeadura. A resposta positiva da produtividade de grãos às crescentes densidades nos espaçamentos mais largos está dentro do esperado (Soares, 2001); o que está atípico é a resposta para o espaçamento de 30 cm, em que resultou coeficiente linear na equação de regressão ($18,311 \text{ kg ha}^{-1}$) que foi ligeiramente superior ao espaçamento de 40 cm ($18,018 \text{ kg ha}^{-1}$), no qual se esperava maior resposta ao aumento da densidade. A resposta linear positiva da produtividade de grãos às densidades utilizadas no trabalho, para os espaçamentos de 30 e 40 cm, indica que a produção de grãos pode responder positivamente às densidades superiores a 110 sementes m^{-1} para os respectivos espaçamentos.

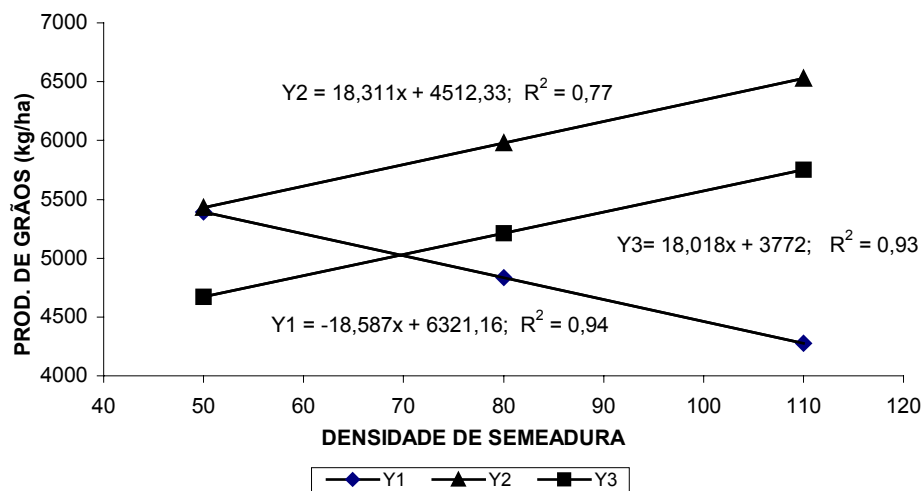


FIGURA 11 - Representação gráfica da equação de regressão, para produtividade de grãos em kg ha^{-1} , em função de D:E₂₀A₁ (Y1), D:E₃₀A₁ (Y2) e D:E₄₀ A₁ (Y3).

Resposta quadrática para produtividade de grãos, foi encontrada por Santos et al. (2002), para as cultivares de ciclo médio Canastra e Confiança à densidade de 50, 70 e 90 sementes m^{-1} e espaçamento de 20, 30 e 40 cm,

diferindo, portanto, da resposta da cultivar BRSMG Conai de ciclo superprecoce.

As médias para densidade de semeadura mostrada na Tabela 23 apontam para a densidade de 80 sementes m^{-1} , independente do espaçamento, como aquela que proporcionou a maior produtividade de grãos (5.144 kg ha^{-1}), seguida de 110 sementes m^{-1} (5.021 kg ha^{-1}) e finalmente, a densidade de 50 sementes m^{-1} foi a que proporcionou a menor média de produtividade de grãos (4.840 kg ha^{-1}). Dessa forma, pode-se inferir que espaçamento de 30 cm entre linhas e densidade de 80 sementes m^{-1} foi o arranjo que proporcionou a maior produtividade de grãos.

Para a característica produtividade de grãos, optou-se por efetuar também o desdobramento do efeito ambiente dentro de espaçamento-densidade (A:E-D), cujo resultado é mostrado na Tabela 24.

Observa-se que o efeito ambiente não foi significativo somente para o espaçamento de 20 cm, nas densidades de 80 e 110 sementes m^{-1} e no espaçamento de 40 cm, nas densidades de 50 e 80 sementes m^{-1} . Isso sugere que espaçamento muito estreito, associado a altas densidades de semeadura e espaçamentos largos, associados a baixas densidades, podem inibir a expressão do potencial de produção de grãos da cultivar. Para as demais combinações de espaçamento e densidade, o ambiente contribuiu significativamente para a produtividade de grãos. O ambiente 1 (Machado-1ª época) proporcionou a maior produtividade média de grãos (5.342 kg ha^{-1}), seguido do ambiente 2 (Lavras) com 4.913 kg ha^{-1} e por último, o ambiente 3 (Machado-2ª época) com 4.751 kg ha^{-1} . A diferença acentuada de produtividade de grãos, nos ensaios de Machado (591 kg ha^{-1}), sugere que não se deve atrasar a semeadura do arroz na região.

TABELA 24 - Médias para a produtividade de grãos em kg ha⁻¹, cultivar BRSMG Conai, em função de A:E-D. Machado (1^a e 2^a épocas) e Lavras. 2004/2005.

E-D	Ambientes de cultivos ¹		
	A ₁	A ₂	A ₃
20-50	5471 a	4635 b	4847 b
20-80	4675 a	4942 a	4884 a
20-110	4356 a	4263 a	4851 a
30-50	5254 a	5195 a	4426 b
30-80	6325 a	5245 b	5161 b
30-110	6353 a	5640 b	4874 c
40-50	4587 a	4966 a	4182 a
40-80	5386 a	5019 a	4659 a
40-110	5668 a	4310 b	4876 b
Médias p/ E	5342	4913	4751

¹ Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferenciam entre si, pelo teste Scott-Knott para p≤0,05.

4.8 Floração média

Na análise conjunta (Tabela 16), detectou-se significância apenas para a fonte de variação ambiente. O coeficiente de variação foi baixo (4,75), o que denota ótima precisão experimental (Gomes, 1987). A média geral de floração foi de, aproximadamente, 74 dias (Tabela 25).

Este resultado está de acordo com os observados pela Epamig (2004) que, em 24 ensaios realizados em Minas Gerais com a cultivar BRSMG Conai, encontrou 76 dias para o florescimento médio das panículas. Essa pequena diferença está relacionada principalmente aos diferentes locais utilizados para a pesquisa.

Nota-se, pelos dados da Tabela 25 que a floração média da cultivar BRSMG Conai divergiu de ambiente para ambiente; as explicações mais prováveis para essas variações são as diferentes altitudes, as datas de semeadura e o índice de insolação de um período de cultivo para outro. Isso de certa forma, é explicado por Breseghello et al. (1998), os quais afirmam que pode ocorrer abreviação no ciclo do arroz quando o ambiente é quente e seco. Por outro lado, pode haver retardamento se o tempo for chuvoso e nublado durante o desenvolver da cultura. Provavelmente, foi o que ocorreu nos experimentos em estudo. Em Machado, ocorreram cerca de 70 dias chuvosos, no período de cultivo do experimento 1 e 65 dias durante o cultivo do experimento 3. Já em Lavras, os dias chuvosos e nublados, durante o período de cultivo do experimento 2, foram de 114 (Tabela 7). Portanto, a floração média é muito influenciada pelo efeito ambiente, Tendo variado entre 70 a 78 dias, mesmo numa região de clima muito semelhante, que é o sul de Minas Gerais. Ficou evidente também que o atraso na semeadura reduz o ciclo de cultivo.

TABELA 25 - Floração média (dias), em função dos três ambientes de cultivo, envolvendo espaçamento e densidade de semeadura. Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005

Ambiente de cultivo	Médias, em dias¹
Ambiente 1 - Machado-1ª época	75,33 b
Ambiente 2 - Lavras	78,33 a
Ambiente 3 - Machado-2ª época	69,63 c
Média Geral	74,43

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

4.9 Brusone nas folhas

A análise de variância conjunta para incidência de brusone na folha (BF) revelou que a única fonte de variação que mostrou significância estatística foi a de ambientes (Tabela 16). Portanto, espaçamento e densidade de semeadura não afetaram a ocorrência dessa enfermidade. O coeficiente de variação foi médio, 11,71% (Gomes, 1987) e a nota média geral de incidência de BF foi igual 2,00.

As médias de incidência de brusone nas folhas por ambiente são apresentadas na Tabela 26. Em Machado (ambientes 1 e 2), a severidade da doença foi da ordem de 1% a 5% das folhas afetadas, índice considerado baixo. Por outro lado, em Lavras, a incidência foi expressiva, com nota média de 4,19, interferindo, assim, no desenvolvimento das plantas. Em Machado, os experimentos foram instalados em “áreas novas”, onde não se cultivava arroz há anos. Por outro lado, em Lavras a pressão de inóculo é muito alta, uma vez que se cultiva arroz há mais de 10 anos consecutivos no local e daí a maior ocorrência da referida doença. Essa dedução, de certa forma, é confirmada por Cornélio et al. (2004), afirmam que a severidade da doença “brusone” depende de uma série de condições relacionadas com a resistência do hospedeiro, a presença do patógeno e a prevalência de fatores ambientais favoráveis ou não a doença.

Já para Soares (2001), as condições que favorecem a brusone são: o excesso de nitrogênio na semeadura, espaçamentos estreitos e altas densidades de semeadura, a formação e deposição do orvalho por tempo prolongados e condições de baixa luminosidade (nebulosidade).

Está claro que o fator ambiental exerce grande influência sobre a severidade ou não da enfermidade. Dessa forma, o maior número de dias nublados e chuvosos em Lavras (114 dias), aliado à presença do patógeno na área, durante o período de cultivo nesse ambiente experimental, influenciou a maior incidência da brusone nas folhas e, conseqüentemente, de brusone das

panículas, quando comparado aos ambientes de Machado (1ª e 2ª épocas) onde os dias chuvosos e nublados foram de 70 e 65, respectivamente (Tabela 7).

TABELA 26 - Média para incidência de brusone nas folhas, para ambiente de cultivo, em função do espaçamento e densidade de semeadura. Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

Ambientes de cultivo	Médias não transformadas^{1 e 2}
Ambiente –1 (Machado 1ª época)	1,00 b
Ambiente – 2 (Lavras)	4,19 a
Ambiente – 3 (Machado 2ª época)	1,25 b

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

² 0 – ausência total de doença; 9-51 - 100% de folhas infectadas.

Com o objetivo de avaliar a incidência de brusone nas folhas e nas panículas em diferentes cultivares (Araguaia, Caiapó, Carajás, Cuiabana, Douradão, Guarani, IAC 201, Progresso, Rio Paranaíba, Rio Paraguai, Rio Verde e Tangará), no espaçamento de 40 cm entre linhas e densidade de 70 sementes m^{-1} , Prabhu & Filippi (2001) verificaram que, à semelhança da cultivar BRSMG Conai, todas as cultivares diferiram quanto ao nível de infecção de brusone nas folhas e nas panículas. Nesse experimento, as cultivares Carajás, Progresso e Rio Verde mostraram maior resistência à doença, por outro lado, as cultivares IAC 201, Rio Paranaíba e Guarani foram as mais susceptíveis.

4.10 Brusone nas panículas

O resultado da análise de variância conjunta (Tabela 16) indica significância estatística apenas para o efeito de ambiente e para a interação tripla espaçamento versus densidade versus ambiente (E*D*A). Portanto, nem espaçamento nem densidade, isoladamente, interferiram na incidência de brusone nas panículas. A baixa incidência da referida enfermidade nos experimentos de Machado, certamente contribuiu para essa ausência dos efeitos de espaçamento e densidade. A precisão estatística foi mediana e apresentou um coeficiente de variação (CV) de 12,55% (Gomes, 1987). A média geral de nota para incidência de brusone nas panículas foi 2,23.

Em virtude da significância da interação E*D*A, procedeu-se ao desdobramento do efeito de espaçamento dentro de densidade e ambiente (E:D-A), como mostra a Tabela 27. Nota-se que ocorreu efeito de espaçamento sobre a incidência de brusone nas panículas, apenas na densidade de 50 e 110 sementes m^{-1} no ambiente 2 (Lavras) e 50 sementes m^{-1} no ambiente 3 (Machado). Nos ambientes 1 e 3 (Machado), praticamente não ocorreu a doença, logo, não poderia haver o efeito de espaçamento sobre ela. Portanto, pode-se inferir que o espaçamento influi na incidência de brusone na panícula em ambiente onde há maior pressão da enfermidade, como foi o caso do experimento de Lavras.

A incidência da brusone foi determinada pelo ambiente na parcela, dificultando a interpretação dos resultados, ou seja, numa parcela, foi alta a incidência da doença e em outra não, mesmo estando próximas. O trabalho de Santos et al. (2002), em Lavras, apresentou resultado diferente, ou seja, não se encontrou efeito de espaçamento (20, 30 e 40 cm) sobre a incidência de brusone nas panículas para as cultivares Canastra e Confiança. Neste trabalho, os espaçamentos mais estreitos favoreceram a incidência da enfermidade, embora não tenham sido estatisticamente significativos.

Um fato observado no presente trabalho cabe ser destacado. O resultado do experimento de Lavras acabou sendo mascarado pelos experimentos de Machado, onde a brusone da panícula quase não ocorreu. Porém, devido ao desdobramento da interação E*D*A, foi possível isolar os efeitos de espaçamentos no ensaio de Lavras, permitindo a interpretação dos resultados.

TABELA 27 - Médias para incidência de brusone nas panículas, em função do desdobramento de espaçamento dentro de densidade-ambiente (E:D-A). Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

D-A	Espaçamentos entre linhas ¹			Médias para D
	20	30	40	
50-1	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00
50-2	2,82 b	5,63 a	4,29 a	4,25
50-3	2,26 a	2,26 a	1,00 b	1,84
80-1	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00
80-2	4,86 a	5,00 a	4,29 a	4,72
80-3	1,00 a	1,00 a	1,59 a	1,20
110-1	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00
110-2	6,30 a	3,62 b	4,89 a	4,94
110-3	1,59 a	1,59 a	2,26 a	1,81
Médias p/ E	2,43	2,46	2,37	2,42

¹Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

O efeito significativo de densidade dentro do espaçamento de 20 cm no ambiente 2 (D:E₂₀A₂) mostrou resposta linear entre a incidência de brusone nas panículas às diferentes densidade avaliadas (Figura 12). A equação de regressão

obtida evidencia que a incidência de brusone na panícula correlacionou-se linear e positivamente com a densidade de semeadura, em toda sua extensão. À semelhança do que ocorreu com espaçamento, já é sabido, “de longa data” (Soares 2001), que altas densidades de semeadura favoreceram a incidência de brusone na panícula e, no presente trabalho, não foi diferente.

Trabalhando com densidades diferentes (50, 70 e 90 sementes m^{-1}), em Lavras, Santos et al. (2002) não encontraram efeito de densidade sobre a incidência de brusone nas panículas, para as cultivares Canastra e Confiança. Resultados contraditórios estão muito relacionados com a pressão de brusone em um determinado ambiente e com a prevalência das raças no local, além, é claro, da resistência das cultivares avaliadas.

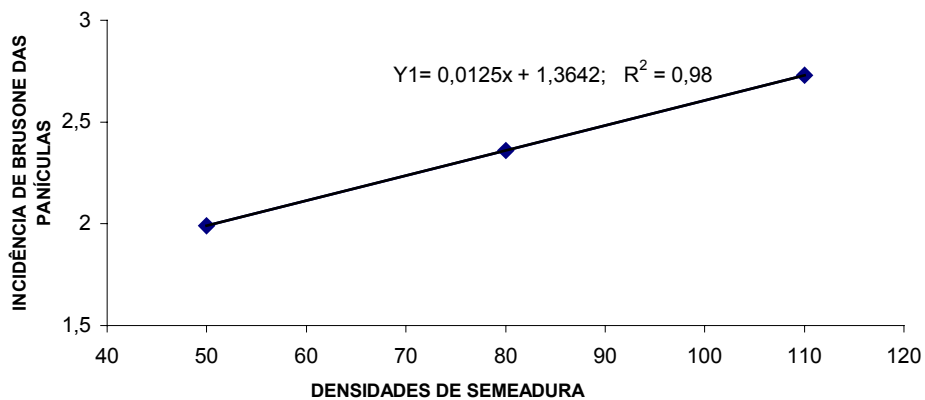


FIGURA 12 - Representação gráfica da equação de regressão, para brusone das panículas, em função de $D:E_{20}A_2$.

4.11 Escaldadura nas folhas

Analisando-se conjuntamente os experimentos (Tabela 16), nota-se que a precisão experimental foi alta, pois apresentou um coeficiente de variação de apenas 4,59% (Gomes, 1987). A média geral de incidência de escaldadura foliar foi apenas de 1,69. Indicando que a incidência nas folhas foi baixa (1%-5%). Houve significância apenas para a FV ambiente.

As notas médias de avaliação de escaldadura na folha, por ambiente, são apresentadas na Tabela 28. Como se observa, a referida enfermidade só foi expressiva no ambiente 2 (Lavras), com nota média 3,37. Nos dois experimentos de Machado (ambiente 1 e 2) a incidência de escaldadura foi desprezível. A escaldadura na folha, geralmente, é muito influenciada pelos arranjos mais compactos, ou seja, espaçamento estreito e alta densidade de semeadura (Soares, 2001 e Ou, 1985, citados por Prabhu & Filippi, 1985), porém, no presente trabalho isso não se verificou. A baixa pressão da referida enfermidade em Machado contribuiu para a quase ausência da escaldadura das folhas no referido local.

TABELA 28 - Médias de incidência de escaldadura nas folhas, em função do ambiente de cultivo. Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras.. 2004/2005.

Ambientes de cultivo	Médias não transformadas ¹
Ambiente 1 (Machado – 1ª época)	1,00 b
Ambiente 2 (Lavras)	3,34 a
Ambiente 3 (Machado – 2ª época)	1,00 b

¹ Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

4.12 Manchas-de-grãos

A análise de variância conjunta dos experimentos apresentou CV de 12,34% e média geral de incidência de manchas-de-grãos de 1,85. Para essa doença, detectou-se significância estatística apenas para a FV ambiente (Tabela 16).

A média de incidência de manchas-de-grãos influenciada por ambiente é mostrada na Tabela 29. No ambiente 2 (Lavras), a ocorrência foi maior (nota 2,71), superando estatisticamente ($p \leq 0,05$) a dos ambientes 1 e 3 (Machado), onde as notas médias foram de 1,32 e 1,45, respectivamente. Cabe esclarecer que, apesar da cultivar BRSMG Conai ser classificada como moderadamente suscetível (Epamig, 2004), a ocorrência da referida doença é muito associada às condições climáticas e solos com desequilíbrio nutricional, sobretudo deficiência de potássio (Malavolta et al., 1977 e Ou, 1987). Nesse caso, espaçamento e densidade não interferiram na referida enfermidade.

TABELA 29 - Médias de incidência de manchas-de-grãos, em função do ambiente de cultivo. Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

Ambientes de cultivo	Médias não transformadas¹
Ambiente 1 (Machado – 1ª época)	1,32 b
Ambiente 2 (Lavras)	2,71 a
Ambiente 3 (Machado – 2ª época)	1,45 b

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

5 CONCLUSÕES

- Características como altura de planta, percentagem de grãos cheios, massa de 100 grãos, floração média e incidência das doenças, como brusone na folha, escaldadura da folha e mancha-de-grãos, sofrem pequena ou nenhuma interferência do espaçamento, ao contrário de brusone nas panículas, número de panículas m^{-2} , número de grãos por panícula e produtividade de grãos.
- Densidade de semeadura não influencia as características como floração média, percentagem de grãos cheios por panícula, incidência de brusone na folha e panícula, escaldadura da folha e mancha-de-grãos, mas afeta número de panículas m^{-2} , número de grãos por panícula e produtividade de grãos, porém, exerce pouca ou nenhuma influência sobre altura de planta.
- Os componentes de produção de grãos mais influenciados pelo espaçamento e densidade de semeadura são: o número de panículas m^{-2} e o número de grãos por panícula.
- Para a cultivar BRSMG Conai, o espaçamento de 30 cm entre linhas proporciona a maior produtividade de grãos, independente da densidade de semeadura. Contudo, a densidade de 80 sementes m^{-1} foi a que mais contribuiu para a produtividade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, F.Z. Zoneamento macro-climático para a cultura do arroz de sequeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 55, p. 20-24, jul. 1979.

ANTUNES, F.Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p. 9-13, jun. 1986.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; FLECK, N.G. Redução do espaçamento entre fileiras: benefícios e limitações. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 87, maio/jun. 2005. p.1-5. Disponível em: <<http://www.balbinot@epagri.rct-sc.br>>. Acesso em: 08 ago. 2005.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. do N. Delineamento inteiramente casualizados e blocos casualizados. In: _____. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. v.1, p.53-126.

BARUQUI, A.M.; SANTANA, D.P. Principais solos sob cerrado e sua aptidão agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 61, p. 38-52, jan. 1980.

BRESEGHELLO, F. Semeadura do arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 1998, p. 55-58.

BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E.da M. de; MORAIS, O.P. de Cultivares de arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 1998. p. 41-53

BUENO, L.G.; NEIVA, L.C.S.; PURÍSSIMO, O. **Informações gerais sobre arroz de sequeiro**. Goiânia, GO: EMGOPA, 1981. 80 p. (Circular técnica, 1).

CAMPOS, V.C. **Influência do espaçamento e densidade de semeadura sobre algumas características agronômicas e qualidade de sementes de arroz (*Oryza sativa L.*) de sequeiro, c.v. Guarani**. 1991. 93 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, J.A. **Apostila de culturas anuais**. Machado, MG: EAF, 2001. 109 p. (Apostila).

CASTRO NETO, P.; VILELA, E. de A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p. 59-62, jun. 1986.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Crecimiento y etapas de desarrollo de las plantas de arroz**. Cali, 1980. 28 p.

CORNÉLIO, V.M. de O.; CARVALHO, V. L. de; PABHU, A S. Doenças do arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p.84-92, 2004.

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.1093-1100, jun. 2000. Disponível em: <<http://www.crusciol@fea.unesp.br>>. Acesso em: 10 out. 2005.

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Exportação de nutrientes e qualidade industrial de grãos do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e do espaçamento entre fileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, p. 17-22; 2002. Disponível em: <<http://www.crusciol@fea.unesp.br>>. Acesso em: out. 2005.

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Produtividade do arroz de terras altas sob condições de sequeiro e irrigado por aspersão em função do espaçamento entre fileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.crusciol@fea.unesp.br>>. Acesso em: 12 ago. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de pesquisa em arroz: 1ª Aproximação**. Goiânia, GO, 1977. 106 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **BRSMG Conai**: variedade de arroz superprecoce para plantio em terras altas. Belo Horizonte, 2004. 6 p. Folder.

ENDRES, V.C.; TEIXEIRA, M. do R. de O. População de plantas e arranjo entre fileiras. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Centro Oeste. **Milho**. Dourados, 1997. p. 108-110. (Circular Técnica, 5).

FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição mineral do arroz**. Rio de Janeiro: Campus/Goiânia: Embrapa, 1984. 341 p.

FELÍCIO FILHO, A. Algumas considerações sócio-econômicas da cultura do arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 55, p. 11-15, jul. 1979.

FERREIRA, C.M. et al. Importância econômica e social do arroz no Brasil. In: FERREIRA, C.M.; SOUSA, I.S.F. de; VILLAR, P.M. del (Ed.). **Desenvolvimento tecnológico e dinâmico da produção de arroz de terras altas no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, 2005. p.9-26.

FERREIRA, D.F. **SISVAR**: sistema de análise de variância. Versão 4.6. Lavras: UFLA/DEX, 2003. Disponível em: <<http://www.danielff@ufla.br>>. Acesso em: 12 out. 2005.

FORNASIERI FILHO, D. Manejo da cultura do arroz de sequeiro: semeadura e cultivos, In: FERREIRA, E.M.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Ed.). **Cultura do arroz de sequeiro**: fatores afetando a produtividade. Piracicaba, SP: Potafós, 1983. v. 1, p. 271-281.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 12.ed. Piracicaba, SP: Nobel, 1987. v.1. 470 p.

GROSS, M.R. **Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistemas plantio direto**. 2005. 65 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GUIMARÃES, E. P.; SANT'ANA, E.P. Sistemas de cultivo. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. Cap. 1, v. 1,p.17-35.

GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F.; SILVA, F.X. **Espaçamento entre linhas para o arroz de terras altas com arquitetura de planta moderna**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003a. (Comunicado Técnico, 67).

GUIMARÃES, C.M. et al. **Arroz de terras altas, espaçamento e densidade de semeadura**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003b. (Circular Técnica, 61).

GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F. Adubação nitrogenada do arroz de terras altas no Sistema de Plantio Direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.7; n. 2, p. 210-214, maio 2003c.

GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F. Arroz de terras altas em rotação com soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Santo Antônio de Goiás, GO, Embrapa Arroz e Feijão, p. 127-132, Nov. 2004.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANA. **Cultura do arroz no Estado do Paraná**. Londrina, PR, 1980. 62 p. (Circular, 19).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Informações cadastrais das estações meteorológicas do INMET**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.inmet.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Balanco hídrico para a região de Machado e Lavras, MG**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.inmet.com.br>>. Acesso em: 16 set. 2005.

IRIGON, D.L.; MELLO, V.D.C. **Curso de tecnologia de sementes**. Módulo 4, análise de sementes. Brasília: ABEAS, 1992. v. 1, p. 59-60.

JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1968. v. 1, 485 p.

KHUSH, G.S. Aumento do potencial genético de rendimento do arroz perspectivas e métodos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo, 1994, Goiânia. **Documento 60**. Goiânia, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 1995. v.1. p.13-29.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba, SP: Potafós, 1977. 319 p.

MENÊZES, J.E. et al. **Arroz: resumos informativos**. Brasília: Embrapa, 1981. v.1, 376 p.

OLIVEIRA, G.S. **Efeito de densidade de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em condições de sequeiro e irrigado por aspersão**. Ilha Solteira: UNESP, 1994. 41 p.

OLIVEIRA, I.P. de. et al. **Sistema Barreirão: recuperação e renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais**. Goiânia, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 1996. 87 p. (Documentos, 64).

OU, S.H. **Rice diseases**. 3.ed. Kew: CAB, 1987. 368 p.

PAULA, M.B. de et al. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação CFSEMG. Viçosa, MG CFSEMG, 1999. v. 1, p.281-283.

PEREIRA, A.R. Competição intraespecífica entre plantas cultivadas. **O Agrônomo**, Campinas SP, v.41, n.1, p.5-11, 1989.

PINHEIRO, B. da S. **Cultivo do arroz de terras altas** – características da cultura. (Sistemas de Produção, 1). Santo Antônio de Goiás GO: Embrapa Arroz e Feijão. 2003. Disponível em: <<http://www.beatriz@cnpaf.embrapa.br>>. Acesso em: 15 jun. 2005.

PINHEIRO, B. da S.; GUIMARÃES, E. P. **Arroz na América Latina**: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo. Goiânia, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 1996. v. 2, 356 p.

PORTUGAL, A.D. O recente sucesso da dobradinha “feijão com arroz”; **Revista de política agrícola**, Brasília, DF, v.5, n. 1, p. 7-8, jan./mar. 1996.

PRABHU, A.S.; FILIPPI, M.C. Age mediated resistance and fungicide application for leaf blast control in upland rice. **International Journal of Pest Management**, v. 31, p. 8-13, 1985.

PRABHU, A.S.; FILIPPI, M.C.; RIBEIRO, A S. Doenças e seu controle. In: Embrapa Arroz e Feijão. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás, 1999. v. 1, p. 282-307.

PRABHU, A.S.; FILIPPI, M.C. Graus de resistência à brusone e produtividade de cultivares melhoradas de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 12, p. 1453-1459, dez. 2001.

RIZZARDI, M. A.; BOLLER, W.; DALLOGLIO, R.C. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura, e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 29, n. 8, p.1231 a 1236, ago. 1994.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: in important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 31, n. 1, p. 159 – 168, jan./fev. 2001.

SANTOS, A.B. dos. Sistemas de plantio. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. v. 1, p. 375-416.

SANTOS, P.G. et al. Efeito do espaçamento e densidade de semeadura sobre a produção de arroz de terras altas irrigado por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.26, n. 3, p. 480-487, maio/jun. 2002.

SANTOS, A.B. dos COSTA, J.D. Comportamento das cultivares de arroz de sequeiro em diferentes populações de plantas, com e sem irrigação suplementar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 51, n. 1, p. 1-8, 1995.

SANTOS, A.B. dos; COSTA, J.D. Crescimento de arroz de sequeiro em diferentes populações e irrigação suplementar. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, SP, p. 1-9, 1996.

SOARES, A.A. **Cultura do arroz**. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2001. v.1, 114 p. (Textos Acadêmicos, 7).

SOARES, A. A. **Cultura do arroz**. 2.ed. Lavras, MG, UFLA,/FAEPE, 2005. 130 p. (Textos Acadêmicos, 7),

SOARES, A.A. et al. BRSMG Conai: cultivar de arroz superprecoce para terras altas. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 52, n. 303, p. 721-727, 2005.

SOARES, P.C. et al. Preparo do solo, época e densidade de plantio do arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 55, p. 33-39, jun. 1979.

SOARES, P.C. et al. Cultivares de arroz de terras altas e de várzeas recomendadas para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n.222, p. 25-34, 2004.

SOUZA, I.F. **Plantas daninhas: manejo integrado e ação dos herbicidas**. Lavras, MG: UFLA, 2003. 57 p. Apostila.

SOUZA, A.F.; AZEVEDO, S.M. Influência do espaçamento e densidade de semeadura na cultura do arroz, sob irrigação por aspersão (pivô central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.29, n.12, p.1969-1972, 1994.

STEINMETZ, S.; REYNNIERS, F.N.; LIU, W.T.H. **Favorable rainfall periods in upland rice regions of Brazil.** s.n.t. 13 p. (Paper, presented at the Workshop on upland rice), Bouake, Ivory Coast, oct. 1982.

VIANA, A.C. et al. Práticas culturais. **Cultura do milho.** Brasília: EMATER, 1983. p.87-90.

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

YOSHIDA, S. Rice. In: AIVIM, P. de T.; KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops.** New York: Academic, 1977. p. 57-87.

YOSHIDA, S. **Fundamental of rice science.** Los Baños, Filipinas: International Rice Research Institute, 1981. 269 p.

7 ANEXOS

ANEXO A		Páginas
TABELA 1A	Médias para tratamentos (conjugação de espaçamento versus densidade de semeadura) das análises de variância individual; em função das características avaliadas: altura de plantas (AP), número de panículas m ⁻² (NP), número de grãos por panícula (NG), percentual de grãos cheios (GC), massa de 100 grãos (M100), produção de grãos em kg ha ⁻¹ (PROD), nos experimentos de Machado (1 ^a e 2 ^a época) e Lavras. 2004/2005.	82
TABELA 2A	Médias para tratamentos (conjugação de espaçamento versus densidade de semeadura) das análises de variância individual; em função das características avaliadas: floração média (FL), brusone nas folhas (BF), brusone nas panículas (BP), escaldadura foliar (EF), mancha-de-grão (MG), nos experimentos de Machado (1 ^a e 2 ^a época) e Lavras. 2004/2005.	83

TABELA 1A - Médias para os tratamentos (espaçamentos versus densidades) das análises de variância individual, em função das características avaliadas: Altura de plantas (m) (AP), Número de panículas m⁻² (NP), Número de grãos por panícula (NG), Percentual de grãos cheios (GC), Massa de 100 grãos (g) (M100) e Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) (PROD), em Machado (1^a e 2^a época) e Lavras. 2004/2005.

Experimento 1 (Machado 1^a época)¹						
Tratamentos²	AP	NP	NG	GC	M100	PROD.
E₂₀D₅₀	1,05 b	372,33 b	112,93 a	91,27 a	3,09 a	5.471 a
E₂₀D₈₀	0,93 c	365,67 b	70,93 c	93,18 a	3,45 a	4.675 b
E₂₀D₁₁₀	0,82 c	411,33 a	62,40 c	95,76 a	3,25 a	4.356 b
E₃₀D₅₀	0,99 b	285,67 c	93,67 b	94,99 a	3,16 a	5.254 b
E₃₀D₈₀	1,10 a	430,33 a	110,40 a	95,74 a	3,20 a	6.325 a
E₃₀D₁₁₀	1,16 a	427,33 a	104,40 a	94,26 a	3,26 a	6.353 a
E₄₀D₅₀	1,05 b	299,00 c	106,53 a	94,56 a	3,20 a	4.587 b
E₄₀D₈₀	0,10 b	345,33 c	93,93 b	96,22 a	3,20 a	5.386 a
E₄₀D₁₁₀	1,00 b	302,33 c	94,87 b	94,34 a	3,32 a	5.668 a
CV%	6,94	8,97	7,66	2,12	3,88	9,80
Média geral	1,01	359,93	94,45	94,48	3,24	5.342,00
Experimento 2 (Lavras)¹						
E₂₀D₅₀	0,83 a	358,67 b	123,53 a	93,08 a	2,44 a	4.635 b
E₂₀D₈₀	0,80 a	416,00 a	96,73 b	93,35 a	2,49 a	4.942 a
E₂₀D₁₁₀	0,80 a	441,33 a	96,40 b	93,40 a	2,47 a	4.263 b
E₃₀D₅₀	0,87 a	542,33 a	144,67 a	94,75 a	2,57 a	5.195 a
E₃₀D₈₀	0,85 a	443,67 a	107,67 b	93,70 a	2,60 a	5.245 a
E₃₀D₁₁₀	0,87 a	410,67 a	100,80 b	92,43 a	2,54 a	5.640 a
E₄₀D₅₀	0,87 a	332,67 b	128,40 a	97,94 a	2,41 a	4.966 a
E₄₀D₈₀	0,89 a	409,67 a	128,33 a	93,15 a	2,40 a	5.019 a
E₄₀D₁₁₀	0,82 a	341,67 b	118,40 a	93,88 a	2,62 a	4.310 b
CV%	5,34	7,45	9,62	1,64	4,21	8,34
Média geral	0,84	400,74	116,10	93,41	2,50	4.913,00
Experimento 3 (Machado 2^a época)¹						
E₂₀D₅₀	0,76 a	284,00 c	77,27 b	95,26 a	3,03 a	4.847 a
E₂₀D₈₀	0,74 a	371,67 b	81,13 b	95,91 a	3,09 a	4.884 a
E₂₀D₁₁₀	0,75 a	434,00 a	86,18 b	94,07 a	3,04 a	4.851 a
E₃₀D₅₀	0,78 a	298,33 c	106,47 a	94,67 a	3,09 a	4.426 b
E₃₀D₈₀	0,76 a	356,33 b	87,13 b	96,04 a	3,10 a	5.161 a
E₃₀D₁₁₀	0,72 a	368,00 b	84,47 b	96,14 a	3,03 a	4.874 a
E₄₀D₅₀	0,79 a	244,00 c	100,73 a	94,68 a	3,05 a	4.182 b
E₄₀D₈₀	0,79 a	280,33 c	95,47 a	94,36 a	3,08 a	4.659 a
E₄₀D₁₁₀	0,76 a	306,67 c	77,27 b	93,99 a	3,09 a	4.876 a
CV%	4,61	9,70	9,13	2,82	2,58	4,11
Média geral	0,76	327,04	89,79	95,01	3,07	4.751,00

¹ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott para p≤0,05.

TABELA 2A -Médias para tratamento (espaçamentos versus densidades) das análises de variância individual, em função das características avaliadas: Floração média (dias) (FL), Brusone nas folhas (BF), Brusone nas panículas (BP), Escaldadura das folhas (EF) e Mancha-de-grãos (MG), nos experimentos de Machado (1ª e 2ª épocas) e Lavras. 2004/2005.

Tratamentos ²	Experimento 1 (Machado 1ª época) ¹				
	FL	BF	BP	EF	MG
E ₂₀ D ₅₀	75,67 a	-	-	-	1,59 a
E ₂₀ D ₈₀	69,67 a	-	-	-	1,00 a
E ₂₀ D ₁₁₀	75,67 a	-	-	-	1,00 a
E ₃₀ D ₅₀	79,67 a	-	-	-	1,00 a
E ₃₀ D ₈₀	72,67 a	-	-	-	1,59 a
E ₃₀ D ₁₁₀	73,33 a	-	-	-	1,59 a
E ₄₀ D ₅₀	77,00 a	-	-	-	1,00 a
E ₄₀ D ₈₀	77,00 a	-	-	-	1,59 a
E ₄₀ D ₁₁₀	77,33 a	-	-	-	1,59 a
CV%	5,87	0,00	0,00	0,00	17,36
Média geral	75,33	1,00	1,00	1,00	1,32
Experimento 2 (Lavras) ¹					
E ₂₀ D ₅₀	79,00 a	2,82 a	2,82 a	3,00 a	2,25 a
E ₂₀ D ₈₀	77,67 a	5,00 a	4,89 a	3,62 a	3,43 a
E ₂₀ D ₁₁₀	79,00 a	5,00 a	6,30 a	3,00 a	4,29 a
E ₃₀ D ₅₀	78,33 a	4,29 a	5,63 a	3,00 a	2,26 a
E ₃₀ D ₈₀	77,00 a	5,00 a	5,00 a	3,62 a	3,62 a
E ₃₀ D ₁₁₀	81,33 a	3,62 a	3,62 a	3,00 a	2,82 a
E ₄₀ D ₅₀	76,33 a	4,29 a	4,29 a	3,62 a	1,59 a
E ₄₀ D ₈₀	78,00 a	4,29 a	4,29 a	3,62 a	2,26 a
E ₄₀ D ₁₁₀	78,33 a	3,62 a	4,89 a	3,62 a	2,26 a
CV%	4,76	11,42	12,02	9,05	21,15
Média geral	78,33	4,19	4,59	3,34	2,71
Experimento 3 (Machado 2ª época) ¹					
E ₂₀ D ₅₀	69,67 a	1,59 a	3,00 a	-	1,59 a
E ₂₀ D ₈₀	68,33 a	1,00 a	1,00 a	-	1,00 a
E ₂₀ D ₁₁₀	68,33 a	1,59 a	1,59 a	-	2,26 a
E ₃₀ D ₅₀	70,67 a	1,59 a	2,26 a	-	1,59 a
E ₃₀ D ₈₀	71,00 a	1,00 a	1,00 a	-	1,00 a
E ₃₀ D ₁₁₀	67,33 a	1,00 a	1,59 a	-	1,59 a
E ₄₀ D ₅₀	72,00 a	1,00 a	1,00 a	-	1,00 a
E ₄₀ D ₈₀	69,00 a	1,00 a	1,59 a	-	1,59 a
E ₄₀ D ₁₁₀	70,33 a	1,59 a	2,26 a	-	1,59 a
CV%	2,84	15,57	15,65	0,00	17,45
Média geral	69,63	1,25	1,66	1,00	1,45

¹ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott para p≤0,05.