

SUCESSÃO ARROZ-FEIJÃO IRRIGADOS POR ASPERSÃO: EFEITOS DE ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS, ADUBAÇÃO E CULTIVAR NA PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DO ARROZ¹

LUÍS FERNANDO STONE² e ANA LÚCIA PEREIRA³

RESUMO - Estudaram-se, por quatro anos, os efeitos de espaçamentos entre linhas (20, 35 e 50 cm), adubações (250, 400 e 550 kg/ha da fórmula 4-30-16) e genótipos (Rio Paranaíba, Araguaia, CNA 6874 e CNA 6889), e o efeito residual de adubações aplicadas ao feijoeiro (300 e 500 kg/ha de 4-30-16) na produtividade e nutrição do arroz plantado sob pivô central, em sucessão ao feijão. A partir do segundo ano, as duas últimas linhagens, de sequeiro favorecido, foram substituídas por 'CNA 6881' e 'CNA 6891'. O efeito da adubação do arroz sobre a produtividade variou com a cultivar. O efeito da adubação aplicada ao feijoeiro afetou apenas a produtividade da 'Rio Paranaíba' e 'Araguaia', no segundo cultivo, aumentando-a com o incremento da dose. Linhagens de arroz de sequeiro favoreceram produziram mais no espaçamento de 20 cm. O mesmo aconteceu com cultivares de sequeiro tradicional, quando ocorreram estresses que limitaram seu desenvolvimento. Na ausência de estresses, estas cultivares produziram mais em espaçamento mais amplo (50 cm). Maior absorção de nutrientes ocorreu no espaçamento de 20 cm e com as linhagens CNA 6881 e CNA 6891.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, pivô central, componentes da produção, adubação residual, população de plantas, absorção de nutrientes.

RICE-COMMON BEAN ROTATION UNDER SPLINKER IRRIGATION: EFFECTS OF ROW SPACING, FERTILIZER AND CULTIVARS ON RICE YIELD AND NUTRIENT UPTAKE

ABSTRACT - Effect of row spacings (20, 35, and 50 cm), fertilizer levels (250, 400, and 550 kg/ha of formula 4-30-16), cultivars (Rio Paranaíba, Araguaia, CNA 6874, and CNA 6889), and the residual effect of previous common bean crop fertilization (300 and 500 kg/ha of 4-30-16) were studied, during four years, on the grain yield and nutrient uptake of rice planted in rotation with common bean under center pivot. The favorable upland rice lines CNA 6874 and CNA 6889 were replaced by CNA 6881 and CNA 6891, from the second year onwards. Effect of rice crop fertilization on yield varied with cultivar. The previous common bean crop fertilization affected only grain yield of cultivars Rio Paranaíba and Araguaia in the second year. The yield increased as the fertilizer level increased. Favorable upland rice lines showed higher yield at 20 cm row spacing. The same occurred with traditional upland cultivars when stress conditions limited their development. Under non-stress conditions, these cultivars showed higher yield at 50 cm row spacing. Higher nutrient uptake occurred at 20 cm row spacing and with CNA 6881 and CNA 6891 lines.

Index terms: *Oryza sativa*, center pivot, yield components, residual fertilization, plant population, nutrient uptake.

INTRODUÇÃO

Estima-se que 48% da área plantada com arroz no mundo dependem da precipitação pluvial para

o seu suprimento de água (Steponkus et al., 1980). No Brasil, 60 a 70% da produção de arroz originam-se de lavouras de sequeiro. Grande parte dessas lavouras está localizada na região dos cerrados, onde, durante a estação chuvosa, quando é feito o cultivo do arroz, a distribuição das chuvas é irregular, sendo comum a ocorrência de estiagens de duas a três semanas, denominadas regionalmente de veranicos. A baixa capacidade de retenção de

¹ Aceito para publicação em 25 de julho de 1994.

² Eng.-Agr., Dr., EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP). Bolsista do CNPq, Caixa Postal 179, CEP 74001-970 Goiânia, GO.

³ Enga.-Agra. Bolsista do CNPq.

água dos solos dos cerrados e a alta demanda evapotranspirativa durante estes períodos, fazem com que os veranicos causem sérios decréscimos na produtividade do arroz, provocando oscilações na produção nacional.

A irrigação suplementar do arroz por aspersão é uma alternativa para solucionar este problema. Com a eliminação do risco do veranico, o agricultor sente-se estimulado a usar maior nível de tecnologia, o que também contribui para o aumento da produtividade. Além disto, como é utilizado o equipamento adquirido para irrigar outras culturas na entressafra, o cultivo do arroz contribui para amortizar o investimento inicial.

Quanto ao arroz irrigado por aspersão, contudo, são escassas as informações sobre os efeitos dos diferentes fatores de produção e as suas interações. As cultivares desenvolvidas visando ao sistema de irrigação por submersão não se adaptam bem às condições físico-químicas dos solos bem drenados e mostram alta susceptibilidade às doenças.

Por sua vez, as cultivares de arroz de sequeiro, apesar de aparentemente se adaptarem melhor, apresentam problemas em condições de alta tecnologia. O seu grande desenvolvimento vegetativo, com folhagem luxuriante e porte alto, favorece o acamamento (Sant'Ana 1989).

Torna-se necessário, portanto, desenvolver cultivares de arroz específicas para as condições de irrigação por aspersão.

Com a utilização destas novas cultivares e da irrigação, faz-se necessário alterar algumas práticas culturais comuns do arroz de sequeiro tradicional. As cultivares de sequeiro favorecido apresentam folhas menores e mais eretas, permitindo reduzir o espaçamento entre linhas, com o consequente aumento do índice de área foliar e concomitante acréscimo na produtividade. Sob condições de irrigação por aspersão, têm-se obtido maiores produtividades com espaçamentos menores do que os de 50 cm entre linhas normalmente utilizados no cultivo do arroz de sequeiro tradicional.

Oliveira et al. (1977), no tocante às cultivares IAC 1246, e Santos (1990) com relação à cultivar Guarani, todas de sequeiro tradicional, obtiveram maiores produtividades, sob aspersão, no espaçamento de 30 cm entre linhas. Na cultivar Ara-

guaia, também de sequeiro tradicional, foi o espaçamento de 40 cm entre linhas que propiciou maiores produtividades (Santos, 1990).

Nos EUA, Akkari et al. (1986), utilizando a cultivar de arroz irrigado Lebonnet, obtiveram maiores produtividades, sob aspersão, no espaçamento de 20 cm entre linhas.

Com a eliminação do risco de estresse hídrico, torna-se viável utilizar um nível mais elevado de adubação em relação ao usado na exploração do arroz de sequeiro tradicional. Neste sistema, normalmente é recomendada, para solos de cerrado, a adubação no sulco de plantio à base de 10 kg de N/ha, 60 kg de P_2O_5 /ha e 30 kg de K_2O /ha (Sant'Ana, 1989). Estas quantidades comumente são fornecidas através da aplicação de 200 kg/ha de uma fórmula comercial do tipo 5-30-15. Aplicam-se, ainda, cerca de 20 kg de N/ha, em cobertura. A recomendação, quando se utiliza irrigação por aspersão, é aumentar a adubação fosfatada em cerca de 50%, e a potássica, em 30% (Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988). O aumento da dose de adubação, contudo, dependendo da cultivar e do espaçamento utilizado entre linhas, poderá provocar acamamento e afetar a produtividade, especialmente se se considerar que o feijão plantado na entressafra também utiliza alta adubação.

Os objetivos deste trabalho foram determinar as combinações mais adequadas do espaçamento entre linhas com a adubação, levando em consideração o tipo da planta no tocante ao arroz cultivado sob irrigação por aspersão, em sucessão ao feijão, e verificar o efeito residual da adubação da cultura precedente.

MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro experimento foi instalado em 16 e 17.01.90, sob um pivô central, na Fazenda Capivara, do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, GO, em um Latossolo Vermelho-Escuro. A análise química inicial do solo apresentou os seguintes resultados: pH = 4,7; Ca^{2+} = 0,7 mE/100 ml; Mg^{2+} = 0,4 mE/100 ml; Al^{3+} = 0,8 mE/100 ml; P = 5,3 ppm; K^+ = 74 ppm; Cu = 2 ppm; Zn = 2,5 ppm; Fe = 54 ppm, e Mn = 11 ppm. Antes da semeadura, foram aplicadas 2 t/ha de calcário dolomítico com PRNT de 70%. Foi aplicado, em pós-

-emergência, o herbicida 2,4-D na dose de 0,3 kg/ha. Foi aplicado também o inseticida clorpirifós (0,96 kg/ha), para controle de cupins. Foram feitas duas adubações em cobertura, aos 43 e 74 dias após a emergência, com 20 e 30 kg de N/ha, respectivamente, na forma de sulfato de amônio.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, com seis repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de quatro cultivares/linhagens (Rio Paranaíba, Araguaia, CNA 6874 e CNA 6889), três espaçamentos entre linhas (20, 35 e 50 cm) e três adubações (250, 400 e 550 kg/ha da fórmula 4-30-16). Foram distribuídas 60 sementes/metro linear, o que resultou nas populações de 300, 171 e 120 plantas por m² nos espaçamentos de 20, 35 e 50 cm entre linhas, respectivamente. No sulco de plantio foram aplicados 20 kg/ha de sulfato de zinco, em todos os tratamentos. Nas parcelas, estabeleceu-se a adubação, e nas subparcelas, a combinação de cultivares e espaçamento entre linhas. Estas tinham uma área total de 250 m² (10 x 25 m). As amostragens (repetições) foram feitas em áreas de 6 m² (3 x 2 m), dentro das subparcelas.

A 'Rio Paranaíba' e a 'Araguaia' são cultivares tradicionais de arroz de sequeiro, com altura média em torno de 125 cm. A primeira, apresenta perfilhos semi-abertos e folhas inferiores decumbentes; a segunda, apresenta perfilhos mais fechados e folhas mais estreitas e ligeiramente mais curtas e menos decumbentes do que as da 'Rio Paranaíba'. As linhagens de arroz de sequeiro favorecido, CNA 6874 e CNA 6889, apresentam altura de planta em torno de 90 e 75 cm, respectivamente, e perfilhos semicompactos, folhas mais curtas e mais eretas do que a 'Araguaia'.

As cultivares/linhagens receberam um total de 833,5 mm de água ao longo do ciclo, sendo 528,5 mm provenientes da chuva, e os restantes, da irrigação, que correspondeu a 37% do total. A água recebida pela cultura foi determinada por meio de três pluviômetros instalados na área experimental. A irrigação foi conduzida de maneira que o potencial de água do solo, determinado a 15 cm de profundidade, não ultrapassasse o valor de -0,025 Mpa, conforme recomendado por Stone et al. (1986). O potencial de água do solo foi determinado por meio de três baterias de tensiômetros, cada uma com três tensiômetros instalados a 15, 30 e 45 cm de profundidade, distribuídas na área experimental.

Por ocasião da floração, foram determinadas, em cada tratamento, as concentrações de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn e Fe nas plantas. Na análise química, empregou-se a digestão úmida de 200 mg de amostra, com 4 ml de uma mistura (2:1) de HNO₃ e HClO₄, exceto no tocante ao N. Este foi determinado em 200 mg de

amostra digerida com 3 ml de H₂SO₄ em presença de 1,1 g de uma mistura de selênio em pó, sulfato de cobre e sulfato de potássio. O N foi determinado pelo método de Kjeldahl, o P por colorimetria (vanadato-molibdato), o K por fotometria de chama, e os demais, por espectrofotometria de absorção atômica.

A colheita foi realizada no dia 21.05.90 nas cultivares Rio Paranaíba e Araguaia e no dia 30.05.90 na linhagem CNA 6889. A linhagem CNA 6874 foi eliminada do estudo, devido à elevada incidência de brusone, que a dizimou totalmente. Foram avaliadas a produção e seus componentes e os teores e quantidades de nutrientes absorvidos.

O segundo experimento foi instalado em 14.11.90, no mesmo local do primeiro. Para o controle preventivo da brusone, as sementes foram tratadas com o fungicida sistêmico pyroquilon (0,4 kg por 100 kg de sementes). Foi aplicada, em pós-emergência, a mistura dos herbicidas fenoxaprop-etil (0,12 kg/ha) e bentazon (0,96 kg/ha). Para controle de gafanhoto e percevejos-grãos foram feitas duas aplicações do inseticida carbaryl (0,90 kg/ha). Foram feitas duas adubações em cobertura, aos 27 e 64 dias após a emergência, com 30 e 40 kg de N/ha, respectivamente, na forma de sulfato de amônio. Após o primeiro cultivo de arroz, as parcelas foram divididas em duas, e em cada uma foi aplicada uma dose de adubação, com a posterior semeadura de feijão. Desta maneira, o delineamento experimental permaneceu igual ao do primeiro experimento, mas o esquema foi alterado para parcelas sub-subdivididas. As parcelas receberam as três doses de adubação do arroz; as subparcelas, a adubação da cultura anterior (300 e 500 kg/ha de 4-30-16), e as sub-subparcelas, a combinação de cultivares e espaçamentos entre linhas. As sub-subparcelas apresentaram uma área total de 125 m² (10 x 12,5 m). As amostragens foram feitas em áreas de 6 m² dentro das sub-subparcelas. As linhagens CNA 6874 e CNA 6889 foram substituídas pelas linhagens CNA 6881 e CNA 6891, respectivamente. Estas linhagens apresentam o mesmo tipo de planta das anteriores. As cultivares/linhagens receberam um total de 1.014,6 mm de água ao longo do ciclo, sendo 951,7 mm provenientes da chuva, e os restantes, da irrigação, que correspondeu a 6,2% do total. A colheita foi realizada de 25.03.91 a 12.04.91. Os parâmetros avaliados foram os mesmos do primeiro experimento.

O terceiro experimento foi instalado em 22.11.91, no mesmo local e com o mesmo delineamento experimental e tratamentos do segundo.

Foi aplicado, em pré-emergência, o herbicida pendimethalin, na dose de 1,25 kg/ha. Foram aplicados, em cobertura, aos 30 e 66 dias após a emergência, 30 e 40 kg de N/ha, respectivamente, na forma de sulfato de

amônio, e, aos 57 e 68 dias após a emergência, para corrigir deficiência de ferro, 3 kg/ha de sulfato ferroso 1%. As cultivares/linhagens receberam um total de 1.291,4 mm de água ao longo do ciclo, provenientes exclusivamente da chuva. A colheita foi realizada de 6 a 15.04.92. Os parâmetros avaliados foram os mesmos dos experimentos anteriores.

O quarto experimento foi instalado em 17.12.92, no mesmo local e com o mesmo delineamento experimental, controle de plantas daninhas e adubação nitrogenada em cobertura do anterior. Foi aplicado o inseticida clorpirifós (0,96 kg/ha) para controle de cupins. Neste experimento foram utilizadas apenas as cultivares Rio Paranaíba e Araguaia. Elas receberam um total de 733,5 mm de água ao longo do ciclo, sendo 669,9 mm provenientes da chuva, e os restantes, da irrigação, que correspondeu a 8,7% do total. A colheita foi realizada de 26 a 30.04.92. Os parâmetros avaliados foram os mesmos dos experimentos anteriores.

Os dados referentes à produção e seus componentes foram submetidos às análises de variância e de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os componentes de produção da linhagem CNA 6889 apresentaram comportamento diferenciado em função dos tratamentos (Fig. 1). Para o número de panículas por m^2 houve interação significativa entre adubação e espaçamento entre linhas. Este componente diminuiu com o aumento do espaçamento, com a menor e a maior dose de adubação. Na dose de 400 kg/ha de 4-30-16, ele também diminuiu mas até o espaçamento estimado de 40 cm entre linhas. De maneira geral, a maior adubação propiciou maior número de panículas por m^2 . O número de grãos cheios por panícula foi afetado significativamente apenas pelo espaçamento entre linhas, aumentando com o incremento deste. Isto é devido à menor concorrência entre plantas no espaçamento mais amplo. O peso de 100 grãos, por sua vez, não foi afetado significativamente nem pela adubação nem pelo espaçamento entre linhas.

Houve efeito significativo da interação adubação e espaçamento entre linhas sobre a produção de grãos da linhagem CNA 6889. Esta linhagem produziu mais quanto maior foi a dose de adubo aplicada. Com exceção da maior dose de adubo, em que não houve efeito significativo do espaçamento sobre a produção, esta foi maior no menor

espaçamento entre linhas. Nota-se que, à medida que a adubação foi aumentada, o efeito do espaçamento sobre a produção tornou-se menos pronunciado. Pacheco (1989), comparando os espaçamentos de 20, 40 e 60 cm entre linhas, sob irrigação suplementar, também verificou que maior número de panículas por m^2 e produção de grãos ocorreram no espaçamento de 20 cm entre linhas, em várias linhagens de arroz de sequeiro favorecido. O número de panículas por m^2 foi o componente da produção que mais a influenciou, o que está de acordo com Pinheiro et al. (1985), que afirmam que na ausência de deficiência hídrica este componente está altamente correlacionado com a produção.

A interação entre ano e os tratamentos não foi significativa com relação à produção de grãos e seus componentes, para as linhagens CNA 6881 e CNA 6891. Desta forma, considerou-se, para efeito de discussão, a média dos dois anos.

Não houve interação significativa entre adubação e espaçamento entre linhas, com relação aos componentes da produção e à produção de grãos das linhagens CNA 6881 e CNA 6891. O número de panículas por m^2 diminuiu, e o de grãos cheios por panícula aumentou com o aumento do espaçamento entre linhas (Fig. 2). O peso de 100 grãos não foi afetado significativamente por este tratamento.

A produção de grãos da linhagem CNA 6891, de porte baixo como o da CNA 6889, também diminuiu com o aumento do espaçamento entre linhas, em decorrência da redução do número de panículas por m^2 . Na linhagem CNA 6881, de porte mais alto, com o incremento do espaçamento entre linhas o número de panículas por m^2 diminuiu menos, e o número de grãos cheios por panícula aumentou mais, em relação à CNA 6891. Isto resultou numa compensação entre estes componentes, fazendo com que o espaçamento entre linhas não afetasse significativamente a produção de grãos dessa linhagem.

Os componentes da produção da linhagem CNA 6881 diminuíram com o aumento da adubação, sendo que o número de panículas por m^2 apresentou um máximo estimado em 325 kg/ha de 4-30-16, e depois diminuiu com o incremento da adubação (Fig. 3). Isto resultou no decréscimo da

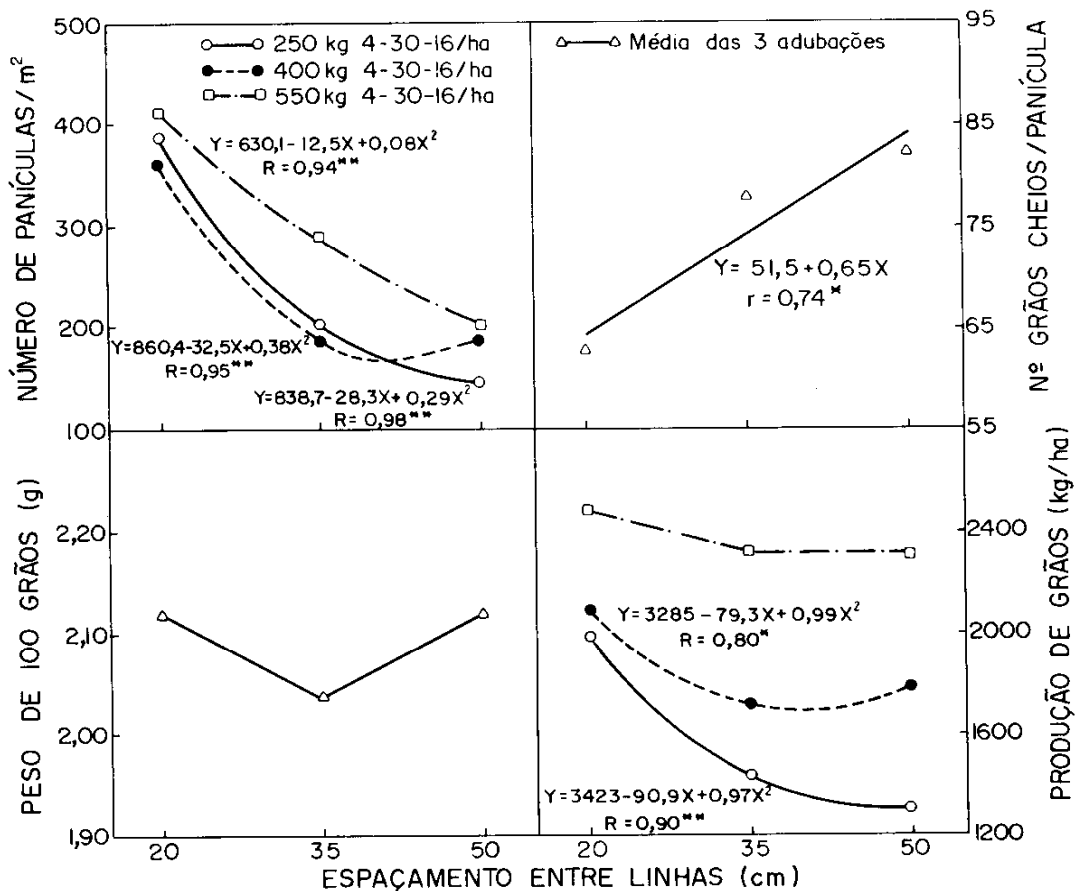


FIG. 1. Produção de grãos da linhagem de arroz CNA 6889, e seus componentes, em função do espaçamento entre linhas.

produção de grãos. O efeito negativo da adubação sobre a produção de grãos deveu-se à ocorrência, nos dois anos, da doença mancha-dos-grãos, que foi agravada pela adubação. Na linhagem CNA 6891, apenas o número de grãos cheios por panícula, entre os componentes da produção, foi afetado significativamente pela adubação, diminuindo com o aumento desta. A produção de grãos desta linhagem também diminuiu com o incremento da adubação, mas numa intensidade menor do que a da linhagem CNA 6881. Esta redução também foi devida à ocorrência de mancha-dos-grãos, mas na linhagem CNA 6891 esta doença se manifestou

com menos intensidade do que na CNA 6881. A adubação aplicada ao feijoeiro não afetou a produção de grãos das linhagens CNA 6881 e CNA 6891, nem seus componentes.

Nas cultivares Araguaia e Rio Paranaíba, houve interação entre ano e os tratamentos. No segundo cultivo, quando o solo estava mais corrigido, estas cultivares desenvolveram-se mais e apresentaram um comportamento, diante do espaçamento entre linhas, diferente do verificado nos outros anos. Nos demais cultivos, o desenvolvimento foi menor. No primeiro ano, em face da semeadura tardia, que reduziu o ciclo e fez com que a floração

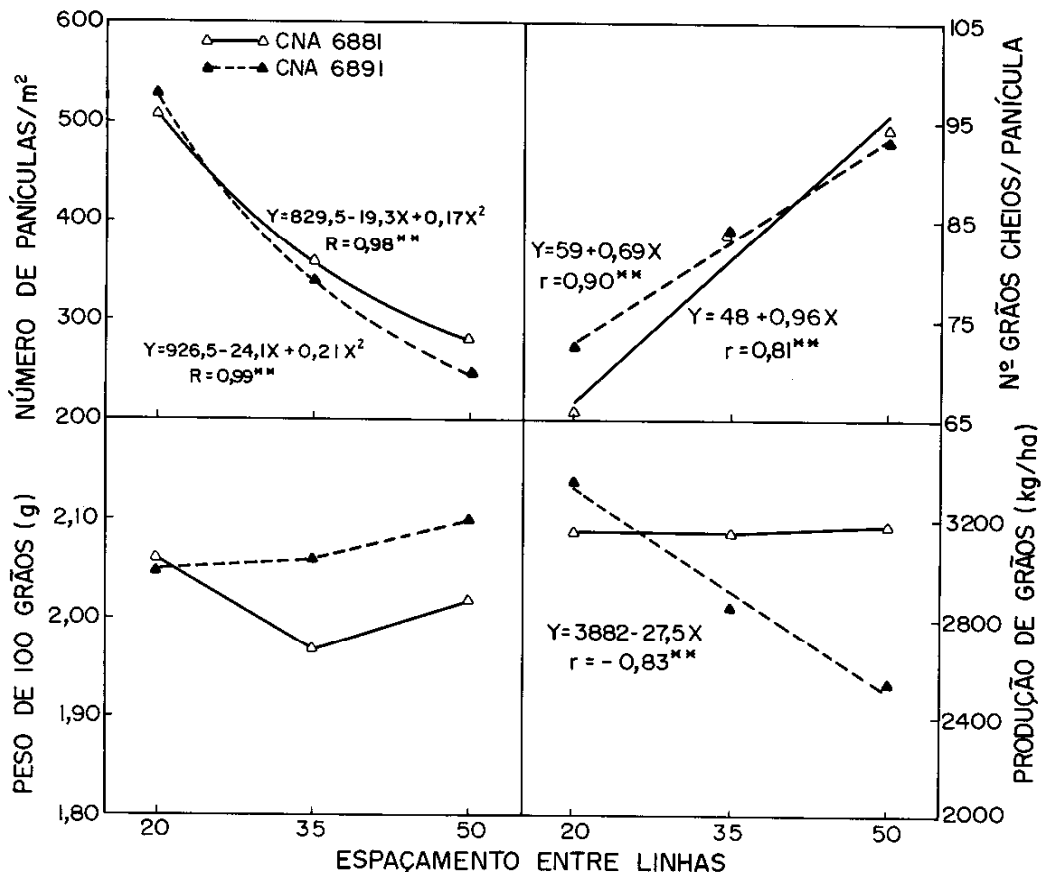


FIG. 2. Produção de grãos das linhagens de arroz CNA 6881 e CNA 6891 e seus componentes, em função do espaçamento entre linhas.

ocorresse em período de elevada demanda evapotranspirativa da atmosfera, aumentando a esterilidade de espiguetas mesmo com o aumento da frequência de irrigação. Além disso, apesar da calagem e da adubação aplicadas, a absorção de nutrientes ficou aquém do ideal. No terceiro e no quarto ano, o cultivo contínuo de arroz reduziu drasticamente sua produtividade. O cultivo contínuo causa, segundo Ventura et al. (1984), a "doença-do-solo", que reduz o crescimento e a produtividade do arroz de sequeiro. Resultados de seus estudos indicaram que fungos e nematóides não são a causa direta da "doença-do-solo" e que

está envolvida a interação de vários organismos. Nishio & Kusano (1975) observaram que uma associação entre exsudatos das raízes e microorganismos causaram efeitos inibitórios ao crescimento do arroz de sequeiro, e portanto concluíram que a "doença-do-solo" apresenta especificidade de cultura.

Desta maneira, os resultados relativos a estas cultivares foram discutidos considerando: a. os dados obtidos no segundo cultivo e b. a média dos dados obtidos nos demais cultivos.

Quanto ao segundo cultivo, observou-se que não houve interação significativa entre adubação e

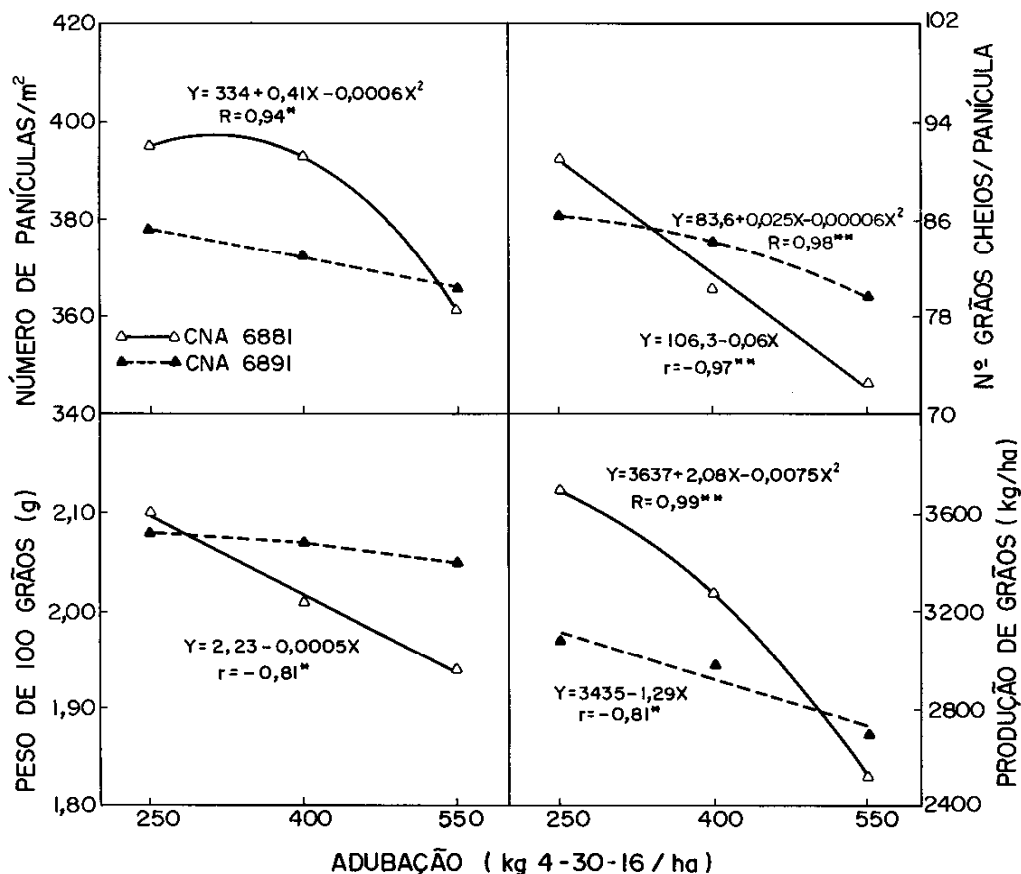


FIG. 3. Produção de grãos das linhagens de arroz CNA 6881 e CNA 6891 e seus componentes, em função da adubação.

espaçamento entre linhas com relação à produção de grãos da cultivar Araguaia e seus componentes. O número de panículas por m² diminuiu, e o de grãos cheios por panícula e o peso de 100 grãos aumentaram com o incremento do espaçamento entre linhas (Fig. 4). A produção de grãos também foi maior no espaçamento mais amplo. As plantas desta cultivar são altas, e com o aumento da competição entre elas pela redução do espaçamento entre linhas os colmos ficaram mais finos e ocorreu acamamento nos menores espaçamentos. O espaçamento mais amplo favoreceu o enchimento de maior número de grãos por panícula. A ocor-

rência de maior número de panículas por m² no menor espaçamento não conseguiu compensar esta situação. Santos (1990), para esta mesma cultivar, sob irrigação suplementar, obteve maiores produtividades com o espaçamento de 40 cm entre linhas. A adubação aplicada ao arroz não afetou significativamente a produção de grãos da cultivar Araguaia, nem os seus componentes, mas a aplicada anteriormente ao feijoeiro afetou o número de panículas por m² e a produção de grãos. Eles apresentaram maiores valores quando foi aplicada anteriormente no feijoeiro a maior dose de adubação, ou seja 500 kg/ha de 4-30-16 (Tabela 1).

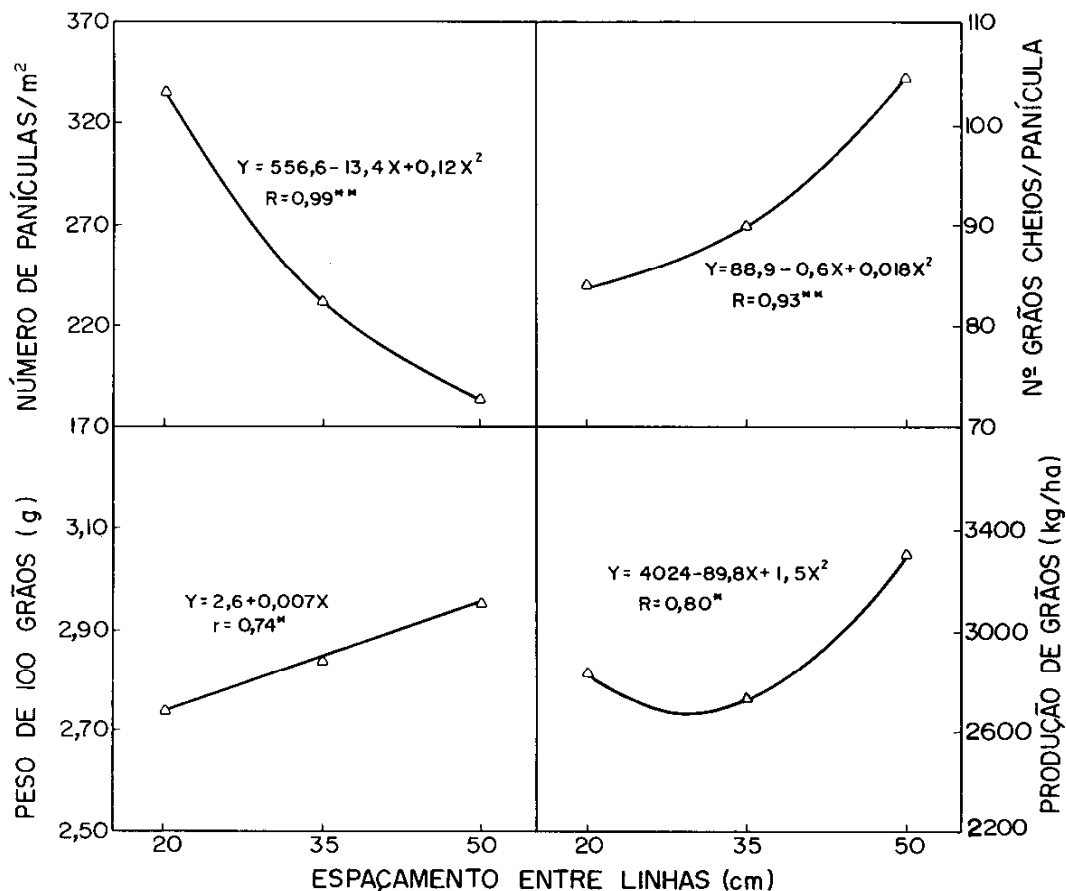


FIG. 4. Produção de grãos da cultivar de arroz Araguaia e seus componentes, em função do espaçamento entre linhas (2º cultivo).

TABELA 1. Produção de grãos das cultivares Rio Paranaíba e Araguaia e seus componentes, em duas doses de adubação aplicadas à cultura anterior (feijão), no segundo cultivo (1990/91).

Cultivar	Nº. panículas/m ²		Nº. grãos cheios/panícula		Peso de 100 grãos (g)		Produção de grãos (kg/ha)	
	A1 ¹	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Rio Paranaíba	237,5 a	247,3 a	98,1 a	93,0 a	3,17 a	3,20 a	3195 b	3692 a
Araguaia	234,2 b	270,4 a	91,5 a	94,1 a	2,88 a	2,81 a	2571 b	3333 a

Valores seguidos pela mesma letra, na horizontal, n/ao diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

¹ A1 = 300 kg da fórmula 4-30-16/ha.

A2 = 500 kg da fórmula 4-30-16/ha.

Considerando-se a média dos dados obtidos no primeiro, terceiro e quarto cultivos, observou-se que os componentes da produção da cultivar Araguaia apresentaram valores menores do que os observados no segundo cultivo, contribuindo para a sua menor produtividade naqueles cultivos (Fig. 5). Houve interação significativa entre espaçamento entre linhas e adubação, com relação ao número de panículas por m^2 .

Este componente da produção decresceu com o aumento do espaçamento. A adubação também o afetou. Com exceção do espaçamento de 20 cm entre linhas, onde não houve diferença significativa entre as doses de 250 e 550 kg/ha, o número de

panículas por m^2 foi maior quando foi utilizada a maior adubação. A produção e os seus demais componentes não foram afetados significativamente pela adubação. O espaçamento entre linhas, entretanto, afetou o número de grãos cheios por panícula e a produção de grãos, mas não afetou o peso de 100 grãos. O número de grãos cheios por panícula aumentou e a produção de grãos diminuiu com o incremento no espaçamento. O comportamento contrastante da produção de grãos, em relação ao espaçamento entre linhas, comparando-se o segundo cultivo com os demais, deve-se a diferenças no desenvolvimento das plantas. Com menor desenvolvimento, há menos competição

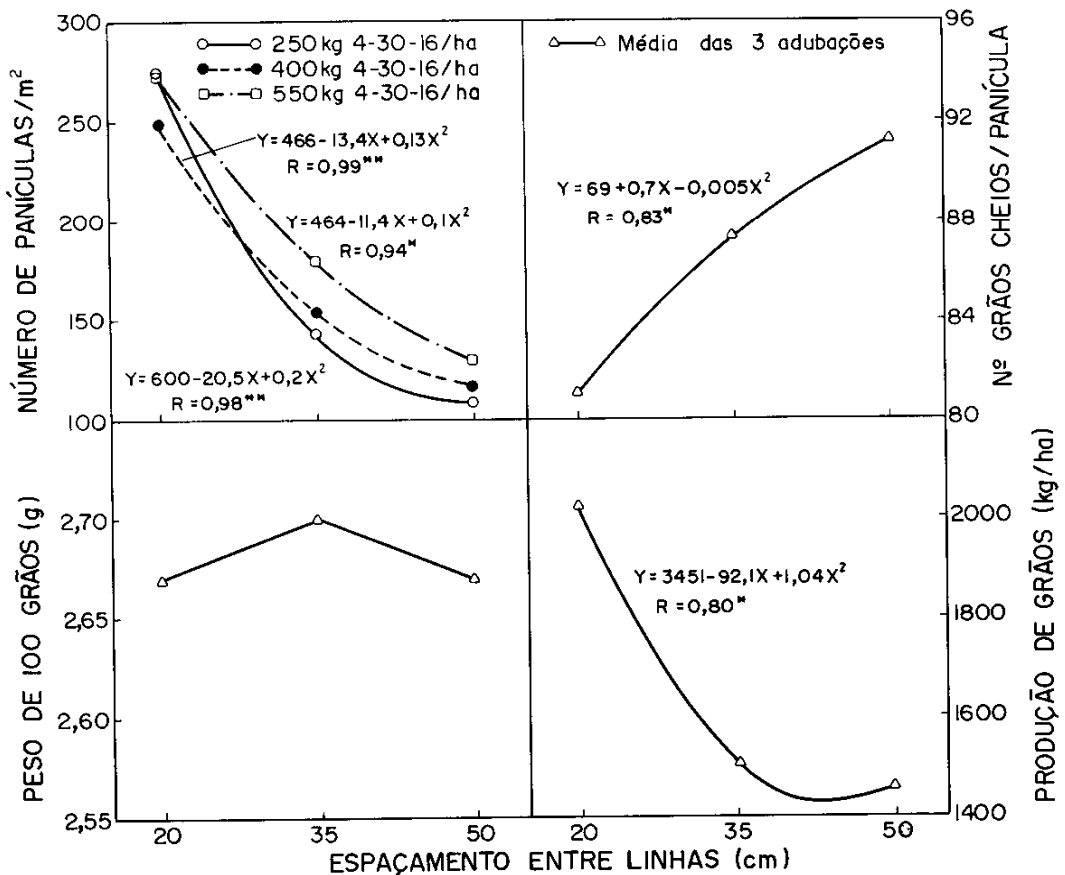


FIG. 5. Produção de grãos da cultivar de arroz Araguaia e seus componentes, em função do espaçamento entre linhas (média do 1º, 3º e 4º cultivos).

entre elas, menor sombreamento mútuo e, conseqüentemente, pode-se aumentar a população das plantas, reduzindo o espaçamento entre linhas. Com maior desenvolvimento das plantas, como no segundo cultivo, aumenta a competição e o auto-sombreamento, e as maiores produtividades são obtidas nos espaçamentos mais amplos.

Ao contrário do segundo cultivo, a adubação aplicada ao feijoeiro não afetou significativamente, nos dois últimos cultivos, a produtividade da cultivar Araguaia, nem seus componentes.

No segundo cultivo, houve interação significativa entre adubação e espaçamento entre linhas com relação ao número de panículas por m² da cultivar Rio Paranaíba. Este componente da produção diminuiu com o aumento do espaçamento, em todas as adubações (Fig. 6). Apenas no espa-

çamento de 20 cm entre linhas houve efeito significativo da adubação, verificando-se maior número de panículas por m² com a maior dose de adubo. O número de grãos cheios por panícula e o peso de 100 grãos não foram afetados significativamente pela adubação, e o espaçamento entre linhas afetou significativamente apenas o número de grãos cheios por panícula, que aumentou com o incremento desse. A interação entre adubação e espaçamento entre linhas foi significativa com relação à produção de grãos. Não houve diferença significativa entre as doses de 250 e 550 kg/ha, em nenhum dos espaçamentos estudados. Desta maneira, considerou-se a média das duas doses para efeito de análise. Verificou-se que a maior produção de grãos ocorreu no espaçamento de 50 cm entre linhas. Pelos mesmos motivos verificados na

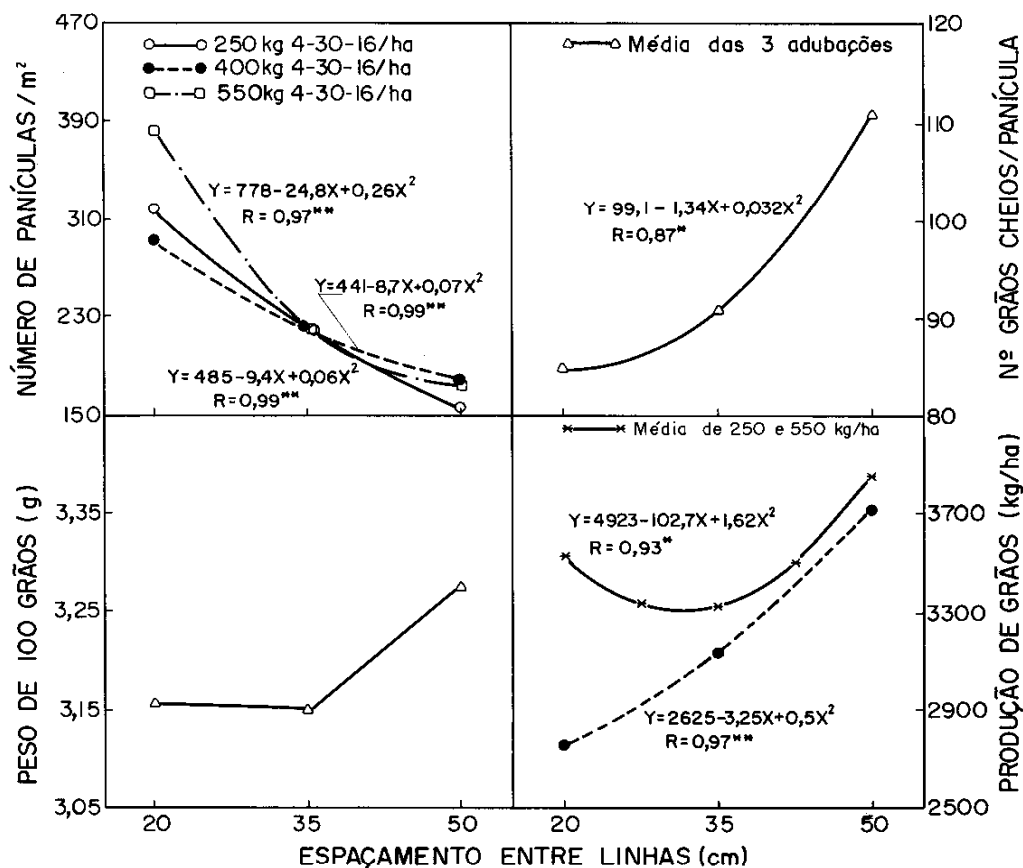


FIG. 6. Produção de grãos da cultivar de arroz Rio Paranaíba e seus componentes, em função do espaçamento entre linhas (2º cultivo).

cultivar Araguaia, ocorreu acamamento nos menores espaçamentos. A cultivar Rio Paranaíba produziu menos com a dose de 400 kg/ha, no espaçamento de 20 cm entre linhas, e não houve diferença significativa entre as doses de adubo nos demais espaçamentos. No espaçamento de 20 cm entre linhas, esta cultivar apresentou menor número de panículas na dose de 400 kg/ha de adubo, o que deve ter contribuído para a menor produtividade neste tratamento. A adubação aplicada ao feijoeiro não afetou significativamente os componentes de produção dessa cultivar, mas afetou sua produtividade, que foi maior quando foi aplicada a maior dose de adubo, isto é, 500 kg/ha, na cultura anterior.

Os componentes da produção da cultivar Rio Paranaíba, considerando-se a média do primeiro,

terceiro e quarto cultivo, apresentaram valores menores do que os observados no segundo cultivo e, conseqüentemente, a produtividade foi menor naqueles cultivos (Fig. 7). Houve interação significativa entre espaçamento entre linhas e adubação, com relação ao número de panículas por m². Este componente de produção apresentou maiores valores no menor espaçamento e com a maior adubação. O número de grãos cheios por panícula foi maior no espaçamento mais amplo. A adubação não o afetou significativamente nem o peso de 100 grãos. O peso também não foi afetado significativamente pelo espaçamento entre linhas. A produção de grãos, por sua vez, aumentou com a redução do espaçamento. Ela foi maior quando foi utilizada a maior adubação, com exceção do espaçamento de 20 cm entre linhas, onde não houve

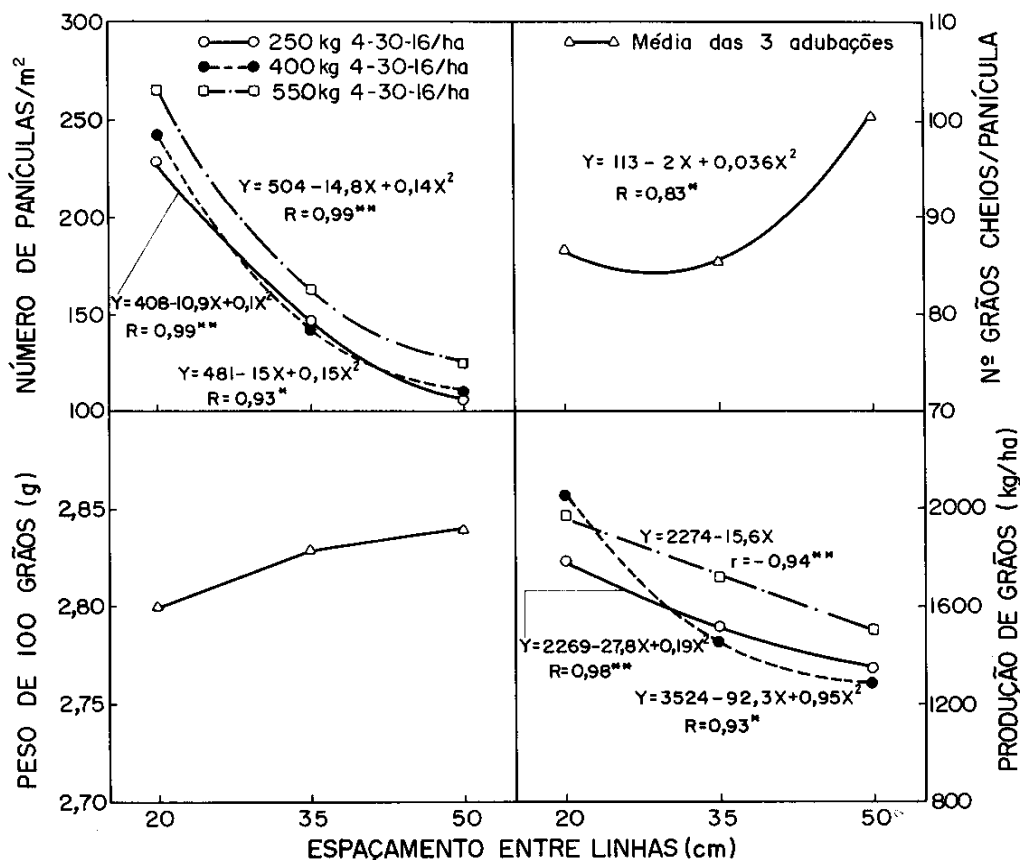


FIG. 7. Produção de grãos da cultivar de arroz Rio Paranaíba e seus componentes, em função do espaçamento entre linhas (média do 1º, 3º e 4º cultivos).

diferença significativa entre as doses de 400 e 550 kg/ha. Pelos mesmos motivos já discutidos para a cultivar Araguaia, este comportamento da produção de grãos foi diferente do verificado no segundo cultivo.

A adubação aplicada ao feijoeiro não afetou significativamente, nos dois últimos cultivos, a produtividade da cultivar Rio Paranaíba nem seus componentes.

Comparando-se as cultivares/linhagens quanto ao teor de nutrientes nas plantas (Tabela 2), observa-se que na linhagem CNA 6889 estavam em níveis considerados deficientes o N e o Ca e em nível crítico o K, o P e o MG. Os demais nutrientes analisados estavam em níveis adequados, segundo Fageria (1984). Esta linhagem foi cultivada apenas no primeiro ano, quando o solo não estava ainda adequadamente corrigido. Para as demais

cultivares/linhagens, os teores médios de todos os nutrientes, com exceção do P, estavam em níveis adequados. Isto foi consequência da aplicação de calcário e de fertilizantes ao longo dos cultivos, quer seja de arroz ou de feijão. Quanto ao P, mesmo as aplicações sucessivas deste elemento não elevaram seu teor nas plantas de arroz. As diferenças entre as cultivares/linhagens com relação à absorção de nutrientes decorreram da diferença na produção de matéria seca. As linhagens de sequeiro favorecido, CNA 6881 e CNA 6891, absorveram mais nutrientes do que as demais.

Tanto a adubação do feijoeiro como a do arroz afetaram muito pouco os teores dos elementos aplicados. O teor de K foi mais afetado, tendo as plantas apresentado maior teor deste nutriente nas maiores doses de adubação. Houve maior absorção de nutrientes no espaçamento de 20 cm entre

TABELA 2. Médias dos teores e quantidades de nutrientes absorvidos pelas cultivares/linhagens de arroz, nos diversos tratamentos.

Tratamentos	Unidade	Nutrientes									
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn	Fe	
Adubação da cultura anterior											
(kg 4-30-16/ha)											
300	% ou ppm ¹	1,65	0,14	2,09	0,27	0,20	43,0	4,9	97,1	237,6	
	kg/ha	103,8	9,2	136,8	16,9	12,9	0,28	0,03	0,67	1,38	
500	% ou ppm	1,62	0,14	2,11	0,26	0,20	41,6	4,6	98,9	225,1	
	kg/ha	105,2	9,2	140,0	16,6	12,9	0,27	0,03	0,66	1,33	
Adubação do arroz											
(kg 4-30-16/ha)											
250	% ou ppm	1,58	0,13	1,71	0,23	0,18	42,7	4,9	109,8	267,8	
	kg/ha	100,6	8,6	111,9	14,4	11,9	0,27	0,03	0,72	1,53	
400	% ou ppm	1,50	0,14	1,85	0,22	0,19	40,5	4,2	94,2	259,9	
	kg/ha	91,4	9,2	115,3	13,6	11,6	0,25	0,02	0,60	1,49	
500	% ou ppm	1,52	0,14	2,02	0,21	0,19	41,9	4,1	92,4	255,7	
	kg/ha	101,7	9,5	136,8	14,0	12,7	0,28	0,03	0,62	1,66	
Espaçamento entre linhas (cm)											
20	% ou ppm	1,43	0,14	1,85	0,22	0,19	41,5	4,1	100,6	215,7	
	kg/ha	118,3	11,9	156,9	18,1	15,5	0,35	0,03	0,86	1,67	
35	% ou ppm	1,54	0,14	1,79	0,22	0,19	41,1	4,3	91,1	242,3	
	kg/ha	94,7	8,5	111,0	13,4	11,5	0,25	0,03	0,56	1,42	
50	% ou ppm	1,63	0,13	1,94	0,22	0,19	42,5	4,8	104,6	325,6	
	kg/ha	80,8	6,8	96,1	10,4	9,2	0,21	0,02	0,51	1,59	
Cultivares/Linhagens Rio Paranaíba											
	% ou ppm	1,58	0,11	1,98	0,24	0,20	43,8	4,6	108,7	272,6	
	kg/ha	87,5	6,2	110,0	13,0	10,9	0,24	0,03	0,59	1,35	
Araguaia²											
	% ou ppm	1,61	0,14	1,76	0,24	0,19	41,2	4,3	89,1	294,6	
	kg/ha	86,4	7,6	95,7	12,3	10,4	0,22	0,02	0,49	1,54	
CNA 6881³											
	% ou ppm	1,47	0,16	2,00	0,24	0,18	41,8	5,0	103,4	173,0	
	kg/ha	121,1	13,7	167,6	20,2	14,7	0,36	0,04	0,90	1,38	
CNA 6891³											
	% ou ppm	1,62	0,14	2,27	0,24	0,21	43,2	4,6	98,6	227,8	
	kg/ha	119,3	10,6	168,6	17,8	15,5	0,32	0,04	0,77	1,66	
CNA 6889⁴											
	% ou ppm	1,32	0,15	1,18	0,12	0,15	34,6	3,6	87,8	310,0	
	kg/ha	87,9	10,0	79,2	7,6	10,2	0,23	0,02	0,58	2,00	

¹ N, P, K, Ca e Mg em %, demais em ppm

² Médias de quatro anos

³ Médias de dois anos

⁴ Dados de um ano

linhas, dada a maior população de plantas por área neste espaçamento.

CONCLUSÕES

1. À medida que o espaçamento entre linhas foi reduzido, aumentou o número de panículas por m² e diminuiu o número de grãos cheios por panícula. Dependendo da cultivar e das condições ambientais, ora prevaleceu um, ora outro, na definição da produção de grãos. O peso dos grãos não foi afetado pelo espaçamento.

2. O número de panículas por m² foi o componente da produção mais afetado pela adubação.

3. O efeito da adubação aplicada ao arroz sobre a produção de grãos dependeu da cultivar. De maneira geral, ela aumentou a produtividade das linhagens CNA 6889 e da cultivar Rio Paranaíba, e não afetou a da cultivar Araguaia. Ela reduziu a das linhagens CNA 6881 e CNA 6891, pelo fato de agravar o problema de doença.

4. A adubação aplicada ao feijoeiro afetou apenas a produtividade das cultivares Rio Paranaíba e Araguaia, no segundo ano de cultivo, aumentando-a com o incremento da dose.

5. Sob irrigação suplementar, genótipos de arroz de sequeiro favorecido, de porte baixo, com folhas curtas e eretas, produziram mais no espaçamento de 20 cm entre linhas. O mesmo se verificou com cultivares de sequeiro tradicional, quando ocorreram estresses que limitaram o seu desenvolvimento. Em condições normais de desenvolvimento, estas cultivares produziram mais em espaçamento mais amplo.

6. Tanto a adubação do feijoeiro como a do arroz afetaram muito pouco os teores nas plantas dos elementos aplicados. Maior absorção de nutrientes ocorreu no espaçamento de 20 cm entre linhas e com as linhagens de sequeiro favorecido, CNA 6881 e CNA 6891.

REFERÊNCIAS

AKKARI, K.H.; TALBERT, R.E.; FERGUSON, J.A.; GILMOUR, J.T.; KHODAYARI, K. Herbicides and seeding rate effects on sprinkler-irrigated rice. *Agronomy Journal*, Madison, v.78, p.927-929, 1986.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. *Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª. aproximação*. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Convênio. Informativo Técnico, 1).

FAGERIA, N.K. *Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz*. Rio de Janeiro: Campus/EMBRAPA, 1984. 341p.

NISHIO, M.; KUSANO, S. Effect of root residues on the growth of upland rice. *Soil Science and Plant Nutrition*, Tokyo, n.21, p.391-395, 1975.

OLIVEIRA, A.B. de; BRANDÃO, S.S.; CONDE, A.R.; GIUDICE, R.M. del. Espaçamento entre fileiras e densidade de plantio em dois cultivares de arroz, sob irrigação por aspersão. *Revista Ceres*, Viçosa, v.24, n.135, p.427-444, 1977.

PACHECO, A.R. *Efeito do espaçamento e densidade de plantio sobre a produtividade de quatro cultivares de arroz sob irrigação por aspersão*. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1989. 5p. (EMBRAPA. PNP de Arroz. Projeto 00186048/5). Relatório Final.

PINHEIRO, B. da 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.

SANT'ANA, E.P. Cultivo do arroz irrigado por aspersão. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.14, n.161, p.71-75, 1989.

SANTOS, A.B. dos. *Comportamento de cultivares de arroz de sequeiro em diferentes populações de plantas, com e sem irrigação suplementar*. Piracicaba: ESALQ, 1990. 94p. Tese de Doutorado.

STEPONKUS, P.L.; CUTLER, J.M.; O'TOOLE, J.C. Adaptation to water stress in rice. In: TURNER, N.C.; KRAMER, P.J. (Eds.). *Adaptation of plants to water and high temperatures stress*. New York: John Wiley, 1980. p.401-418.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. da. *Tensão da água do solo e produtividade do arroz*. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1986. 6p. (EMBRAPA-CNPAF. Comunicado Técnico, 19).

VENTURA, W.; WATANABE, I.; KOMADA, H.; NISHIO, M.; DE LA CRUZ, A.; CASTILLO, M. *Soil sickness caused by continuous cropping of upland rice, mungbean, and other crops*. Manila: IRRI, 1984, 13p. (IRRI Research Paper Series, 99).