

NÍVEIS DE DANO ECONÔMICO PARA DECISÕES DE CONTROLE DE GENÓTIPO SIMULADOR DE ARROZ-VERMELHO EM ARROZ IRRIGADO

ECONOMIC THRESHOLDS FOR CONTROL DECISIONS OF RICE GENOTYPE MIMICKING RED RICE IN FLOODED RICE

AGOSTINETTO, Dirceu¹; FLECK, Nilson. G.²; RIZZARDI, Mauro. A.¹; BIANCHI, Mario A.¹; MENEZES, Valmir G.³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi definir níveis de dano econômico (NDE) para a cultivar de arroz EEA 406, usada como simuladora de arroz-vermelho, em arroz irrigado, calculados na base de um único ano, e suas alterações em função dos fatores populações de plantas da competidora, cultivares de arroz e épocas de aplicação de adubo nitrogenado na cultura. Conduziu-se um experimento a campo no ano agrícola 2001/02 em delineamento completamente casualizado e com uma unidade experimental por combinação de fatores. Foram testadas, cultivares de arroz (BRS-38 Ligeirinho, IRGA 417 e BR-IRGA 409), épocas de aplicação do adubo nitrogenado (N) (sem adubação nitrogenada; 100% do N incorporado na semeadura; 50% do N incorporado na semeadura e 50% aplicado no início da diferenciação da panícula (IDP); e, 100% do N aplicado no IDP) e populações (oito níveis) de plantas da cultivar de arroz EEA 406. A época de realização da adubação nitrogenada afetou a habilidade competitiva das cultivares de arroz. Os NDE variaram em função dos fatores cultivares de arroz e épocas de aplicação do adubo nitrogenado. A antecipação da adubação nitrogenada para a época de semeadura geralmente aumentou os NDE para as cultivares BRS-38 Ligeirinho e IRGA 417, enquanto o fracionamento da adubação tendeu a aumentar os NDE para a cultivar BR-IRGA 409. Incrementos no rendimento de grãos, no preço do arroz e na eficiência herbicida diminuíram os valores de NDE, enquanto, aumentos no custo do controle químico e da adubação nitrogenada aumentaram os NDE.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, modelos matemáticos, competição, cultivares.

INTRODUÇÃO

As maiores perdas de rendimento de grãos do arroz irrigado, decorrentes da interferência de plantas daninhas na cultura, são causadas pelo arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.). O arroz-vermelho afeta o crescimento da cultura de modo direto e indireto; enquanto os efeitos diretos são devidos, principalmente, à competição por recursos limitantes, os efeitos indiretos incluem dificuldade de colheita, contaminação dos grãos colhidos e hospedagem de organismos pragas que atacam a cultura (AGOSTINETTO et al., 2001).

A possibilidade de controle de arroz-vermelho pelo uso de herbicidas seletivos em arroz irrigado permite ao orizicultor aumentar a área de cultivo e reduzir as perdas de rendimento de grãos. No entanto, o controle químico do arroz-vermelho pode representar um componente significativo do custo de produção, afetando a lucratividade da produção agrícola. Além disso, as preocupações crescentes com o potencial impacto ambiental causado pelos herbicidas tem incentivado reduções no seu uso intensivo. Isso conduz a uma mudança no sistema de cultivo, onde, em vez de se buscar a erradicação das plantas daninhas, a ênfase atual é o manejo de suas

populações com base no conceito de nível de dano econômico (NDE).

O NDE é definido como sendo a população de plantas daninhas em que o valor monetário do ganho em rendimento da cultura, obtido pelo controle das mesmas, iguala-se ao custo do controle adotado (OLIVER, 1988; COBLE & MORTENSEN, 1992; LINDQUIST et al., 1996). O cálculo do NDE normalmente envolve o uso de equações de regressão, ou funções de dano, as quais relacionam a perda de rendimento da cultura à alguma medida de infestação das plantas daninhas na época de aplicar o controle em pós-emergência (WEAVER, 1991). O NDE depende da espécie daninha, da sua população, da época de emergência da planta daninha em relação à cultura, do potencial de rendimento da cultura, do preço do produto, da eficácia do controle e do custo do controle (OLIVER, 1988). Além disso, a utilização do nível de dano é limitada por sua dependência na precisão em se estabelecer a relação de competição plantas daninhas-cultura (função dano), sobre a qual se baseia o conceito (KNEZEVIC et al., 1994).

A decisão de controlar ou não as plantas daninhas requer completo discernimento quantitativo quanto aos seus efeitos sobre o rendimento da cultura, necessitando-se investigar as relações de interferência plantas daninhas-cultura e os fatores que alteram tal relacionamento. Dentre os fatores que afetam a competição plantas daninhas-culturas destacam-se alguns relacionados as práticas de manejo adotadas. A utilização de cultivares com maior habilidade competitiva e a aplicação de adubo nitrogenado na época adequada podem reduzir a intensidade de competição das plantas daninhas, elevando o NDE e minimizando a necessidade de adoção de medidas de controle.

A disponibilidade destas informações pode desempenhar uma função importante no sentido de substituir o manejo que depende fundamentalmente de agroquímicos, para um sistema que se baseia no conhecimento ecofisiológico. Assim, a aplicação de níveis de dano na tomada de decisão para controle de plantas daninhas poderá contribuir para a racionalização no uso de herbicidas.

O objetivo deste trabalho foi definir níveis de dano econômico para a cultivar de arroz EEA 406, usada como simuladora de arroz-vermelho, em arroz irrigado, calculados na base de um único ano, e as alterações que sofre em função dos fatores população de plantas, cultivares de arroz e épocas de aplicação de adubo nitrogenado na cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento em campo, na Estação Experimental do Arroz, pertencente ao Instituto Rio-Grandense

¹ Eng. Agr., M.Sc., Aluno do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRGS, Caixa Postal 15100, 91501-970, Porto Alegre-RS <agostinnetto@ig.com.br>.

² Eng. Agr., Ph.D., Prof. da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Bolsista do CNPq.

³ Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador do Instituto Rio-Grandense do Arroz, Cachoeirinha-RS.

do Arroz (IRGA), no Município de Cachoeirinha, RS, no ano agrícola 2001/02. O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, com tratamentos arranjados em esquema fatorial e com uma unidade experimental por combinação de fatores. Foram testadas três cultivares de arroz (BRS-38 Ligeirinho, ciclo muito curto; IRGA 417, ciclo curto; e, BR-IRGA 409, ciclo médio), quatro épocas de aplicação do adubo nitrogenado (N) (sem adubação nitrogenada, 100% do N incorporado na sementeira; 50% do N incorporado na sementeira e 50% aplicado no início da diferenciação da panícula (IDP); e, 100% do N aplicado no IDP) e oito populações (0 a 76 plantas m⁻²) de plantas da cultivar de arroz EEA 406, a qual, por apresentar características morfológicas semelhantes às do arroz-vermelho, exerceu a função de simuladora deste. A não utilização do próprio arroz-vermelho como infestante natural deve-se ao nível geralmente elevado de dormência de suas sementes (AGOSTINETTO et al., 2001), o que leva à emergência desuniforme, dificultando o estabelecimento de populações pré-determinadas no tempo e no espaço.

O preparo do solo foi realizado pelo sistema convencional de cultivo. A adubação do solo foi realizada pela aplicação de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, distribuídos a lanço e incorporados com grade de disco. Como adubação nitrogenada utilizou-se 100 kg de N ha⁻¹, na forma de uréia, fracionado de acordo com os tratamentos. A incorporação do adubo nitrogenado, nos tratamentos com aplicação na sementeira, foi realizada junto às linhas de sementeira. Já, a aplicação do adubo nitrogenado no estádio de IDP, foi efetuada a lanço e em presença de lâmina de água.

As unidades experimentais ocuparam áreas de 10 m² cada. A sementeira foi realizada em 06/11/2001, utilizando-se sementeira para experimentos, com espaçamento entrelinhas de 20 cm e densidade de sementeira de 400 sementes aptas m⁻². A cultivar simuladora foi semeada em sentido transversal às linhas do arroz cultivado, com o mesmo equipamento e espaçamento entrelinhas. O controle de plantas daninhas foi realizado pela aplicação da mistura em tanque dos herbicidas propanil (2160 g ha⁻¹) e quinclorac (300 g ha⁻¹). As demais práticas de manejo foram realizadas de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado (EMBRAPA, 1999).

A população de plantas da cultivar simuladora foi avaliada aos 18 e 32 dias após a emergência da cultura (DAE) do arroz cultivado, mediante contagem em duas áreas de 0,25 m² por unidade experimental. O rendimento de grãos do arroz irrigado foi determinado pela colheita das panículas de arroz na área útil de (5,4 m²) de cada unidade experimental, quando o teor de umidade dos grãos de cada cultivar atingiu aproximadamente 22%. A exceção a este procedimento foi a cultivar BRS-38 Ligeirinho, em que a área colhida variou de 0,5 a 2 m², devido à determinação dos componentes do rendimento da cultivar simuladora, a qual apresenta ciclo longo de desenvolvimento, e ao dano causado à parte das parcelas pelo ratão-do-banhado (*Myocastor coypus* Molina), cujo ataque ocorreu a partir do estádio de IDP. Por ocasião da pesagem dos grãos, também foi determinada sua umidade, sendo os pesos corrigidos para teor de 13% de umidade.

As relações entre perdas percentuais de produtividade de grãos do arroz cultivado e populações de plantas da cultivar simuladora foram determinadas separadamente para cada cultivar e época da adubação nitrogenada, ajustando-se os dados ao modelo de regressão não linear da hipérbole retangular, proposto por Cousens (1985).

$$Pr = \frac{(i.X)}{[1 + (i/a).X]} \quad (1)$$

onde: Pr = perda de produtividade (%); X = população da cultivar simuladora de arroz-vermelho; i = perda de produtividade (%) quando o valor da população se aproxima de zero; a = perda de produtividade (%) quando o valor da população tende ao infinito.

O ajuste dos dados ao modelo foi realizado através do procedimento *Proc Nlin* do programa computacional SAS (SAS, 1989). Para o procedimento de cálculos, utilizou-se o método de Gauss-Newton, o qual, por sucessivas iterações, estima os valores dos parâmetros nos quais a soma dos quadrados dos desvios das observações, em relação aos valores ajustados, seja mínima (RATKOWSKY, 1983). Nos casos em que a estimativa para o parâmetro a foi superestimada, o valor da assíntota foi limitada para 100%. Esse procedimento é recomendado visando evitar a obtenção de perdas de produtividade superiores a 100%, os quais são biologicamente irreais (YENISH et al., 1997; ASKEW & WILCUT, 2001). O valor da estatística F, ao nível de 5% de probabilidade, foi utilizado como critério de ajuste dos dados ao modelo. O critério de aceitação do melhor ajuste dos dados ao modelo baseou-se no coeficiente de determinação (R²) e na soma de quadrados do resíduo (SQR), de modo que maior valor do primeiro e menor valor do segundo representaram ajuste superior.

Os níveis de dano econômico foram calculados com base na Equação 2, adaptada de LINDQUIST & KROPPF (1996), utilizando-se as estimativas do parâmetro i obtidas a partir da Equação 1:

$$NDE = \frac{(Cc)}{[R * P * (\frac{i}{100}) * (\frac{H}{100})]} \quad (2)$$

onde: NDE = nível de dano econômico (plantas m⁻²); Cc = custo do controle (herbicida e aplicação, em dólares ha⁻¹); R = rendimento de grãos de arroz (kg ha⁻¹); P = preço do arroz (dólares kg⁻¹ de grãos); i = perda (%) de rendimento do arroz por unidade de planta competidora quando o nível populacional se aproxima de zero e H = nível de eficiência do herbicida (%). Nas simulações dos NDE como função do fator adubação nitrogenada (Cn), o custo da adubação (preços do adubo e da aplicação, em dólares ha⁻¹) foi acrescido ao numerador da Equação 2.

Para as variáveis Cc, Cn, R, P e H (Equação 2) foram estimados três valores, com base em dados médios dos últimos 10 anos para lavouras orizícolas no Estado do RS (IRGA, 2002), ou obtidos nas recomendações para a cultura (EMBRAPA, 1999). Assim, ao custo de controle (Cc) corresponderam valores de 45, 55 e 65 dólares ha⁻¹; ao custo da adubação nitrogenada (Cn), valores de 22, 26 e 30 dólares para 36 kg N ha⁻¹; ao rendimento de grãos (R), valores de 3200, 5200 e 7200 kg ha⁻¹; ao preço do produto (P), valores de 7, 10 e 13 dólares por saca de 50 kg e, ao nível de eficiência do herbicida (H), valores de 80, 90 e 100%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira avaliação, maiores valores estimados para o parâmetro i estiveram associados às cultivares BRS-38 Ligeirinho e IRGA 417 quando a adubação nitrogenada foi

aplicada em cobertura, seja fracionada ou em dose única, comparativamente à aplicação na semeadura (Tabela 1). Sendo o parâmetro i um índice válido para comparar competitividades relativas entre espécies (SWINTON et al., 1994), quanto menor for o valor estimado para i , menor é a habilidade competitiva do genótipo concorrente na associação. Assim, os resultados indicam, para as duas cultivares, que a antecipação da aplicação do adubo nitrogenado favoreceu a habilidade competitiva das mesmas. Já, para a cultivar BR-IRGA 409, verificou-se aumento no valor de i para adubação realizada na semeadura, comparativamente à adubação aplicada em cobertura.

Quando não foi suplementado nitrogênio, a cultivar de ciclo muito curto BRS-38 Ligeirinho foi a mais prejudicada em sua habilidade competitiva e a cultivar de ciclo médio BR-IRGA 409 foi a menos afetada, enquanto IRGA 417, posicionou-se intermediária às outras duas (Tabela 1). Quando o N foi suplementado em cobertura, a cultivar mais beneficiada em habilidade competitiva foi BR-IRGA 409 e a menos favorecida foi IRGA 417, ocupando BRS-38 Ligeirinho uma posição mais intermediária. Já, quando o adubo nitrogenado foi aplicado na semeadura, IRGA 417 mostrou melhor desempenho em habilidade competitiva, seguida por BRS-38 Ligeirinho e, por fim, por BR-IRGA 409. Esses resultados parecem indicar que, para cultivares de ciclo muito

curto ou curto, o adubo nitrogenado deveria ser aplicado todo na semeadura, enquanto para cultivares de ciclo médio seria indicado fracioná-lo metade na semeadura e metade em cobertura.

Para a cultivar IRGA 417, quando o adubo nitrogenado foi aplicado em cobertura, e para a BR-IRGA 409, para quaisquer das épocas de adubação, o dano causado por competição, pela presença do genótipo concorrente EEA 406, superou aquele advindo da falta de adubo nitrogenado. Esses resultados demonstram haver grande concorrência entre os genótipos quando competem pelo recurso em questão que, aparentemente, beneficiou mais ao EEA 406 do que às cultivares antes referidas.

Na segunda avaliação, os maiores valores estimados para o parâmetro i , para as cultivares IRGA 417 e BR-IRGA 409, foram verificados quando a adubação foi realizada em cobertura (Tabela 1). Estes resultados demonstram que a aplicação da adubação nitrogenada na semeadura ou de modo fracionado aumenta a habilidade competitiva das cultivares em relação ao genótipo competidor. Para a cultivar BRS-38 Ligeirinho, os efeitos da adubação nitrogenada foram variados, sendo maior a habilidade competitiva da cultivar simuladora quando o nitrogênio foi aplicado de modo fracionado.

Tabela 1 - Perda de rendimento de grãos de arroz irrigado em função da cultivar, da época de aplicação do adubo nitrogenado e da população da cultivar EEA 406, simuladora de arroz-vermelho, em duas épocas de avaliação, IRGA/Cachoeirinha-RS, 2001/02.

Cultivar/época da adubação nitrogenada	Perda (%) de rendimento ¹	R ²
18 DAE ²		
BRS-38 / sem adubação	$(5,34 \cdot X) / (1 + ((5,34/65) \cdot X))$	0,75
BRS-38 / 100% semeadura	$(1,54 \cdot X) / (1 + ((1,54/100) \cdot X))$	0,50
BRS-38 / 50% semeadura + 50% IDP ³	$(3,47 \cdot X) / (1 + ((3,47/36) \cdot X))$	0,35
BRS-38 / 100% IDP	$(3,10 \cdot X) / (1 + ((3,10/36) \cdot X))$	0,54
IRGA 417 / sem adubação	$(1,51 \cdot X) / (1 + ((1,51/100) \cdot X))$	0,90
IRGA 417 / 100% semeadura	$(1,25 \cdot X) / (1 + ((1,25/100) \cdot X))$	0,89
IRGA 417 / 50% semeadura + 50% IDP	$(4,22 \cdot X) / (1 + ((4,22/31) \cdot X))$	0,58
IRGA 417 / 100% IDP	$(4,17 \cdot X) / (1 + ((4,17/68) \cdot X))$	0,64
BR-IRGA 409 / sem adubação	$(0,94 \cdot X) / (1 + ((0,94/100) \cdot X))$	0,89
BR-IRGA 409 / 100% semeadura	$(1,87 \cdot X) / (1 + ((1,87/70) \cdot X))$	0,73
BR-IRGA 409 / 50% semeadura + 50% IDP	$(1,25 \cdot X) / (1 + ((1,25/100) \cdot X))$	0,77
BR-IRGA 409 / 100% IDP	$(1,74 \cdot X) / (1 + ((1,74/100) \cdot X))$	0,88
32 DAE		
BRS-38 / sem adubação	$(6,86 \cdot X) / (1 + ((8,86/53) \cdot X))$	0,75
BRS-38 / 100% semeadura	$(1,23 \cdot X) / (1 + ((1,23/100) \cdot X))$	0,76
BRS-38 / 50% semeadura + 50% IDP	$(3,58 \cdot X) / (1 + ((3,58/37) \cdot X))$	0,45
BRS-38 / 100% IDP	$(1,15 \cdot X) / (1 + ((1,15/100) \cdot X))$	0,67
IRGA 417 / sem adubação	$(0,97 \cdot X) / (1 + ((0,97/100) \cdot X))$	0,90
IRGA 417 / 100% semeadura	$(1,25 \cdot X) / (1 + ((1,25/100) \cdot X))$	0,88
IRGA 417 / 50% semeadura + 50% IDP	$(1,37 \cdot X) / (1 + ((1,37/100) \cdot X))$	0,65
IRGA 417 / 100% IDP	$(1,95 \cdot X) / (1 + ((1,95/100) \cdot X))$	0,85
BR-IRGA 409 / sem adubação	$(0,51 \cdot X) / (1 + ((0,51/100) \cdot X))$	0,55
BR-IRGA 409 / 100% semeadura	$(1,35 \cdot X) / (1 + ((1,35/78) \cdot X))$	0,60
BR-IRGA 409 / 50% semeadura + 50% IDP	$(1,30 \cdot X) / (1 + ((1,30/100) \cdot X))$	0,67
BR-IRGA 409 / 100% IDP	$(1,98 \cdot X) / (1 + ((1,98/78) \cdot X))$	0,71

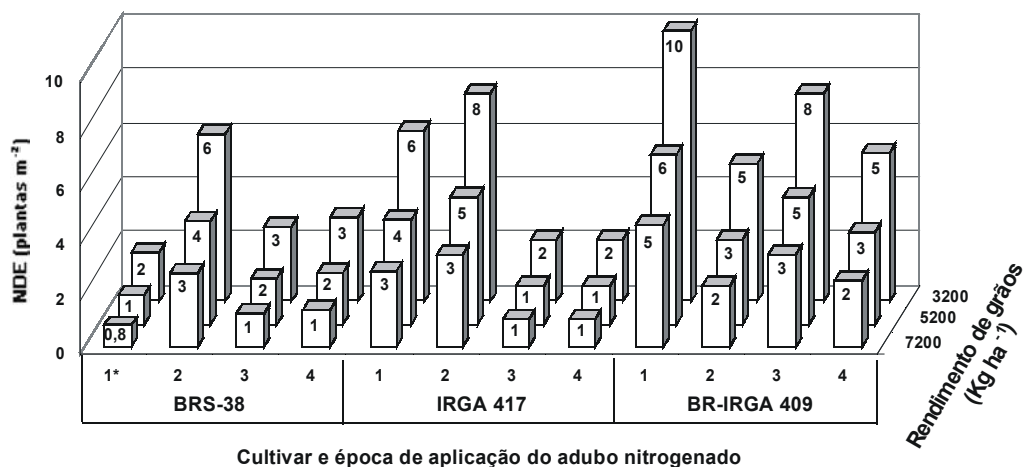
¹ Estimada através do modelo de regressão da hipérbole retangular (Cousens, 1985).

² Dias após a emergência da cultura.

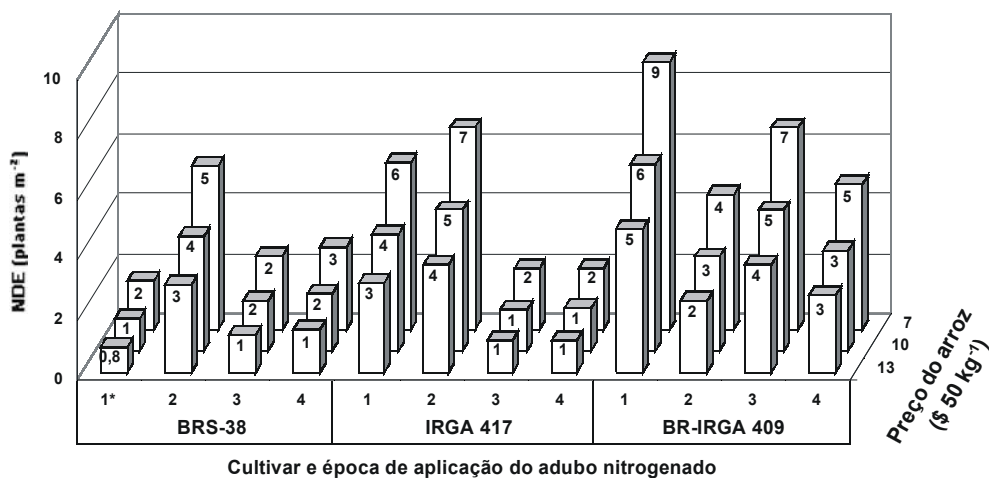
³ Início da diferenciação da panícula do arroz irrigado.

A adição de nitrogênio aumentou em 56,7 e 202% os valores de i , para as cultivares IRGA 417 e BR-IRGA 409, respectivamente, quando comparados à ausência de adubação. Assim, de modo semelhante ao verificado na primeira avaliação, estes resultados demonstram ocorrer

aumento na competição quando da aplicação do nitrogênio, sendo mais favorecida a cultivar simuladora EEA-406. Já, para a cultivar BRS-38 Ligeirinho, a adubação nitrogenada reduziu sua habilidade competitiva em relação ao genótipo competidor.



- * 1 = sem adubação.
- 2 = 100% do nitrogênio aplicado na semeadura.
- 3 = 50 % do nitrogênio aplicado na semeadura e 50% no início da diferenciação da panícula (IDP).
- 4 = 100 % do nitrogênio aplicado no IDP.

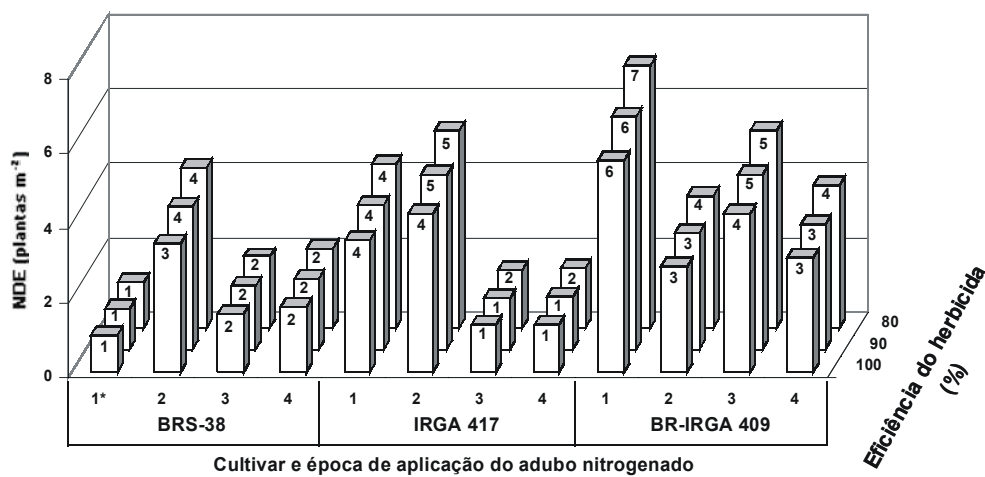


- * 1 = sem adubação.
- 2 = 100% do nitrogênio aplicado na semeadura.
- 3 = 50 % do nitrogênio aplicado na semeadura e 50% no início da diferenciação da panícula (IDP).
- 4 = 100 % do nitrogênio aplicado no IDP.

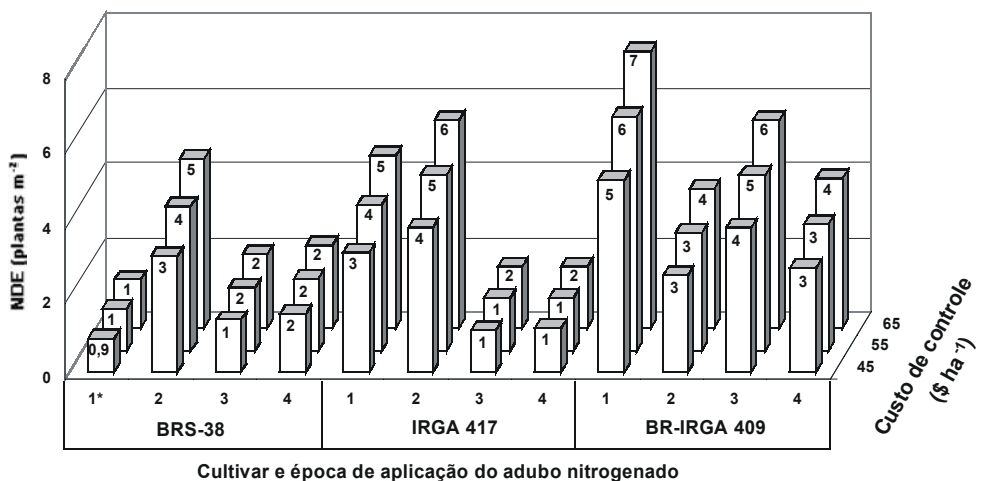
Figura 1 - Influência do rendimento de grãos e do preço do arroz no nível de dano econômico (NDE) para arroz irrigado em função da cultivar, da época de aplicação do adubo nitrogenado e da população da cultivar EEA 406, simuladora de arroz-vermelho, aos 18 dias após a emergência, IRGA/Cachoeirinha-RS, 2001/02.

A variação verificada entre cultivares, para habilidade competitiva, pode decorrer de características inerentes às mesmas, como ciclo, conforme foi comentado anteriormente (SMITH Jr., 1974; MENEZES & SILVA, 1998) e/ou a diferenças intrínsecas na habilidade de absorção e metabolização do nitrogênio. Neste sentido, VAHL (1991) verificou diferenças na capacidade de absorção e de utilização de nutrientes entre genótipos de arroz. Já, EBERHARDT et al.

(1999) constataram que a adubação nitrogenada aplicada no início do desenvolvimento da panícula de arroz beneficia mais o arroz-vermelho do que o arroz cultivado, em função da maior eficiência daquele na absorção e na utilização do nitrogênio. Além disso, a estimativa do rendimento de grãos em áreas entre 0,5 e 2,0 m² em parcelas da cultivar BRS-38 Ligeirinho, pode ter influenciado a precisão em medir a interferência causada pelo genótipo simulador de arroz-vermelho.



* 1 = sem adubação.
 2 = 100% do nitrogênio aplicado na sementeira.
 3 = 50 % do nitrogênio aplicado na sementeira e 50% no início da diferenciação da panícula (IDP).
 4 = 100 % do nitrogênio aplicado no IDP.



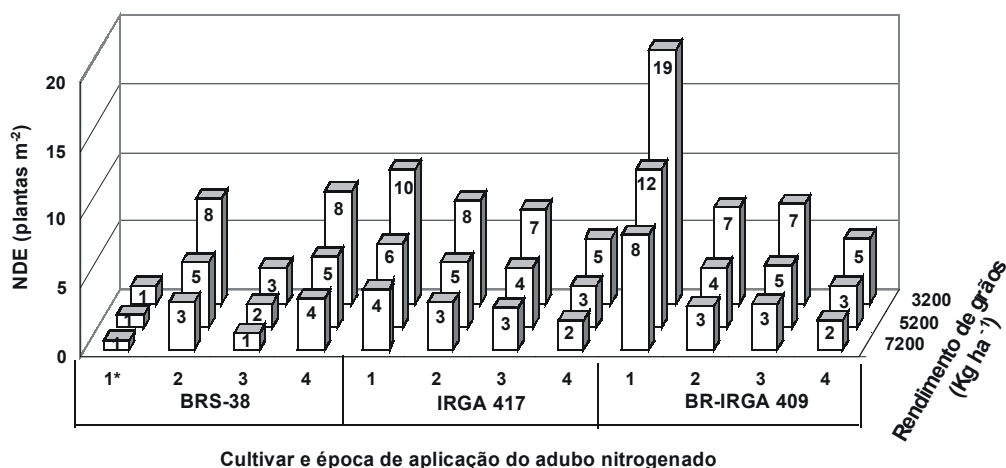
* 1 = sem adubação.
 2 = 100% do nitrogênio aplicado na sementeira.
 3 = 50 % do nitrogênio aplicado na sementeira e 50% no início da diferenciação da panícula (IDP).
 4 = 100 % do nitrogênio aplicado no IDP.

Figura 2 - Influência da eficiência do herbicida e do custo do controle químico no nível de dano econômico (NDE) para arroz irrigado, em função da cultivar, da época de aplicação do adubo nitrogenado e da população da cultivar EEA 406, simuladora de arroz-vermelho, aos 18 dias após a emergência, IRGA/Cachoeirinha-RS, 2001/02.

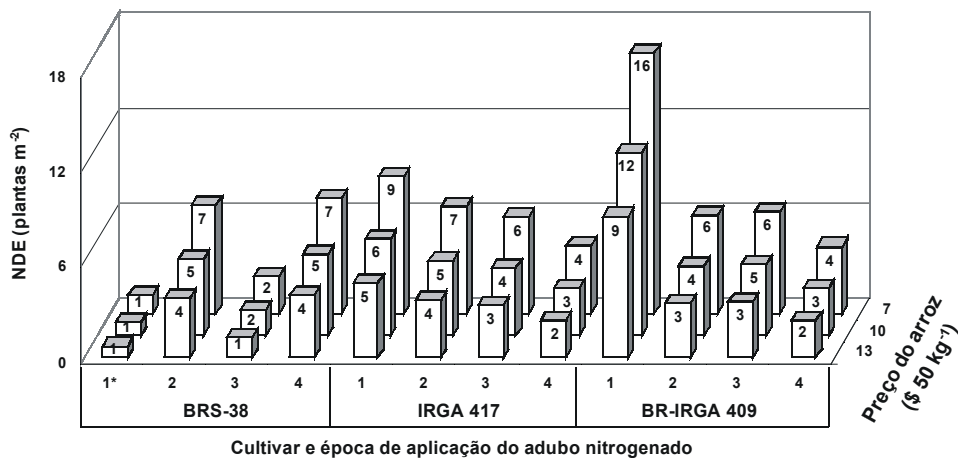
Considerando os valores médios estimados para o parâmetro *i*, na média das duas épocas de avaliação, verificou-se que a cultivar BR-IRGA 409 foi a que apresentou maior habilidade competitiva com o genótipo simulador, sendo 29 e 140% mais competitiva que as cultivares IRGA 417 e BRS-38 Ligeirinho, respectivamente. Já a cultivar IRGA 417 superou a cultivar BRS-38 Ligeirinho em 86%.

Os valores para NDE, na primeira época de avaliação, variaram de 0,8 a 10 plantas m⁻² (Figuras 1 e 2). A aplicação da dose de nitrogênio por ocasião da sementeira aumentou os NDE para as cultivares BRS-38 Ligeirinho e IRGA 417, mas não para BR-IRGA 409. Para esta cultivar, dentre os tratamentos que receberam adubação, o maior NDE ocorreu para situação em que o adubo nitrogenado foi fracionado.

Na segunda avaliação, os maiores valores de NDE foram verificados para as cultivares BR-IRGA 409 e IRGA 417, respectivamente, para os tratamentos sem aplicação de nitrogênio (Figuras 3 e 4). De modo geral, constatou-se, para aquelas duas cultivares, que o atraso na realização a adubação nitrogenada reduziu os valores de NDE. Para a cultivar BRS-38 Ligeirinho, a aplicação de nitrogênio na sementeira ou em cobertura apresentou resultados similares em valores de NDE. Estes resultados demonstram, geralmente, que a antecipação da adubação nitrogenada para a sementeira aumenta os níveis de dano econômico, justificando a adoção de controle para níveis populacionais mais elevados de plantas daninhas.



- * 1 = sem adubação.
- 2 = 100% do nitrogênio aplicado na sementeira.
- 3 = 50 % do nitrogênio aplicado na sementeira e 50% no início da diferenciação da panícula (IDP).
- 4 = 100 % do nitrogênio aplicado no IDP.



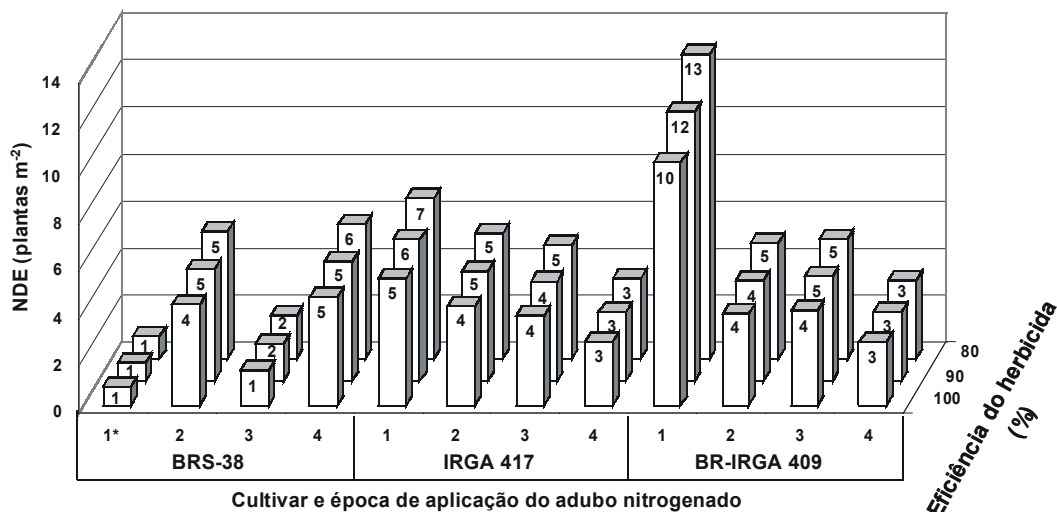
- * 1 = sem adubação.
- 2 = 100% do nitrogênio aplicado na sementeira.
- 3 = 50 % do nitrogênio aplicado na sementeira e 50% no início da diferenciação da panícula (IDP).
- 4 = 100 % do nitrogênio aplicado no IDP.

Figura 3 - Influência do rendimento de grãos e do preço do arroz no nível de dano econômico (NDE) para arroz irrigado, em função da cultivar, da época de aplicação do adubo nitrogenado e da população da cultivar EEA 406, simuladora de arroz-vermelho, aos 32 dias após a emergência, IRGA/Cachoeirinha-RS, 2001/02.

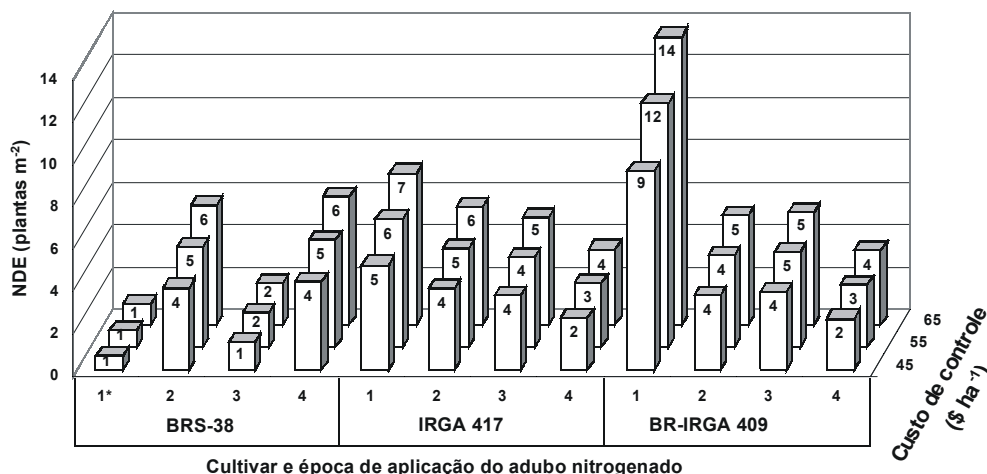
Comparando-se as duas épocas de avaliação e considerando-se os valores intermediários para a variável resposta rendimento de grãos, constata-se, na média dos tratamentos, que na segunda época de avaliação os valores de NDE foram aumentados em 44, 64 e 41%, respectivamente, para as cultivares BRS-38 Ligeirinho, IRGA 417 e BR-IRGA 409. Quando se realiza a mesma comparação para os tratamentos que receberam adubação nitrogenada, verifica-se uma elevação nos valores de NDE na ordem de 50, 71 e 9% para as cultivares BRS-38 ligeirinho, IRGA 417 e BR-IRGA 409, respectivamente. Os resultados demonstram que a época de avaliação apresenta relevância e deve ser considerada na tomada de decisão de controle com base no NDE.

No presente trabalho os NDE foram calculados com

base em uma única safra, os quais podem apresentar algumas limitações, destacando-se: o impacto de fatores do ambiente na interação cultura-plantas daninhas em diferentes locais e anos, a ocorrência de mais de uma espécie daninha na lavoura e o possível aumento do banco de sementes no solo nos anos seguintes (KROPFF & SPPITERS, 1991; SWINTON et al., 1994). Estes fatores podem reduzir drasticamente os valores de NDE e, com isso, aumentar a necessidade de adoção de medidas de controle. Uma dificuldade adicional em usar-se o conceito de NDE como critério para decisões de manejo é que o produtor não conseguiria quantificar com relativa precisão o rendimento da cultura livre de plantas daninhas, mas apenas o poderia estimar com base no histórico da área e no potencial de rendimento para o qual a cultura esta sendo manejada (CARDINA et al., 1995).



* 1 = sem adubação.
 2 = 100% do nitrogênio aplicado na semeadura.
 3 = 50 % do nitrogênio aplicado na semeadura e 50% no início da diferenciação da panícula (IDP).
 4 = 100 % do nitrogênio aplicado no IDP.



* 1 = sem adubação.
 2 = 100% do nitrogênio aplicado na semeadura.
 3 = 50 % do nitrogênio aplicado na semeadura e 50% no início da diferenciação da panícula (IDP).
 4 = 100 % do nitrogênio aplicado no IDP.

Figura 4 - Influência da eficiência do herbicida e do custo do controle químico no nível de dano econômico (NDE) para arroz irrigado, em função da cultivar, da época de aplicação do adubo nitrogenado e da população da cultivar EEA 406, simuladora de arroz-vermelho, aos 32 dias após a emergência, IRGA/Cachoeirinha-RS, 2001/02.

Em decorrência do exposto, constata-se que a adoção de medidas de controle, tendo por base o NDE, está sujeita a algumas críticas, pois um único nível de dano não existe para uma determinada espécie daninha numa dada cultura. Segundo BERTI & ZANIN (1997), mesmo sem levar em conta a competitividade de uma espécie sendo modificada pelas condições do ambiente e a época relativa de emergência cultura-planta daninha, as quais podem alterar substancialmente seu comportamento, existem tantos níveis de dano quantos são possíveis os tratamentos e estes valores ainda dependem da combinação entre eficácia e custo do herbicida.

O aumento do preço da adubação nitrogenada

apresentou pequeno efeito nos valores de NDE para as três cultivares testadas (Figura 5). As estimativas dos NDE, considerando o preço do adubo nitrogenado, exceto tratamentos sem adubação, variaram de 2 a 7 e de 2 a 8, respectivamente, para a primeira e segunda avaliação. Tendo por base os tratamentos que receberam adubação nitrogenada e os valores intermediários das variáveis aplicadas em estimativas anteriores, as quais não consideraram o preço do adubo, constata-se que o acréscimo no seu preço elevou os NDE em 38, 57 e 55% na primeira avaliação e em 113, 42 e 55% na segunda avaliação, para as cultivares BRS-38 Ligeirinho, IRGA 417 e BR-IRGA 409, respectivamente.

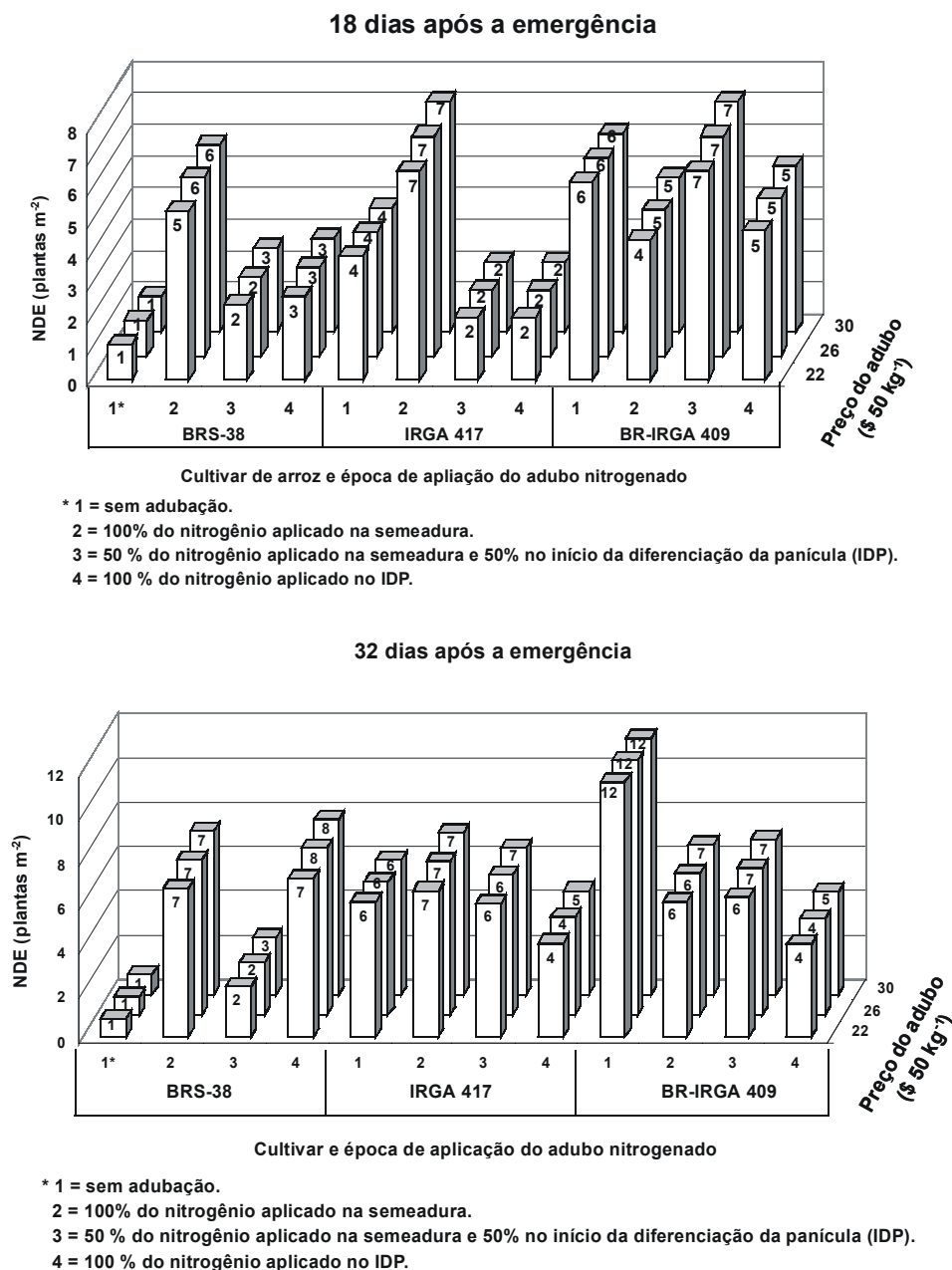


Figura 5 - Influência do preço do adubo nitrogenado no nível de dano econômico (NDE) para arroz irrigado em função da cultivar, da época de aplicação do adubo e da população da cultivar EEA 406, simuladora de arroz-vermelho, em duas épocas de avaliação, IRGA/Cachoeirinha-RS, 2001/02.

Os resultados da pesquisa indicam que, quanto maior o número de variáveis consideradas no cálculo do NDE maior será seu valor e, conseqüentemente, as populações de plantas necessárias para justificar economicamente a adoção de medidas de controle. Assim, a adição de variáveis como custo de manutenção da lâmina de água e controle de inseto-praga e/ou moléstias aumentaria os níveis de dano econômico e a necessidade de adoção de práticas de controle somente se justificaria em altos níveis populacionais de plantas daninhas.

Considerando o monocultivo de arroz ser prática comum no Estado do Rio Grande do Sul e as características

ecofisiológicas do arroz-vermelho, como elevada produção e dormência das sementes, possivelmente, o critério de decisão de controle com base no NDE estimado em uma única safra, não seja a melhor estratégia a ser adotada. Para esta situação, é recomendável que o orizicultor use a abordagem de nível de dano ótimo (NDEO), em que também é considerada a produção de sementes pelas plantas remanescentes na lavoura, ou o nível de dano zero (NDZ), o qual preconiza a prevenção do estabelecimento e a sobrevivência da espécie e, assim, consiga cultivar a mesma área ao longo do tempo mantendo aceitáveis os níveis populacionais de arroz-vermelho.

CONCLUSÕES

A época de realização da adubação nitrogenada afeta a habilidade competitiva das cultivares de arroz em competir com genótipo de arroz concorrente.

A antecipação da adubação nitrogenada para a época de semeadura geralmente aumenta os NDE para as cultivares BRS-38 Ligeirinho e IRGA 417, enquanto o fracionamento da adubação tende a aumentar os NDE para a cultivar BR-IRGA 409.

Os NDE variam em função dos fatores cultivar de arroz, época de aplicação do adubo nitrogenado e época de avaliação das variáveis resposta, sendo que incremento no rendimento de grãos, no preço do arroz e na eficiência herbicida diminuem os valores de NDE, enquanto aumentos no custo do controle químico e da adubação nitrogenada os aumentam.

O aumento do número de variáveis incluídas na equação de cálculo dos NDE eleva os valores obtidos.

ABSTRACT

The objective of this study was to define economic thresholds (ET) for the rice cultivar EEA 406, used as a mimicker of red rice, in flooded rice, estimated on the basis of a single season, and their changes as function of factors such as competitor plant population, rice cultivars, and times of nitrogen (N) fertilizer application. One field experiment was carried out during the 2001/02 growing season, using a completely randomized design, with one replicate per combination of factors. There were tested rice cultivars (BRS-38 Ligeirinho, IRGA 407 and BR-IRGA 409), times of N application (without N fertilizer; 100% of N applied at seeding and incorporated; 50% of N at seeding, incorporated, plus 50% of N applied at beginning of panicle differentiation (PD); and 100% of N applied at PD), and populations (eight levels) of the rice cultivar EEA 406. Time of N fertilizer application affected the competitive ability of rice cultivars. ET values varied as a function of factors like rice cultivars and time of nitrogen application. Anticipation of N application to seeding time generally increased the ET for BRS-38 and IRGA 417 cultivars; while, division of the fertilizer tended to increase ET for the BR-IRGA 409 cultivar. Increments in grain yield, rice price, and herbicide efficiency decreased ET values, whereas increases in chemical control and N fertilizer costs increased ET values.

Key words: Oryza sativa, mathematical models, competition, cultivars.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D.; FLECK, N.G.; RIZZARDI, M.A. et al. Arroz vermelho: ecofisiologia e manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.2, p.341-349, 2001.

ASKEW, S.D.; WILCUT, J.W. Tropic croton interference in cotton. **Weed Science**, Lawrence, v.49, n.2, p.184-189, 2001.

BERTI, A.; ZANIN, G. Gestinf: a decision model for post-emergence weed management in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). **Crop Protection**, v.16, n.2, p.109-116, 1997.

CARDINA, J.; REGNIER, E.; SPARROW, D. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) competition and economic thresholds in conventional and no-till corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Champaign, v.43, n.1, p.81-87, 1995.

COBLE, H.D.; MORTENSEN, D.A. The threshold concept and its application to Weed Science. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.1, p.191-195, 1992.

COUSENS, R. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statistical comparison with other models. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.105, n.3, p.513-521, 1985.

EBERHARDT, D.S.; SILVA, P.R.F. da; RIEFFEL NETO, S.R. Eficiência de absorção e utilização de nitrogênio por plantas de arroz e de dois ecótipos de arroz vermelho. **Planta Daninha**, Botucatu, v.17, n.2, p.309-323, 1999.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado/IRGA/EPAGRI, 1999. 124p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 57).

IRGA. **Arroz irrigado no RS** – área, produção e rendimento. Disponível <: <http://www.irga.rs.gov.br>> Acesso em 5 out. 2002.

KNEZEVIC, S.Z.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Champaign, v.42, n.4, p.568-573, 1994.

KROPFF, M.J.; SPITTERS, C.J.T. A simple model of crop loss by weed competition from early observations on relative leaf area of weeds. **Weed Research**, Oxford, v.31, n.2, p.97-105, 1991.

LINDQUIST, J.L.; KROPFF, M.J. Application of an ecophysiological model for irrigated rice (*Oryza sativa*) - *Echinochloa* competition. **Weed Science**, Champaign, v.44, n.1, p.52-56, 1996.

LINDQUIST, J.L.; MORTENSEN, D.A.; CLAY, S.A. et al. Stability of corn (*Zea mays*)-velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference relationships. **Weed Science**, Champaign, v.44, n.2, p.309-313, 1996.

MENEZES, V.G.; SILVA, P.R.F. da. Manejo de arroz vermelho através do tipo e arranjo de plantas em arroz irrigado. **Planta Daninha**, Botucatu, v.16, n.1, p.45-58, 1998.

OLIVER, L.R. Principles of weed threshold research. **Weed Technology**, Champaign, v.2, n.4, p.398-403, 1988.

RATKOWSKY, D.A. **Nonlinear regression modeling**: a unified practical approach. New York: Marcel Dekker, 1983. p.135-154.

SAS – Institute Statistical Analysis System. **User's guide**: version 6.4 ed. Cary: SAS Institute, 1989. 846p.

SMITH JR., R.J. Competition on barnyardgrass with rice cultivars. **Weed Science**, Champaign, v.22, n.5, p.423-426, 1974.

SWINTON, S.M.; BUHLER, D.D.; FORCELLA, F. et al. Estimation of crop yield loss due to interference by multiple weed species. **Weed Science**, Champaign, v.42, n.1, p.103-109, 1994.

VAHL, L.C. **Toxidez de ferro em genótipos de arroz irrigado por alagamento**. 1991. 173f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

YENISH, J.P.; DURGAN, B.R.; MILLER, D.W. et al. Wheat (*Triticum aestivum*) yield reduction from common milkweed (*Asclepias syriaca*) competition. **Weed Science**, Lawrence, v.45, n.1, p.127-131, 1997.

WEAVER, S.E. Size-dependent economic thresholds for broadleaf weed species in soybeans. **Weed Technology**, Champaign, v.5, n.3, p.674-679, 1991.