

INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE SOJA E ARROZ ATRAVÉS DA QUALIDADE DA LUZ¹

Weed Interference in the Initial Development of Soybean and Rice Plants through Light Quality

MEROTTO Jr., A.², VIDAL, R.A.³, FLECK, N.G.³ e ALMEIDA, M.L.⁴

RESUMO - Os efeitos da competição pela quantidade da luz são um dos principais prejuízos causados pela convivência das plantas daninhas com as culturas. No entanto, as plantas daninhas também podem alterar a qualidade da luz no ambiente e afetar o desenvolvimento das plantas cultivadas. O objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos da qualidade da luz, originados artificialmente por lâmpadas ou naturalmente pela presença das plantas daninhas, sobre o desenvolvimento de plantas de soja e arroz. O primeiro experimento constou da variação da qualidade da luz através de fontes artificiais de luminosidade, da competição com plantas daninhas e da presença de palha sobre o solo. O segundo experimento constou da variação da presença de plantas daninhas no tempo, na entrelinha ou em área total da cultura, e de anteparos fixados paralelamente à linha das plantas cultivadas de forma a eliminar a competição por água e nutrientes. O incremento da radiação vermelha extrema aumentou a altura das plantas de soja aos 25 dias após a emergência (DAE). A presença de plantas daninhas até os 15 e 16 DAE diminuiu o crescimento de arroz e soja, respectivamente. Os efeitos isolados da qualidade de luz, originados pela presença de plantas daninhas na entrelinha e pelo uso de anteparos, diminuíram a massa seca, o estágio de desenvolvimento e perfilhamento das plantas de arroz aos 15 e 29 DAE. As plantas daninhas podem ser consideradas fator de alteração da qualidade da luz e conseqüente interferência no desenvolvimento inicial das culturas.

Palavras-chave: soja, arroz, radiação vermelha extrema.

ABSTRACT - *Light quantity is one of the main causes of competition between weed and crops. Also, weeds can change light quality in the community thus decreasing crop development. The aim of this research was to evaluate the effect of light quality, produced artificially by lamps or naturally by weeds, on initial soybean and rice development. The first experiment consisted of variation of light quality from artificial and natural sources, weed competition and crop residues on the soil. The second experiment consisted of variation of weed competition in time, between rows and broadcast, and of devices placed inside the soil and along the rice crops to eliminate water and nutrient competition. Far-red light increased soybean plant height at 25 days after emergence (DAE). The presence of weeds until 15 and 16 DAE decreased rice and soybean growth, respectively. The effects of light quality alone, from weeds and isolated by the inter-row devices, decreased dry matter, and growth stage/tillering of rice plants at 15 and 29 DAE. The weeds can be considered as a factor that changes light quality, thus interfering in the initial crop development.*

Key words: soybean, rice, far-red light.

¹ Recebido para publicação em 16/8/2001 e na forma revisada em 15/2/2002.

Contribuição nº 502 do Dep. de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS.

² Professor, M.S. Dep. de Plantas de Lavoura, FA/UFRGS, Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre-RS, <merotto@vortex.ufrgs.br>. ³ Professor, Ph.D., Dep. de Plantas de Lavoura, FA/UFRGS, Porto Alegre-RS. Bolsista do CNPq.

⁴ Professor, Dr., Dep. de Fitotecnia, CAV/UDESC, Lages-SC. Bolsista do CNPq.



INTRODUÇÃO

Os principais fatores pelos quais ocorre competição entre plantas daninhas e cultivadas são espaço, água, luz e nutrientes. A competição por luz é um dos fatores de maior efeito das plantas daninhas sobre o desenvolvimento das culturas (Caton et al., 1997). A maioria dos trabalhos relacionados à luz como fonte de variação da competição entre plantas daninhas e cultivadas relacionam-se unicamente com incremento ou restrição desse fator e, assim, referem-se apenas à variação da quantidade da luz entre as plantas da comunidade. No entanto, além da quantidade, a qualidade da luz também tem sido apontada com um fator importante para o desenvolvimento das plantas.

A participação da qualidade da luz como fator de competição entre as plantas vem sendo atualmente abordada como uma forma de sinal precoce da presença de plantas que passarão a competir quantitativamente por luz em estádios futuros de desenvolvimento (Smith, 2000). A variação da qualidade da luz acontece pela absorção diferencial dos comprimentos de onda do espectro da luz que chegam até as plantas. A energia utilizada no processo fotossintético advém dos comprimentos de onda da região do visível (aproximadamente 400 a 700 nm), que corresponde à faixa da luz azul até a vermelha. A radiação com comprimento de onda na faixa da luz vermelha extrema (730 - 740 nm) é pouco absorvida pelas plantas, sendo, assim, dissipada na forma de reflexão (Patterson, 1985). Em uma comunidade, como a luz vermelha extrema (Ve) não é absorvida, a relação luz vermelha/luz vermelha extrema (V/Ve) diminui em razão da presença das plantas. Dessa forma, a qualidade da luz é alterada precocemente pelas folhas do dossel e atua como um sinal importante entre as plantas da comunidade (Schmitt & Wulff, 1993) na busca de adaptação e definição de hierarquia em função dos recursos disponíveis no ambiente.

A alteração na qualidade da luz é percebida pelo fitocromo e também por outros pigmentos não-fotossintéticos, como criptocromo, fototropina e pigmentos receptores de radiação ultravioleta ainda não identificados (Nagy et al., 2001). Essa percepção acontece mesmo antes de acontecer o sombreamento e objetiva ajustar

o crescimento da planta em função da presença de vizinhos na comunidade (Ballaré & Casal, 2000). Os efeitos da qualidade da luz são tradicionalmente aplicados aos estudos de germinação de sementes (Patterson, 1985; Ghersa et al., 1994; Benvenuti & Macchia, 1997; Takaki, 2001). Apesar de os efeitos da qualidade da luz serem conhecidos há bastante tempo (Smith & Holmes, 1977; Smith, 1982), os estudos de fotobiologia foram intensificados somente na última década em relação aos seus mecanismos básicos (Whitelam & Smith, 1991; Briggs & Olney, 2001) e, principalmente, sobre processos envolvidos na dominância apical (Ballaré et al., 1995), na emissão de ramificações (Davis & Simmons, 1994; Almeida et al., 2000a, b), no aumento do comprimento dos colmos, entrenós e pecíolos (Schmitt & Wulff, 1993; Kapesbauer & Hunt, 1998; Ballaré & Casal, 2000), na alocação de fotossintatos em partes da planta (Yanovsky et al., 1995; Almeida et al., 2000a) e sobre a eficiência fotossintética em algas (Aguilera et al., 2000).

Atualmente, também se especula sobre a possibilidade de diminuição da sensibilidade aos efeitos da qualidade da luz em culturas através de métodos artificiais de transformação de plantas (Ballaré & Casal, 2000). Dessa forma, as plantas cultivadas poderão apresentar menor sensibilidade aos efeitos da qualidade da luz e, assim, possuir maior capacidade de competição com as plantas daninhas.

A dinâmica de plantas daninhas em comunidade também pode ser alterada pelos efeitos da qualidade da luz em interação com as práticas de manejo da cultura. Aiub et al. (2000) e Weinig (2000) encontraram menor sensibilidade aos efeitos da qualidade da luz em genótipos selecionados com herbicidas, em comparação com populações de ambientes naturais ou de rotação de culturas. Dessa forma, um biótipo resistente a herbicida também pode apresentar maiores vantagens competitivas, devido à menor sensibilidade aos efeitos iniciais da competição na comunidade.

No entanto, pouca ênfase vem sendo atribuída, em estudos de fotobiologia, às relações dos efeitos da alteração da qualidade da luz causada diretamente pelas plantas daninhas, principalmente em situações de comunidade. Embora não existam trabalhos específicos em

situações de campo, as plantas daninhas quando em comunidade com as plantas cultivadas também podem iniciar seus prejuízos pela alteração da qualidade da luz e, assim, afetar o desenvolvimento das culturas mesmo antes de ocorrer a competição direta por água, nutrientes e quantidade de luz. Segundo Racjan & Swanton (2001), o conhecimento dos efeitos dos fatores de competição e do funcionamento dos sinais relacionados à relação V/V_e representa uma nova fase na pesquisa relacionada à competição entre plantas daninhas e culturas.

Os efeitos dos fatores de competição interespecífica devem ser isolados, a fim de possibilitar o desenvolvimento de estratégias de manejo ou alteração de processos fisiológicos das plantas cultivadas que resultem na maior competitividade das culturas com as plantas daninhas. A competição por nutrientes e água possui grande influência das quantidades disponibilizadas pelo solo e pela chuva, respectivamente. A competição por esses fatores pode ser diminuída pelo fornecimento direto através da adubação e irrigação. Entretanto, a competição por luz não pode ser diminuída pelo incremento desse fator em situações comuns de cultivo. A alteração da competição pela luz pode ser efetuada apenas através de técnicas de manejo da cultura ou de alteração em processos fisiológicos das plantas. Além disso, os fatores água e nutrientes são passíveis de armazenamento no solo e posterior utilização, que condiciona maior facilidade de aproveitamento. Entretanto a luz incidente apenas pode ser absorvida e utilizada pelas plantas ou ser refletida sem aproveitamento e, assim, alterar a qualidade da luz na comunidade, causando modificações no crescimento das plantas vizinhas.

Os objetivos deste trabalho foram isolar as causas da competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas e determinar os efeitos da qualidade da luz, originados artificialmente por lâmpadas ou naturalmente pela presença das plantas daninhas, sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na área experimental do Departamento de Plantas de

Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS, em caixas com dimensões de 1,2 m de largura e comprimento e 0,3 m de profundidade. O substrato utilizado apresentou as seguintes características: teor de argila = 13%; pH (H_2O) = 6,9; MO = 83 g kg^{-1} ; P = 91 mg L^{-1} ; K = 185 mg L^{-1} ; e Al = 0,0 cmol_c L^{-1} . O delineamento experimental foi o completamente casualizado, sendo cada tratamento realizado em duas caixas. As repetições constaram das plantas existentes nas linhas centrais de cada caixa. A planta daninha utilizada foi *Bidens subalternans* (picão-preto). As plantas foram irrigadas diariamente.

O primeiro experimento foi realizado no mês de fevereiro de 1998 com a cultura de soja, em esquema fatorial com dois fatores. O primeiro fator constou de três fontes de luz: luz natural, incremento da luz vermelha (V) e incremento da luz vermelha extrema (Ve). O segundo fator constou da variação da qualidade da luz através da presença de plantas daninhas ou da reflexão da luz resultante da presença da palha sobre o solo, sendo obtido através de três formas de cultivo: soja, soja + plantas daninhas e soja + plantas daninhas + palha de aveia. A alteração artificial da qualidade da luz foi realizada por meio de diferentes fontes de luminosidade, conforme Almeida (1998). O incremento da radiação vermelha foi obtido através de lâmpadas fluorescentes revestidas duplamente com papel-celofane de cor vermelha, e o da radiação vermelha extrema, através do revestimento de lâmpadas incandescentes com dupla camada de papel-celofane de cor azul sobre dupla camada de papel-celofane de cor vermelha. O papel-celofane foi substituído a cada dois dias. O período diário de iluminação artificial foi de 13 horas durante o dia. A distância das lâmpadas até as plantas foi de 40 cm. Conforme determinações feitas por Cardoso (1995), os conjuntos de lâmpadas proporcionam aproximadamente 0,012 $W m^{-2} nm^{-1}$, o que equivale a uma densidade de fluxo de fótons de 0,055 $mmol m^{-2} s^{-1}$ e 0,060 $mmol m^{-2} s^{-1}$, de luz V e Ve, respectivamente, conforme transformação proposta por Thimijan & Heins (1983).

As sementes de soja do cultivar BR 16 foram semeadas em linhas no sentido nort-sul e espaçadas de 0,4 m em densidade de 40 plantas m^{-2} . A planta daninha foi semeada a lanço em área total, resultando numa



densidade de 125 plantas m^{-2} . A cobertura do solo com palha de aveia foi feita com quantidade equivalente a 6.000 kg ha^{-1} .

O segundo experimento procurou simular naturalmente, por meio da competição interespecífica, os resultados obtidos no primeiro experimento. A cultura utilizada foi o arroz, pelo maior potencial de expressão dos resultados no desenvolvimento inicial das plantas em função da capacidade de afilhamento da cultura. Este experimento foi conduzido no mês de janeiro de 2000, utilizando-se o cultivar IRGA 417. A sementeira foi feita em linhas no sentido norte-sul, com espaçamento de 0,3 m e densidade de 330 plantas m^{-2} . Os tratamentos foram implantados de forma a obter a alteração da qualidade da luz através da presença de plantas daninhas e isolar os efeitos da competição por água, nutrientes e quantidade de luz. Os tratamentos foram: arroz, arroz com anteparo, arroz + plantas daninhas em área total, arroz + plantas daninhas em área total até 15 dias após a emergência (DAE), arroz + plantas daninhas na entrelinha e arroz + plantas daninhas na entrelinha com anteparo.

Como anteparos foram utilizadas lâminas impermeáveis sintéticas introduzidas perpendicularmente no solo até 25 cm de profundidade e a 10 cm paralelamente à linha de sementeira. Esses anteparos objetivaram a eliminação da competição por água e nutrientes entre as plantas daninhas e a cultura. A sementeira da planta daninha foi realizada a lanço, em área total ou na entrelinha, conforme os tratamentos, resultando numa densidade de 95 plantas m^{-2} .

As avaliações realizadas no primeiro experimento foram altura e massa seca das plantas de soja aos 16 e 25 DAE. No segundo experimento, foram medidos massa seca e padrão de afilhamento do arroz aos 15 e 29 DAE. As avaliações foram realizadas nas plantas amostradas em 0,4 m de cada linha. A massa seca das plantas de soja e arroz foi determinada pela secagem das plantas em estufa à temperatura de 60 °C até massa constante. A altura das plantas de soja foi medida pela distância entre o nível do solo e a extremidade da gema apical. O estágio de desenvolvimento do colmo principal e o número de filhos das plantas de arroz foram avaliados através da escala proposta por Haun (1973), que se trata de uma

escala decimal em que, por exemplo, a notação 4.1 significa que o colmo possui quatro folhas totalmente expandidas e que a quinta folha está com 10% do tamanho da folha número quatro.

Os resultados foram submetidos à análise da variância, e a comparação das médias dos tratamentos foi realizada pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, através do procedimento GLM do programa SAS INSTITUTE (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento da radiação com luz vermelha extrema aumentou a altura das plantas de soja aos 25 DAE (Tabela 1). A altura das plantas de soja não foi afetada pelos tratamentos aos 16 DAE (dados não apresentados). Tanto o incremento de luz vermelha como o de vermelha extrema corresponderam a baixos valores quantitativos de radiação, podendo ser considerados como radiações de baixa densidade de fluxo (Almeida et al., 2000). Assim, esses suprimentos de luz não interferem diretamente no crescimento das plantas como forma de incremento da quantidade total de radiação disponível. O incremento da radiação vermelha extrema diminui a relação V/V_e em relação à luz natural (LN), que se caracteriza como o fator determinante da diminuição da qualidade da luz numa comunidade. A diminuição da relação V/V_e determina a ativação do complexo de fitocromos da planta, desencadeando uma série de reações que resultam na alteração do padrão de crescimento desta. O incremento da altura das plantas em resposta à diminuição da qualidade da luz é um dos parâmetros de maior expressão morfológica no crescimento inicial das plantas, sendo também descrito por Schmith & Wulff (1993) e Merotto Jr. et al. (2001). Por outro lado, a ausência de resposta aos 16 DAE não significa que as plantas não tenham detectado as diferenças na qualidade da luz, mas sim que esses efeitos ainda não foram manifestados morfológicamente.

O aumento da altura das plantas representa um fator de busca de adaptação à competição futura com plantas vizinhas e assemelha-se aos efeitos do estiolamento das plantas. O aumento da altura das plantas em virtude da diminuição da qualidade da luz expressa o resultado da alteração de processos fisiológicos

relacionados à dinâmica hormonal (Von Armin & Deng, 1996; Jensen et al., 1998) e à divisão celular (Von Arnim & Deng, 1996), também podendo causar a redução da capacidade da planta de absorver nutrientes e água e de realizar fotossíntese (Rajcan & Swanton, 2001).

A presença de plantas daninhas isoladamente diminuiu a altura das plantas de soja em todos os tratamentos de luminosidade (Tabela 1). Nessa situação, as plantas daninhas foram dispostas em área total, sendo, assim, impossível isolar as causas de competição por água, nutrientes e luz em quantidade ou qualidade. A cobertura do solo com palha influenciou diferentemente a altura das plantas de soja em função das formas de luminosidade (Tabela 1). O efeito da palha é melhor caracterizado entre os tratamentos soja + plantas daninhas + palha e soja + plantas daninhas. Neste caso, o maior incremento da altura aconteceu quando a luminosidade foi incrementada com a luz vermelha extrema. Segundo Vidal (1995), a cobertura do solo com palha diminui a qualidade da luz, pois o incremento da cobertura do solo com até 9 mg ha⁻¹ de palha diminuiu a relação V/V_e. Salienta-se que os efeitos da palha sobre o desenvolvimento das plantas não acontecem somente pela alteração da qualidade da luz, mas devido à complexa interação de processos químicos, físicos e biológicos do solo.

A morfologia das plantas relacionada à competição por luz apresenta dois padrões de crescimento diferenciais entre as plantas daninhas e as culturas. O primeiro determina que a planta daninha apresenta maior crescimento em altura com a finalidade de obter maior capacidade de interceptação de luz. As

plantas do segundo padrão possuem maior crescimento horizontal, buscando melhor distribuição da área foliar (Rajcan & Swanton, 2001). Assim, os efeitos da qualidade da luz podem ser diferentes entre espécies de plantas daninhas e plantas cultivadas, podendo causar variação no comportamento morfológico e dos prejuízos causados.

A presença isolada das plantas daninhas diminuiu a massa seca de soja já aos 16 DAE em todos os tratamentos de luminosidade (Tabela 2). Esse efeito pode ser considerado um indicativo da alteração da qualidade da luz na comunidade, pois aos 16 DAE as raízes das plantas estão pouco desenvolvidas e praticamente não existe sombreamento da parte aérea da cultura; dessa forma, a competição por água, nutrientes e quantidade de luz encontra-se apenas em início de estabelecimento. O efeito das fontes de luz e o das plantas daninhas na presença de palha sobre a massa seca de soja não foram uniformes entre os tratamentos de luminosidade. Os maiores níveis de umidade do solo e a menor variabilidade da temperatura proporcionada pela palha podem ter interagido com os efeitos das plantas daninhas e das fontes de luminosidade, proporcionando interferência no acúmulo de massa seca das plantas de soja.

No segundo experimento, os efeitos da qualidade da luz foram isolados e obtidos unicamente em função da presença das plantas daninhas. A massa seca das plantas de arroz aos 15 DAE foi reduzida quando a planta daninha foi localizada somente na entrelinha e com a presença do anteparo de isolamento das raízes das ervas e da cultura (Tabela 3). Nesse caso, o principal efeito de competição

Tabela 1 - Altura (mm) das plantas de soja aos 25 dias após a emergência (DAE), em função da forma de cultivo e de fontes de luminosidade. Porto Alegre-RS. FA/UFRGS, 1998

Formas de cultivo	Luz natural	Suplementação de luz vermelha	Suplementação de luz vermelha extrema
Soja + plantas daninhas + palha	26,9 B b ^{L/}	27,9 B b	35,2 A a
Soja + plantas daninhas	24,7 B b	25,9 B b	30,4 B a
Soja	29,5 A b	33,2 A a	35,1 A a

^{L/} Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

CV = 11,6.



entre as plantas foi a qualidade de luz, pois o anteparo impossibilitou a competição interespecífica por água e nutrientes; como as plantas daninhas estavam somente na entrelinha, a competição pela luz em quantidade também não aconteceu. A massa seca do arroz aos 15 DAE também foi diminuída pela presença da planta daninha em área total, onde a competição aconteceu por quantidade e qualidade de luz, água e nutrientes, e também quando a planta daninha foi alocada na entrelinha, onde o efeito da competição ocorreu por qualidade de luz, água e nutrientes (Tabela 3).

O efeito das plantas daninhas sobre a qualidade da luz isoladamente na comunidade também atrasou o estágio de desenvolvimento do colmo principal das plantas de arroz e restringiu a emissão de afilhos (Tabela 4). Entretanto, o maior efeito aconteceu quando todos

os fatores de competição afetaram as plantas de arroz. O anteparo de isolamento das raízes da cultura e das plantas daninha não causou efeito sobre o crescimento e desenvolvimento da cultura, pois todas as variáveis estudadas foram semelhantes nas situações de presença ou ausência do anteparo (Tabelas 3 e 4).

Os efeitos restritivos da qualidade da luz sobre a massa seca, o estágio de desenvolvimento do colmo principal e o afilhamento do arroz também foram encontrados aos 29 DAE (Tabela 4). Nessa avaliação, o efeito da competição interespecífica também foi avaliado na situação em que as plantas daninhas foram mantidas em área total somente até 15 DAE. Neste tratamento, o crescimento e o desenvolvimento do arroz também foram reduzidos (Tabela 4), evidenciando que a presença de plantas daninhas nos estádios iniciais de

Tabela 2 - Massa seca da parte aérea (mg planta^{-1}) de soja, aos 16 e 25 dias após a emergência (DAE), em função da forma de cultivo e de fontes de luminosidade. Porto Alegre-RS. FA/UFGRS. 1998

Formas de cultivo	16 DAE			25 DAE		
	LN ^{1/}	V	Ve	LN	V	Ve
Soja + plantas daninhas +palha	515 A a ^{2/}	421 B b	493 A A	936 B a	837 B b	825 A b
Soja + plantas daninhas	437 B a	440 B A	443 B a	708 B b	849 B a	777 B b
Soja	499 A a	509 A A	476 A B	1.307 A a	1.454 A a	1.090 A b
CV (%)	15,5			19,0		

^{1/} LN = luz natural; V = luz vermelha; Ve = luz vermelha extrema.

^{2/} Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Massa seca da parte aérea (mg planta^{-1}), estágio de desenvolvimento do colmo principal (escala Haun) e porcentagem de plantas de arroz com afilho aos 15 dias após a emergência (DAE), afetados pela competição com plantas daninhas. Porto Alegre-RS. FA/UFGRS, 2000

Tratamentos	Competição ^{1/}	Massa seca (mg)	Estádio de desenvolvimento	Plantas com afilho (%)
Arroz	Nenhuma	98 a ^{2/}	5,0 a	19 a
Arroz com anteparo	Nenhuma/testemunha	92 a	5,0 a	20 a
Arroz + plantas daninhas em área total	Quantidade e qualidade de luz, água e nutrientes	64 b	4,3 c	3 c
Arroz + plantas daninhas na entrelinha	Qualidade de luz, água e nutrientes	68 b	4,6 b	10 b
Arroz + plantas daninhas na entrelinha, com anteparo	Qualidade de luz	73 b	4,5 b	6 bc
CV (%)		24,8	13,5	16,7

^{1/} Refere-se aos efeitos esperados dos tratamentos em relação à competição interespecífica para as plantas de arroz.

^{2/} Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Massa seca da parte aérea (mg planta⁻¹), estágio de desenvolvimento do colmo principal (escala Haun) e número de afilhos por planta de arroz aos 29 dias após a emergência (DAE), afetados pela competição com plantas daninhas. Porto Alegre-RS. FA/UFRGS, 2000

Tratamentos	Competição ^{1/}	Massa seca (mg)	Estádio de desenvolvimento	Número de afilhos por planta
Arroz	Nenhuma	290 a ^{2/}	7,6 a	2,1 a
Arroz com anteparo	Nenhuma/testemunha	297 a	7,8 a	2,3 a
Arroz + plantas daninhas em área total	Quantidade e qualidade de luz, água e nutrientes	100 d	5,5 d	0,1 d
Arroz + plantas daninhas em área total até 15 DAE	Quantidade e qualidade de luz, água e nutrientes até 15 DAE	145 c	6,9 c	0,8 c
Arroz + plantas daninhas na entrelinha	Qualidade de luz, água e nutrientes	121 cd	6,8 c	0,7 c
Arroz + plantas daninhas na entre-linha, com anteparo	Qualidade de luz	203 b	7,2 bc	1,7 b
CV (%)		23,2	18,2	18,8

^{1/} Refere-se aos efeitos esperados dos tratamentos em relação à competição interespecífica para as plantas de arroz.

^{2/} Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

desenvolvimento da cultura (até 15 DAE) diminui o crescimento das plantas em estádios futuros de desenvolvimento. O efeito da qualidade da luz sobre o número de afilhos por planta (Tabela 4) é um indicativo do efeito potencial desse fator sobre os componentes do rendimento e a produção de grãos da cultura do arroz. A ramificação de plantas é referida como de grande sensibilidade a variações da qualidade da luz em estudos de competição intra-específica em comunidades de plantas cultivadas (Wan & Sosebee, 1998; Almeida et al., 2000a, b) e demonstra o efeito potencial da qualidade da luz sobre o rendimento de grãos da cultura.

Os efeitos da qualidade da luz originados pela presença das plantas daninhas manifestam-se no início do desenvolvimento da cultura, podendo ser importantes e causar prejuízos, principalmente em situações de elevados níveis de rendimento de grãos. Essas conseqüências também são apontadas por Holt (1995), considerando que os conceitos de período crítico de competição devem ser reavaliados em função dos efeitos das plantas daninhas desde o início do crescimento da cultura. Nesse sentido, Rajcan & Swanton (2001) sugerem que a determinação do período crítico de competição possa ser definida em função de uma faixa de valores da relação V/V_e, em vez de dias após emergência ou estágio de desenvolvimento da cultura.

Entretanto, essas afirmações foram feitas unicamente em virtude da aplicação teórica do conhecimento atual dos efeitos da qualidade da luz, necessitando, portanto, de comprovação em situações de campo com relação aos prejuízos causados sobre o rendimento de grãos e ao aprimoramento dos parâmetros utilizados na definição dos períodos de competição.

LITERATURA CITADA

AIUB, M. V.; MARTINES-GUERSA, M. A.; GUERSA, C. M. Characterization of *Lolium multiflorum* populations selected by different herbicide doses: responses to light quality. In: INTERNATIONAL WEED SCIENCE CONGRESS, 3, 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Corvallis: International Weed Science Society, 2000, p.142-143.

AGUILERA, J. et al. Light quality effect on photosynthesis and efficiency of carbon assimilation in the red alga *Porphyra leucosticta*. **J. Plant Physiol.**, v.157, p.86-92, 2000.

ALMEIDA, M. L. **Modificação do afilamento de trigo e aveia pela qualidade da luz**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 120 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M.; SANGOI, L. Evocação de afilhos pela qualidade da luz em plantas de trigo cultivadas em diferentes substratos. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 12, p. 25-36, 2000a.



- ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L. ENDER, M. Determinação do momento da emissão de afilhos de trigo usando suplementação com luz vermelha e luz vermelha extrema. **Pesq. Agropec. Gaúcha**, v. 6, n. 1, p. 89-97, 2000b
- BALLARÉ, C. L.; CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants, **Field Crops Res.**, v. 67, p. 149-160, 2000.
- BALLARÉ, C. L.; SCOPEL, A. L. SÁNCHEZ, R. A. Plant photomorphogenesis in canopies, crop growth, and yield. **Hortic. Sci.**, v. 30, p. 1171-1181, 1995.
- BENVENUTI, S.; MACCHIA, M. Light environment, phytochrome and germination of *Datura stramonium* L. seeds. **Environ. Exp. Bot.**, v. 38, p. 61-71, 1997.
- BRIGGS, W. R.; OLNEY, M. A. Photoreceptors in plant photomorphogenesis to date: five phytochromes, two cryptochromes, one phototropin, and one superchrome. **Plant Physiol.**, v. 125, p. 85-88, 2001.
- CARDOSO, V.J.M. Germinação e fotoblastismo de sementes de *Cucumis anguria*: influência da qualidade da luz durante a maturação e secagem. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 7, p.75-80, 1995.
- CATON, B. P.; FOIN, T. C.; HILL, J. E. Mechanisms of competition for light between rice (*Oryza sativa*) and redstem (*Ammannia* spp.). **Weed Sci.**, v. 45, p. 269-275, 1997.
- DAVIS, M. H.; SIMMONS, S. R. Tillering response of barley to shifts in light quality caused by neighboring plants. **Crop Sci.**, v. 34, p. 1604-1610, 1994.
- GHERSA, C. M. et al. Effect of light on winter wheat (*Triticum aestivum*) and italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) competition. **Weed Technol.**, v. 8, p. 37-45, 1994.
- HAUN, J. R. Visual quantification of wheat development. **Agron. J.**, v. 65, p. 116-119, 1973.
- HOLT, J. Plant responses to light: A potential tool for weed management. **Weed Sci.**, v. 43, p. 464-482, 1995.
- JENSEN, P. J.; HANGARTER, R. P.; ESTELLE, M. Auxin transport is required for hypocotyl elongation in light-growth but not dark-growth *Arabidopsis*. **Plant Physiol.**, v. 116, p. 455-462, 1998.
- KAPESBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Far-red light affects photosynthate allocation and yield of tomato over red mulch. **Crop Sci.**, v. 38, p. 970-974, 1998.
- MEROTTO Jr., A.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Variação da competição interespecífica em milho através do controle de plantas daninhas em faixas. **Planta Daninha**, v. 19, 2001, (no prelo).
- NAGY, F.; KIRCHER, S.; SCHÄFER, E. Intracellular trafficking of photoreceptors during light-induced signal transduction in plants. **J. Cell Sci.**, v. 114, p. 475-480, 2001.
- PATTERSON, D. T. Comparative ecophysiology of weeds and crops. In: DUKE, S. O. (Ed.) **Weed physiology. Reproduction and ecophysiology**. Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 102-129.
- RAJCAN, I.; SWANTON, C. J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crops Res.**, v. 71, p. 139-150, 2001.
- SAS INSTITUTE. SAS – Statistical Analysis System. **User's guide**. Version 6. 4.ed. North Caroline: 1989. 846 p.
- SCHMITT, J.; WULFF, R. D. Light spectral quality, phytochrome and plant competition. **Tree**, v. 8, p. 47-51, 1993.
- SMITH, H. Phytochromes and light signal perception by plants? An emerging synthesis. **Nature**, v. 407, p. 585-591, 2000.
- SMITH, H. Light quality, photoperception, and plant strategy. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, v. 33, p. 481-518, 1982.
- SMITH, H.; HOLMES, M. G. The function of phytochrome in the natural environment. III. Measurements and calculation of phytochrome photoequilibria. **Photoch. Photob.**, v. 25, p. 457-550, 1977.
- TAKAKI, M. New proposal of classification of seed based on forms of phytochrome insted of photoblastism. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 13, p. 103-107, 2001.
- THIMIJJAN, R. W.; HEINS, R. D. Photometric, radiometric, and quantum light units of measure: a review of procedures for interconversion. **Hort Sci.**, v. 18, p. 818-822, 1983.
- VON ARMIN, A.; DENG, X, W. Light control of seedling development. **Ann. Rev. Physiol. Plant Mol. Biol.**, v. 47, p. 215-243, 1996.
- VIDAL, R. A. **Amount of crop residues in no-till farming affects wweed-crop ecosystems**. West Lafayette: Purdue University, 1995. 162 p. Tese (Ph.D. Weed Science). Purdue University, 1995.
- WAN, C.; SOSEBEE, R. E. Tillering responses to red:far-red ratio during different phenological stages in *Eragrostis curvula*. **Environ. Exper. Bot.**, v. 40, p. 247-254, 1998.
- WEINIG, C. Plasticity versus canalization: population differences in the timing of shade-avoidance responses. **Evolution.**, v. 54, p. 441-451, 2000.
- WHITELAM, G.C.; SMITH, H. Retention of phytochrome-mediated shade avoidance responses in phytochrome-deficient mutants of *Arabidopsis*, cucumber and tomato. **J. Plant Physiol.**, v. 139, p.119-125, 1991.
- YANOVSKY, M. J. et al. Are phytochrome-mediated effects on leaf growth, carbon partitioning and extractable sucrose-phosphate synthase activity the mere consequence of stem-growth responses in light-grown mustard? **J. Exp. Bot.**, v.46, p. 753-757, 1995.