

COMPORTAMENTO DE VARIEDADES DE ARROZ DE SEQUEIRO EM DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS, COM E SEM IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR¹

A.B. dos SANTOS¹; J.D. COSTA²

¹CNPAF/EMBRAPA, C.P. 179, CEP: 74001-970 - Goiânia,GO

²Departamento de Agricultura-ESALQ/USP, CP. 9, CEP: 13418-900 - Piracicaba,SP

RESUMO: - Visando determinar os efeitos do espaçamento entre linhas (30, 40 e 50 cm) e da densidade de semeadura (50, 100 e 150 sementes/m²) sobre o rendimento de grãos e algumas características biométricas de duas variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), com e sem irrigação suplementar, foram conduzidos quatro experimentos em solo de cerrado, sendo dois com a variedade Araguaia e os outros com a 'Guarani'. A irrigação propiciou incremento de 90 e 35% no rendimento de grãos das v. Araguaia e Guarani, respectivamente, influenciando significativamente todas as características biométricas estudadas. A v. Guarani apresentou maior produção de grãos no menor espaçamento e na densidade de 130 sementes por m², e o seu índice de colheita (IC) foi correlacionado linear e positivamente com o rendimento de grãos. Na v. Araguaia, o maior rendimento de grãos foi observado no espaçamento de 40 cm, independente da irrigação e da densidade de semeadura. A 'Guarani' mostrou ser uma variedade mais competitiva que a 'Araguaia', apresentando menor IC e maior influência da densidade de semeadura, sobre o rendimento de grãos.

Descritores: *Oryza sativa*, espaçamento entre linhas, densidade de semeadura, rendimento, características biométricas, irrigação

BEHAVIOUR OF UPLAND RICE VARIETIES AT DIFFERENT PLANT DENSITIES, UNDER AND WITHOUT SUPPLEMENTAL IRRIGATION

ABSTRACT: Four experiments were carried out in a cerrado soil to study the effect of row spacing and seed density on rice (*Oryza sativa*) yield and some biometric characteristics, with and without supplemental sprinkler irrigation. Two experiments used the Araguaia variety and the other two, the Guarani variety. Irrigation enhanced in 90 and 35% the yield of the varieties Araguaia and Guarani, respectively. Irrigation significantly affected biometric characteristics. The highest yield of Guarani v. was obtained with 30 cm row spacing and density of 130 seeds per m², and its harvest index (HI) was linearly and positively correlated with grain yield. The highest yield of Araguaia v. was obtained with 40 cm spacing, independently of the density and presence of irrigation. The variety Guarani showed to be more competitive than the Araguaia, having smaller HI and its grain yield being more affected by plant population.

Key Words: *Oryza sativa*, row spacing, seed density, grain yield, biometric characteristics, irrigation

INTRODUÇÃO

Cerca de 50% da produção brasileira de arroz provém do sistema de cultivo de sequeiro. Neste sistema, são reconhecidas duas situações distintas em termos de risco de ocorrência de deficiência hídrica. As regiões com menor e maior risco foram caracterizadas como favoráveis e não

favoráveis, respectivamente, para o cultivo de arroz (STEINMETZ *et al.*, 1984).

Em áreas sujeitas à ocorrência de veranico, são observados frequentes insucessos, ocasionando baixos rendimentos, o que tem desestimulado os produtores a utilizarem tecnologias adequadas. Com isso, o produtor limita seus investimentos, permanecendo num baixo nível de utilização de

¹ Parte da tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à ESALQ/USP e parcialmente financiada pelo CNPq.

tecnologia, propiciando a existência de um círculo vicioso: não se investe, porque a cultura é de alto risco e esse permanece alto, pela não adoção de técnicas culturais que o diminuam.

Vários são os estudos sobre os efeitos do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura, no rendimento do arroz de sequeiro. Entretanto, os resultados são bastante genéricos, pois dependem da capacidade de perfilhamento e do ciclo do cultivar, da susceptibilidade à brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.) e da disponibilidade de água do solo para as plantas, além do nível de fertilidade do solo. A grande maioria desses trabalhos não se preocupou com a disponibilidade de água (BUENO *et al.*, 1981), sendo as pesquisas desenvolvidas com cultivares susceptíveis à brusone (OLIVEIRA *et al.*, 1977; RIBEIRO, 1982).

A relação entre o ambiente e a produtividade de arroz é complexa, pois esta é o resultado global do crescimento, sendo este fenômeno resultante da interação entre o ambiente, cultivar e técnica cultural.

Entre os fatores que influenciam, diretamente, no rendimento do arroz está o arranjo das plantas no campo. À medida que plantas menos competitivas são selecionadas, menor pode ser o espaçamento entre as linhas. Para determinada condição de solo, clima, cultivar e tratos culturais, existe um número de plantas/área que conduz à mais alta produção (YOSHIDA, 1977).

A população excessiva de plantas acarreta o rápido esgotamento das reservas de água do solo, devido ao incremento da evapotranspiração; causa autossombreamento, com conseqüente atraso no perfilhamento; acamamento e redução da matéria seca (YOSHIDA, 1977).

Enquanto que a população aquém da ideal, favorece o crescimento de plantas daninhas e conseqüente redução da capacidade produtiva dos solos (GASTAL, 1974; SOARES *et al.*, 1979). A interação entre as plantas de culturas anuais se dá pela competição por luz, a qual se instala rapidamente, sendo desejável rápido crescimento da área foliar e uma arquitetura foliar, que reduza ao máximo o autossombreamento (BERNARDES, 1987).

Trabalhos desenvolvidos nos Estados do Paraná (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1980) e de Goiás (BUENO *et al.* 1981) mostraram que o rendimento de grãos é influenciado, diretamente, pela população de plantas e pela precipitação pluvial.

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e algumas características biométricas de dois cultivares de arroz, com e sem irrigação suplementar por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

Quatro experimentos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), em Santo Antonio de Goiás, GO, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd). As análises químicas, granulométricas e classificação textural das amostras do solo coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade na área experimental revelaram as seguintes características: pH em água (1:2,5) = 5,8; $Ca^{2+} + Mg^{2+} = 2,7$ meq/100 cc; P = 1,3 ppm; $K^+ = 64$ ppm; $Al^{3+} = 0,3$ meq/100 cc; MO = 2,1%; Argila = 45%; Silte = 23%; Areia = 32%; Classificação Textural - Argila.

Em dois experimentos, utilizou-se o cultivar de arroz Araguaia, de ciclo médio, e, nos outros, o 'Guarani', de ciclo curto. Ambos os cultivares são de porte alto, moderada resistência à brusone e recomendados para o cultivo de sequeiro.

Para cada cultivar foi conduzido um experimento sem irrigação, ou seja, o fornecimento de água foi proveniente apenas das precipitações pluviais, e no outro foi empregada irrigação por aspersão, possibilitando suplementar a necessidade de água nos períodos de estiagem. Para isto, estabeleceu-se que, após três dias sem a ocorrência de chuvas, o experimento seria irrigado, procurando levar o solo à sua capacidade de campo. Os períodos em que as irrigações foram realizadas, as temperaturas mínimas, médias e máximas e os dados diários de chuvas, registrados durante a permanência dos experimentos no campo, constam da Figura 1.

Nos experimentos foram estudados três espaçamentos entre sulcos (30, 40 e 50 cm) e três densidades de semeadura (50, 100 e 150 sementes por m^2). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em arranjo fatorial (3 x 3), com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de treze, dez e oito linhas de 6 m de comprimento para espaçamentos de 30, 40 e 50 cm, respectivamente, correspondendo a 8,4, 8,0 e 8,0 m^2 de área útil.

Para determinar a evolução do perfilhamento dos dois cultivares, durante todo o ciclo,

realizaram-se contagens semanais do número de perfilhos em 2 m, previamente demarcados em cada parcela, começando aos 20 dias após a emergência das plântulas até a colheita.

Por ocasião da colheita, foram determinados o número de perfilhos e de panículas por m², o número de grãos e de espiguetas vazias por panícula, a massa de 100 grãos, a altura de plantas, o índice de colheita e a produção de grãos, a qual foi expressa em kg.ha⁻¹, após ajustada em 13% de umidade. O índice de colheita (IC) foi obtido pela relação entre a produção de grãos e a de matéria seca total da parte aérea em 1 m², em cada parcela. O número de grãos e de espiguetas vazias e a massa de 100 grãos foram determinados em 10 panículas, colhidas ao acaso, em cada parcela.

Foram realizadas análises da variância de todas as características determinadas por ocasião da colheita em cada um dos quatro experimentos e, posteriormente, análise conjunta por cultivar, juntando-se, assim, os experimentos de um mesmo cultivar com e sem irrigação suplementar. Ou seja, os efeitos dos espaçamentos entre linhas e das densidades de semeadura foram avaliados através das análises individuais dos experimentos, enquanto que na análise conjunta, além destes, também foi avaliada a influência da irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A irrigação afetou significativamente todas as características estudadas e proporcionou aumento de 90 e 35% no rendimento de grãos dos cultivares Araguaia e Guarani, respectivamente. Isto mostra que, com o emprego de irrigação suplementar, áreas sujeitas à ocorrência de estiagens tornam-se viáveis à exploração agrícola intensiva, possibilitando a adoção de níveis mais elevados de tecnologias.

A altura de plantas, determinada por ocasião da colheita, somente foi influenciada pelos tratamentos no cultivar Guarani, quando a irrigação foi empregada. A altura de plantas foi reduzida linearmente com o aumento da densidade. O acamamento das plantas dos cultivares de arroz de sequeiro é relacionado à população de plantas por área e à altura das mesmas. Entretanto, neste trabalho não foi possível determinar a influência dos espaçamentos e das densidades sobre o acamamento, pois apenas algumas plantas do cultivar Guarani apresentaram pequeno acamamento, por ocasião da colheita, especialmente no experimento irrigado.

O número de perfilhos por m² do cultivar Guarani foi influenciado significativamente pelos espaçamentos e pelas densidades de semeadura, enquanto que no 'Araguaia' houve efeito significativo da interação entre espaçamento e densidade, quando a irrigação não foi empregada e, apenas das densidades, nas condições irrigadas. O número de perfilhos do cultivar Guarani foi reduzido linearmente com o aumento dos espaçamentos, independente das condições serem irrigadas. Quanto às densidades, as respostas foram quadráticas, sendo o menor número de perfilhos/ área estimado com 68 sementes por m², quando a irrigação não foi usada, e um maior perfilhamento com a densidade de 122 sementes por m², com irrigação.

Na análise conjunta, a interação entre espaçamento e densidade influenciou significativamente o número de perfilhos por m² do cultivar Araguaia, ao passo que no 'Guarani' os efeitos desses tratamentos foram independentes. Desdobrando-se o efeito da interação entre espaçamento e densidade sobre o número de perfilhos por m² do cultivar Araguaia, sem irrigação e na análise conjunta, verificou-se que no menor espaçamento o aumento da densidade de semeadura resultou em resposta quadrática, apresentando menor número de perfilhos estimados com 90 sementes/m². Nos espaçamentos maiores, no entanto, houve aumento linear do número de perfilhos, à medida que as densidades aumentavam. Na ausência de irrigação, o número de perfilhos declinou linearmente nas densidades de 50 e 150 sementes por m² com o aumento dos espaçamentos, ao passo que, na análise conjunta, esses efeitos só se verificaram na densidade menor.

Verificou-se que o número de perfilhos de ambos cultivares, por ocasião da colheita, foi reduzido à medida que o espaçamento foi aumentado e a densidade diminuída (Figuras 2 e 3).

Inicialmente, as diferenças no perfilhamento foram grandes e, posteriormente, reduzidas com a idade das plantas, até que se estabilizaram por ocasião do florescimento. Esse estágio é freqüentemente denominado de perfilhamento efetivo ou útil. Nas densidades menores, o perfilhamento aumentou até este período, enquanto que nas maiores densidades o perfilhamento é máximo na faixa de 35 a 45 dias e, posteriormente, tendeu a reduzir, indicando que muitos perfilhos morrem antes de completarem o ciclo. O decréscimo no perfilhamento é devido à competição por luz e nutrientes, causando a morte de alguns perfilhos que emergiram mais tarde (ISHIZUKA & TANAKA, 1963).

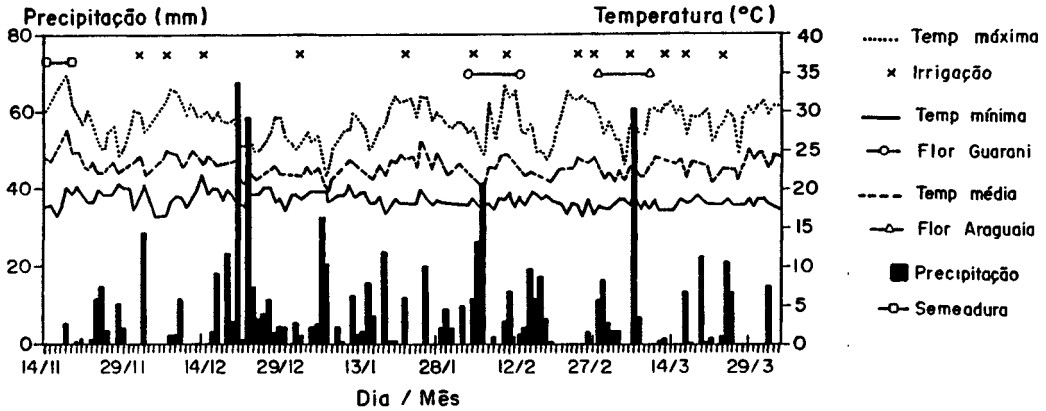


Figura 1 - Resultados diários de temperatura máxima, média e mínima e precipitação pluvial, bem como os períodos em que as irrigações foram realizadas nos experimentos.

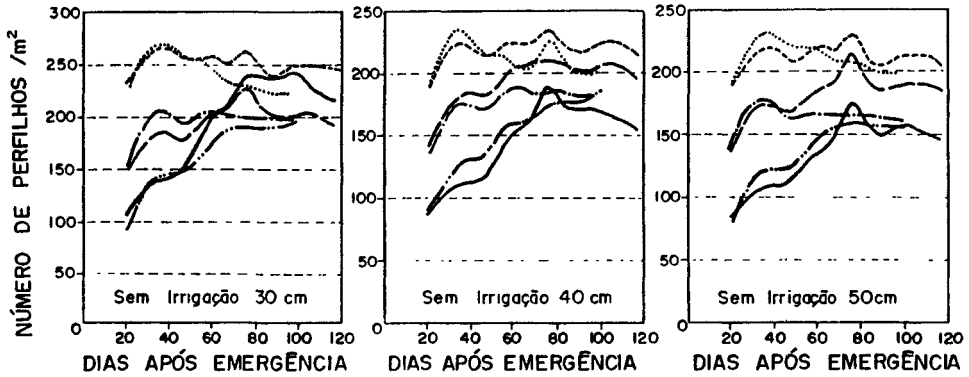


Figura 2 - Evolução do número de perfilhos/m² dos dois cultivares, devido aos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação (Araguaia ___ / ___ / ___; Guarani .. / .. / .., 50, 100 e 150 sementes/m², respectivamente).

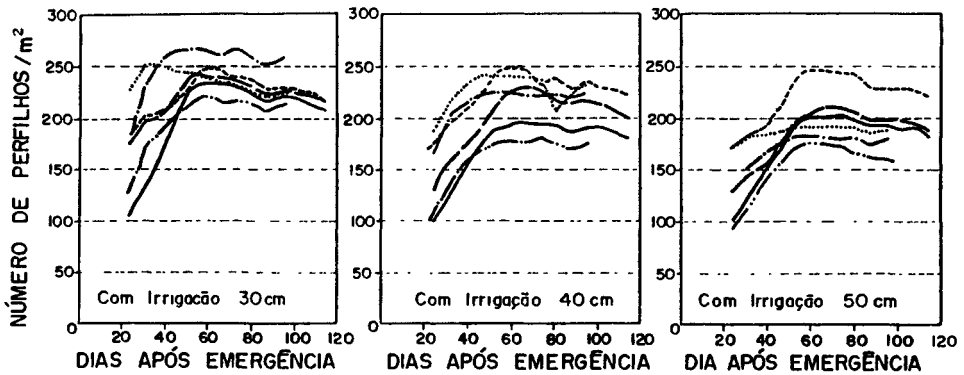


Figura 3 - Evolução do número de perfilhos/m² dos dois cultivares, devido aos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação (Araguaia ___ / ___ / ___; Guarani .. / .. / .., 50, 100 e 150 sementes/m², respectivamente).

Entretanto, o aumento do número de perfilhos verificado nas menores densidades não é suficiente para garantir maiores rendimentos de grãos, pois nestas densidades menores de semeadura são observados menores valores nos componentes do rendimento. Além disso, conforme as observações de GASTAL (1974) e de SOARES *et al.* (1979), a população de plantas aquém da ideal favorece a formação de perfilhos improdutivos. Isto porque perfilhos que se desenvolvem tardiamente podem não produzir panículas ou apresentar panículas com número de espiguetas e massa de grãos menores.

Houve efeito significativo do espaçamento e da densidade sobre o número de panículas por m² no cultivar Guarani e apenas do espaçamento, no 'Araguaia', sem irrigação. Com o aumento do espaçamento, houve redução linear no número de panículas nos dois cultivares, independente do emprego da irrigação. O número de panículas do cultivar Guarani cresceu linearmente com o aumento da densidade, quando a irrigação não foi usada, e apresentou resposta quadrática quando esta foi empregada, sendo máximo o valor estimado com a densidade de 120 sementes por m². Os efeitos dos espaçamentos sobre o número de panículas por m² estão de acordo com os obtidos por SANTOS *et al.* (1988), porém apresentam discordância quanto à influência das densidades de semeadura. Os efeitos dos espaçamentos e das densidades sobre este componente do rendimento foram maiores no cultivar Guarani que no 'Araguaia'. Quando o espaçamento foi aumentado em 10 cm, houve redução de 11 e 26 panículas no cultivar Guarani, sem e com irrigação, respectivamente. Nesse cultivar há incremento de 70 panículas, quando se aumenta a densidade em 100 sementes por m², nas condições não irrigadas.

Observou-se, na análise conjunta, que o número de panículas dos dois cultivares foi influenciado significativamente pelo espaçamento e pela densidade. As análises de regressão mostraram que houve correlação linear negativa entre o espaçamento e o número de panículas por m² e linear e positiva, com as densidades de semeadura. Na análise conjunta, verificou-se também que o efeito da densidade sobre o número de panículas é maior no cultivar Guarani, havendo incremento de 50 panículas por m², quando se aumenta a densidade em 100 sementes por m², enquanto que, com o mesmo aumento da densidade, o incremento foi de 14 panículas no cultivar Araguaia.

O número de grãos por panículas somente foi influenciado pela densidade de semeadura no cultivar Guarani, tanto nas análises individuais como na conjunta. Houve correlação linear negativa entre as densidades e o número de grãos por panícula. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS *et al.* (1988) com cultivar precoce. Identificando os componentes do rendimento, através dos quais o IAF exerce influência sobre o rendimento de grãos de arroz de sequeiro, PINHEIRO *et al.* (1990) observaram que o número de grãos por panícula associou-se ao rendimento com maior coeficiente de correlação, na ausência de deficiência hídrica.

Houve efeito significativo da densidade sobre o número de espiguetas vazias por panícula no cultivar Guarani, independente das condições serem irrigadas. No cultivar Araguaia, com irrigação, houve efeito do espaçamento e da densidade e, sem irrigação, apenas da densidade. A relação entre o número de espiguetas vazias do cultivar Araguaia e as densidades foi linear e negativa, enquanto que para o 'Guarani' a relação foi quadrática, sendo o valor mínimo do número de espiguetas vazias por panícula estimado com a densidade de 129 sementes por m², tanto em condições irrigadas como não. Relação quadrática também foi obtida entre os espaçamentos e o número de espiguetas vazias do cultivar Araguaia, com irrigação, estimando-se o maior número com o espaçamento de 40 cm entre linhas.

A densidade de semeadura influenciou significativamente a massa de 100 grãos do cultivar Araguaia, com irrigação, e do 'Guarani', sem irrigação. A relação entre a densidade e a massa de 100 grãos foi linear positiva para o cultivar Araguaia, quando se empregou a irrigação, e quadrática para o 'Guarani', estimando-se a maior massa de 100 grãos com a densidade de 125 sementes por m², sem irrigação.

Na análise conjunta, houve efeito da densidade sobre a massa de grãos apenas do cultivar Guarani. A análise de regressão indicou que houve efeito quadrático da densidade sobre a massa de 100 grãos do cultivar Guarani, havendo maior massa com a densidade de 110 sementes por m². No estudo desenvolvido por PINHEIRO *et al.* (1985) a massa de 100 grãos foi correlacionada positivamente com o rendimento de grãos apenas em condições de déficit hídrico.

Em condições de menor disponibilidade de água às plantas, o índice de colheita (IC) foi

influenciado significativamente pelo espaçamento, no cultivar Araguaia, e pela densidade, no 'Guarani'. A relação entre o espaçamento e o IC no cultivar Araguaia foi linear e positiva. Resultado semelhante foi obtido no cultivar Guarani na relação entre este índice e a densidade de semeadura.

Segundo DONALD & HAMBLIN (1976), o sucesso do aumento de rendimento de grãos em cereais, especialmente arroz e trigo, está relacionado com os maiores IC dos cultivares modernos, com pequena variação no rendimento biológico, em comparação aos cultivares tradicionalmente usados pelos agricultores. CHANDLER JUNIOR (1969) menciona que, enquanto os cultivares tradicionais de arroz irrigado apresentam IC de 0,23 a 0,37, o IC dos cultivares modernos de alto rendimento varia de 0,47 a 0,57.

Neste trabalho, os IC dos cultivares Araguaia e Guarani variaram de 0,37 a 0,54 e 0,34 a 0,37 para as condições não irrigadas e irrigadas, respectivamente. Isto mostra que, a maior disponibilidade de água propiciou maior eficiência na translocação dos produtos da fotossíntese para as partes economicamente importantes da planta dos dois cultivares. MURATA & MATSUSHIMA (1975) mencionam que, havendo deficiência hídrica no início da formação da panícula, na divisão de redução ou no florescimento, o rendimento de grãos é reduzido por falta de espiguetas férteis, mesmo que a fotossíntese na fase de maturação se realize em condições ótimas. Nesta situação, o índice de colheita cai e boa parte dos carboidratos permanece nas folhas e colmos das plantas.

O cultivar Guarani, por apresentar maior crescimento inicial, porte mais alto, folhas mais longas e decumbentes e perfilhos mais abertos, mostrou-se mais competitivo que o cultivar Araguaia, expressando um menor IC, tanto em condições irrigadas como sem irrigação. Segundo JENNINGS & JESUS (1968), a relação entre a produção por área e a competitividade das plantas de arroz é negativa, ou seja, plantas mais competitivas investem mais na produção de colmos e folhas e menos em grãos, portanto, apresentam menor índice de colheita.

Por ser de ciclo médio, o cultivar Araguaia foi mais influenciado pela deficiência hídrica que o 'Guarani'; com isso, apresentou maior variação no IC, quando se compara as condições irrigadas com as sem irrigação.

Nas análises individuais, considerando-se as relações entre IC e rendimento de grãos (Figura 4), a análise de regressão mostrou efeito significati-

vo apenas no cultivar Guarani, em condições não irrigadas, no qual houve relação linear e positiva entre o IC e o rendimento de grãos. Isto mostra que para o cultivar de ciclo curto, aumentando-se o IC, ou seja, maior eficiência na translocação dos produtos da fotossíntese para os grãos, há incremento na produção de grãos. O que ratifica os resultados obtidos por diversos pesquisadores (DONALD, 1968; JENNINGS & AQUINO, 1968; SINGH & STOSKOPF, 1971; DONALD & HAMBLIN, 1976), os quais indicam que considerável melhoramento no rendimento de grãos em cereais pode ser obtido através da seleção de cultivares com maiores índices de colheita. Na análise conjunta, as análises de regressão mostraram que houve correlação linear positiva entre o IC e o rendimento de grãos do cultivar Araguaia e quadrática no 'Guarani', para o qual a maior produção de grãos foi estimada com IC igual a 0,38 (Figura 4).

O rendimento de grãos do cultivar Araguaia, com irrigação, foi influenciado pelo espaçamento e do 'Guarani' pelo espaçamento e pela densidade de semeadura, quando a irrigação não foi empregada, e pelo espaçamento, com irrigação. A análise de regressão mostrou que houve correlação quadrática entre os espaçamentos e o rendimento de grãos do cultivar Araguaia, sendo a maior resposta estimada com o espaçamento de 40 cm entre linhas. No cultivar Guarani o rendimento de grãos declinou linearmente com o aumento dos espaçamentos, sendo mais afetado quando a irrigação foi usada, havendo redução de 285 kg/ha no rendimento de grãos, quando o espaçamento foi aumentado em 10 cm. O rendimento de grãos do cultivar Guarani aumentou em 8,5 e 15,6% quando o espaçamento entre linhas foi reduzido de 50 cm, habitualmente empregado na lavoura de arroz de sequeiro, para 30 cm, sem e com irrigação, respectivamente. Enquanto que, no 'Araguaia' o incremento foi de 11,4% com a redução de 50 cm para 40 cm, na presença de irrigação.

A relação entre o rendimento de grãos do cultivar precoce e a densidade foi quadrática, com a maior produção de grãos estimada com 133 sementes por m². Valores, estes, ligeiramente superiores aos obtidos por OLIVEIRA *et al.* (1977) com o cultivar Batatais. Os efeitos dos tratamentos verificados sobre o rendimento de grãos do cultivar Guarani se devem às influências sobre algumas características, tais como: redução do número de panículas por m² à medida que o espaçamento era aumentado; incremento no índice de colheita com

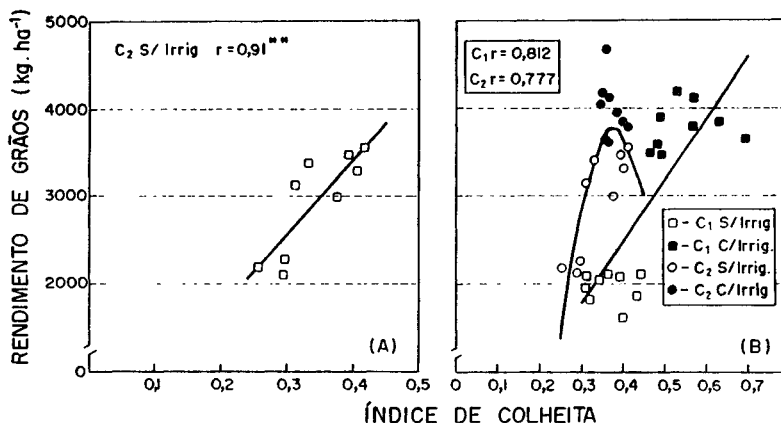


Figura 4 - Relação entre índice de colheita (IC) e rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) do cultivar Guarani ($Y = 9,069 + 8523,037X$), sem irrigação (A), e dos cultivares Araguaia ($C_1Y = -310,6 + 6935,4X$) e Guarani ($C_2Y = -17253,9 + 111531,1X - 147862,4X^2$), na análise conjunta.

o aumento da densidade; menor número de espiguetas vazias por panícula e maiores valores para o número de perfilhos e de panículas por m² e também da massa de 100 grãos com a densidade entre 120 e 130 sementes por m². Os resultados obtidos confirmam aqueles verificados por SANTOS *et al.* (1988), onde os efeitos do espaçamento entre linhas sobre o rendimento de grãos de sequeiro foram muito maiores do que os da densidade de semeadura.

Na análise conjunta, o rendimento de grãos do cultivar de ciclo médio foi influenciado pelo espaçamento, obtendo-se resposta quadrática, onde a máxima produção de grãos foi estimada com 39 cm. Para o 'Guarani', houve efeito significativo do espaçamento, da densidade e da interação entre espaçamento e densidade sobre o rendimento de grãos. Desdobrando-se os efeitos dos tratamentos sobre o rendimento de grãos do cultivar Guarani, verificou-se que, nos espaçamentos de 30 e 40 cm, o aumento da densidade de semeadura resultou em respostas quadráticas, obtendo-se as produções máximas com 117 e 127 sementes por m², respectivamente. Enquanto que no maior espaçamento houve aumento linear do rendimento de grãos à medida que a densidade crescia. Dentro de cada densidade de semeadura, efeitos lineares negativos significativos dos espaçamentos sobre o rendimento de grãos foram observados com as densidades de 100 e 150 sementes por m². Efeitos da interação entre espaçamento e densidade sobre o rendimento de grãos foram também obtidos por SANTOS *et al.*

(1988). A maior resposta verificada por esses autores, espaçamento de 50 cm, pode ser devida à maior susceptibilidade do cultivar à brusone. Com o aumento do espaçamento há redução na intensidade dos sintomas de brusone nas folhas (RIBEIRO, 1982), para cultivares que apresentam maior grau de susceptibilidade a essa doença o espaçamento deve ser mais amplo.

Para o cultivar Guarani, tanto em condições de maior risco de ocorrência de deficiência hídrica como nas favoráveis ao cultivo de arroz, deve ser empregado o espaçamento de 30 cm entre linhas e a densidade de 130 sementes por m². Ao passo que, para o cultivar Araguaia, independente da irrigação, o espaçamento deve ser de 40 cm. Como a densidade de semeadura apresentou menor influência sobre o rendimento de grãos do cultivar Araguaia que o espaçamento, esta pode variar de 100 a 150 sementes por m².

O 'Guarani', por demonstrar ser um cultivar mais competitivo que o 'Araguaia', apresentou menor IC e seu rendimento de grãos foi mais influenciado pelos efeitos do espaçamento e da densidade de semeadura. Isso corrobora com as conclusões relatadas em vários estudos (DONALD, 1968; JENNINGS & AQUINO, 1968; JENNINGS & JESUS, 1968; PEREIRA, 1989).

Considerando os parâmetros avaliados neste estudo, pode-se inferir que a irrigação proporcionou maior incremento no rendimento de grãos do cultivar Araguaia, por ser este de ciclo médio e, portanto, mais sujeito à ocorrência de veranico. Os cultivares comportaram-se diferentemente quanto ao rendimento de grãos,

devido aos tratamentos. A produção de grãos do cultivar Guarani aumentou quando o espaçamento foi reduzido até 30 cm e a densidade foi ao redor de 130 sementes por m². O cultivar Araguaia apresentou maior rendimento de grãos no espaçamento de 40 cm, independente da densidade de semeadura e da irrigação. Os efeitos do espaçamento entre linhas sobre o rendimento de grãos dos dois cultivares de arroz de sequeiro foram muito maiores do que os da densidade de semeadura. O 'Guarani' mostrou ser um cultivar mais competitivo que o 'Araguaia', apresentando menor IC e maior influência do espaçamento e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. ed. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.13-48.
- BUENO, L.G.; NEIVA, L.C.S.; PURÍSSIMO, C. *Informações gerais sobre arroz de sequeiro*. Goiânia: EMGOPA, 1981. 80p. (EMGOPA. Circular Técnica, 1).
- CHANDLER JÚNIOR, R.F. Plant morphology and stand geometry in relation to nitrogen. In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.T.; BAVEL, C.H.M. van, ed. *Physiological aspects of crop yield*. Madison: American Society of Agronomy, 1969. p.265-289.
- DONALD, C.M. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*, Wageningen, v.17, p.385-403, 1968.
- DONALD, C.M.; HAMBLIN, J. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Advances in Agronomy*, New York, v.28, p.361-405, 1976.
- GASTAL, F.L.C. Densidade de semeadura em arroz. A *Granja*, Porto Alegre, v.30, n.318, p.27-28, 1974.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *Cultura do arroz no Estado do Paraná*. Londrina, 1980. 62p. (IAPAR. Circular, 19).
- ISHIZUKA, Y.; TANAKA, A. *Studies on the nutri-physiology of the rice plant*. Tokyo: Yokendo, 1963. 307p.
- JENNINGS, P.R.; AQUINO, R.C. Studies on competition in rice. III. The mechanism of competition among phenotypes. *Evolution*, New York, v.22, p.529-542, 1968.
- JENNINGS, P.R.; JESUS, J. de. Studies on competition in rice. I. Competition in mixtures de varieties. *Evolution*, New York, v.22, p.119-124, 1968.
- MURATA, Y.; MATSUSHIMA, S. Rice. In: EVANS, L.T., (Ed). *Crop Physiology*. London, Cambridge University Press, 1975. p.73-99.
- OLIVEIRA, A.B. de; BRANDÃO, S.S.; CONDÉ, A.R.; DEL GIUDICE, R.M. Espaçamento entre fileiras e densidade de plantio em duas cultivares de arroz, sob irrigação por aspersão. *Revista Ceres*, Viçosa, v.24, n.135, p.427-444, 1977.
- PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. *O Agrônomo*, Campinas, v.41, n.1, p.5-11, 1989.
- PINHEIRO, B.S.; STEINMETZ, S.; STONE, L.F.; GUIMARÃES, E.P. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.1, p.87-95, 1985.
- PINHEIRO, B.S.; MARTINS, J.F.S.; ZIMMERMANN, F.J.P. Índice de área foliar e produtividade do arroz de sequeiro. II. Manifestação através dos componentes da produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.6, p.873-879, 1990.
- RIBEIRO, A.S. Efeitos do espaçamento entre linhas sobre a intensidade de brusone em arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.11, p.1691-1694, 1982.
- SANTOS, A.B. dos; FERREIRA, E.; AQUINO, A.R.L. de; SANTANA, E.P.; BALDT, A.F. População de plantas e controle de pragas em arroz de sequeiro com complementação hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.23, n.4, p.397-404, 1988.
- SINGH, I.D.; STOSKOPF N.C. Harvest index in cereals. *Agronomy Journal*, Madison, v.63, p.224-226, 1971.
- SOARES, P.C.; MORAIS, O.P.; SOUZA, A.F.; DEL GIUDICE, R.M. Preparo do solo, época e densidade de semeadura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.5, n.55, p.33-39, 1979.
- STEINMETZ, S.; REYNIERS, F.N.; LIU, W.T.H. Favorable rainfall periods in upland rice regions of Brazil. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. *An overview of upland rice research*, Los Baños, 1984. p.275-281.
- YOSHIDA, S. Rice. In: ALVIM, P.T.; KOZLWSKI, T.T., (Ed). *Ecophysiology of tropical crop*. New York: Academic Press, 1977. p.57-87.

Entregue para publicação em 29.07.93
Aceito para publicação em 25.10.94