INTRODUÇÃO GERAL

O trigo (*Triticum sp*.) é um cereal da família Poaceae e importante na alimentação humana como fornecedor de energia através do consumo de pão. Seu grão pode ser usado com carnes ou na fabricação de massas, doces e biscoitos. As espécies mais cultivadas são *Triticum aestivum* L. e *Triticum durum* L. A planta é anual, com ciclo de vida de cerca de 90 a 180 dias, conforme o ambiente e o genótipo. Há variedades que necessitam de frio, sem o qual não completam seu ciclo, e outras, cuja floração depende da duração do dia. A parte utilizada é o endosperma do fruto, que se transforma em farinha pela operação da moagem, baseada no grau de friabilidade do endosperma, da casca e do embrião (Marcos Filho, 1999b).

Um dos principais problemas de uma cultura, e o mais oneroso, é o controle de ervas daninhas, que competindo por espaço físico, luz, água e nutrientes, provocam acentuadas perdas na produtividade, prejudicando a qualidade do produto e dificultando a colheita. Os métodos normalmente utilizados para controlar as plantas daninhas são o mecânico, químico e o cultural. O método mais utilizado para controlar as invasoras é o químico, isto é, o uso de herbicidas. Suas vantagens são a economia de mão-de-obra e a rapidez na aplicação (Embrapa Soja, 2005).

O uso de herbicidas para realizar o controle de plantas daninhas em áreas agrícolas é atividade amplamente difundida em todo o mundo, variando com o nível tecnológico adotado pelos agricultores. O emprego dos herbicidas tem sido incrementado, o que, além de evitar prejuízos à cultura, propicia redução nos custos de mão-de-obra (Blanco et al., 1969; Barreto & Dynia, 1988). Alguns herbicidas são empregados com relativa eficiência, em culturas como o trigo e o feijão. Além disso, estudos sobre a compatibilidade dos herbicidas com culturas de gramíneas e leguminosas mostraram que esses podem ter efeitos prejudiciais (De Polli et al., 1986). Todos esses aspectos demonstram que é de fundamental interesse a realização de estudos sobre a ação dos herbicidas nas plantas.

É consenso entre os pesquisadores do setor agrícola, que o país tem condições de clima, solo, materiais genéticos, tradição agrícola e tecnologia disponíveis para atingir uma produção que atenda a 60% da demanda nacional, recuperando a triticultura brasileira e reduzindo a dependência das importações para aproximadamente 40% do consumo interno, em 2006 (Fagundes, 2003).

O rendimento de uma cultura varia enormemente em diferentes localidades e estações do ano (Akita, 1995). As plantas reagem de maneira adversa às alterações do meio em que se desenvolvem, surgindo o fenômeno da interação genótipo X ambiente, que tem reflexos extremamente importantes na eficiência do rendimento da planta bem como nos programas de melhoramento.

As estimativas de perdas na produtividade de cereais de inverno são imprecisas. O grau de competição das plantas daninhas varia de acordo com as espécies infestantes, com a densidade populacional, com a duração da competição e com as condições de ambiente (Swanton & Weise, 1991). A redução mais acentuada da produtividade em trigo verifica-se quando a competição ocorre nos estádios iniciais de crescimento da cultura (denominado

período crítico de competição), que se estende até 45 a 50 dias após a emergência de plantas (Blanco et al., 1973).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar e descrever a influência do herbicida pendimenthalin sobre cultivares de trigo.

CAPÍTULO 1

EFEITO DO HERBICIDA PENDIMETHALIN NA GERMINAÇÃO, EMERGÊNCIA E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)

INTRODUÇÃO

O potencial fisiológico das sementes é rotineiramente avaliado pelo teste de germinação, conduzido sob condições altamente favoráveis de temperatura, umidade e substrato, viabilizando assim, o máximo potencial de germinação. Os resultados desse teste apresentam confiabilidade para analistas e produtores de sementes, sob o aspecto de reprodutibilidade dos resultados, com a finalidade de se obter informações acerca da qualidade de diferentes lotes com vista à comercialização. No entanto, Byrum & Copeland (1995) questionam a validade deste teste para predizer o comportamento das sementes no

campo, onde as condições nem sempre são favoráveis e sugerem a complementação do teste de germinação com testes de emergência, a fim de identificar lotes que apresentariam melhor desempenho no campo.

Nem sempre uma alta porcentagem de germinação em laboratório resulta em um excelente desempenho no campo. Isso é devido à ocorrência da diversidade de condições ambientais as quais as sementes estão sujeitas no campo, e que podem afetar, em maior ou menor escala, o estabelecimento inicial da cultura. Desse modo, o uso de sementes de alta qualidade pode ser decisivo no sucesso do investimento, sendo, portanto, indispensável ao produtor (Popiginis, 1985; Vieira, 1988). Condições ótimas dificilmente ocorrem no campo, onde as sementes podem estar sujeitas a situações adversas como temperaturas inadequadas, excesso ou déficit hídrico, obstrução pela camada de solo que as cobre, ataque de microorganismos e insetos (Perry, 1981), de forma que a porcentagem de emergência de plântulas no campo é geralmente menor do que a obtida no teste de germinação (AOSA, 1983).

A germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado pelos botânicos como a retomada do crescimento do embrião, com o subseqüente rompimento do tegumento pela radícula. Entretanto, para os tecnologistas de sementes, a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma planta normal, sob condições ambientais favoráveis (IPEF, 1998). Também, a germinação é um processo biológico que envolve grande número de reações químicas, nas quais compostos orgânicos, dependentes de condições ambientais favoráveis, são desdobrados e reorganizados permitindo a retomada do desenvolvimento do eixo embrionário.

O teste de germinação visa a avaliar o valor das sementes para a semeadura e comparar a qualidade de diferentes lotes, servindo como base para a comercialização das

sementes (Marcos Filho, 1987; Novembre, 1994), segundo as indicações contidas em Brasil (1992).

O teste de emergência em leito de areia tem sido considerado mais adequado do que o teste padrão de germinação em rolo de papel (Silva Castro, 1989).

Dentre os testes de vigor considerados mais importantes pela *Association of Official Seed Analysts* (AOSA, 1983) e pela *International Seed Testing Association* (ISTA, 1995), pode-se destacar o teste de condutividade elétrica como um dos mais indicados para estimar o vigor, devido sua objetividade e rapidez, além da facilidade de execução. Este teste determina o estado de degeneração dos sistemas de membranas celulares das sementes, que são conseqüência inicial do processo de deterioração.

O teste de condutividade elétrica determina a quantidade de íons presentes na água de embebição e, indiretamente, o vigor das sementes, baseando-se no fato de que o vigor está relacionado à integridade do sistema de membranas celulares (Marcos Filho, 1987).

As transformações degenerativas mais sutis, não avaliadas pelo teste de germinação, exercem grande influência no potencial de desempenho das sementes com reflexos na capacidade de armazenamento, na emergência de plântulas no campo, no crescimento e na produtividade das plantas. Assim, o teste de condutividade elétrica pode ser conduzido facilmente pelos vários laboratórios de análise de sementes, com o mínimo de gasto em equipamentos e treinamento de funcionários (Hampton & Tekrony, 1995).

Com o objetivo de estudar a influência de diferentes concentrações do herbicida pendimethalin sobre cultivares de trigo, ensaios foram feitos para avaliar o efeito deste produto sobre a germinação, emergência e condutividade elétrica de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi instalado e conduzido no Laboratório de Fisiologia de Sementes do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas, para os testes de germinação (TG), primeira contagem da germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raízes e parte aérea de plântulas da germinação, massa da matéria fresca e seca de plântulas da germinação e condutividade elétrica, e em casa de vegetação, para os testes de índice de velocidade de emergência (IVE), emergência de plântulas (E) e massa da matéria fresca e seca de plântulas da emergência, aos 21 dias após a semeadura.

Foram utilizadas sementes de trigo das cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40, provenientes da Embrapa Passo Fundo.

O herbicida pendimethalin é também conhecido como herbadox e contém em cada 1 L da sua composição: N-(1-etilpropil)-3,4-dimetil-2,6-dinitrobenzenoamina, sendo 500 g L^{-1} formado por pendimethalin e 500 g L^{-1} por ingredientes inertes.

As sementes foram embebidas em soluções contendo as concentrações de zero, 50, 100, 150 e 200 mg i.a. m^{-2} do herbicida pendimethalin durante 7 horas, sendo esse período

determinado por curva de embebição. Após a embebição, as sementes foram submetidas aos testes.

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de quatro subamostras de 50 sementes, totalizando 800 sementes por tratamento e 4000 sementes por cultivar, em rolo de papel germitest, umedecido com água, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, em germinador a 25 ºC. A contagem foi realizada aos oito dias após a semeadura, conforme os critérios estabelecidos por Brasil (1992). A primeira contagem da germinação foi efetuada juntamente com o teste de germinação, sendo feita aos quatro dias após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação.

O índice de velocidade de germinação foi determinado por meio de contagens diárias do número de plântulas emergidas por dia, até que esse número fosse constante. Dividiu-se esse número pelo número de dias transcorridos da data de semeadura, obtendo-se os índices. Somou-se os índices diários, calculando-se o IVG final para cada repetição.

O comprimento de raízes e parte aérea de plântulas foi conduzido juntamente com o teste de germinação aos oito dias e, após, procedeu-se à medição (Singh & Yadav, 1978). Tais comprimentos foram obtidos dividindo-se a soma das medidas tomadas das subamostras pelo número de plântulas normais mensuradas, e os resultados foram expressos em mm plântula^{-1}. A massa da matéria fesca total (MF) foi determinada aos oito dias por gravimetria, nas mesmas plântulas em que se mediu os comprimentos de raízes e parte aérea, utilizando-se para isso, balança de precisão de ± 1 mg (Singh & Yadav, 1978), sendo os resultados expressos em mg plântula^{-1}. Depois, o material foi acondicionado em sacos de papel, levado à estufa e mantido à temperatura de 55 ºC, permanecendo por 72 horas. Após esfriar em dessecador, a massa seca total de cada repetição foi aferida em balança de precisão de ± 1 mg (Singh & Yadav, 1978), e os resultados expressos em mg plântula^{-1}. O delineamento

experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições estatísticas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

A emergência de plântulas em casa de vegetação foi realizada com apenas uma contagem aos 21 dias após a semeadura, sendo utilizadas quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, conforme Popiginis (1985), e os resultados expressos em porcentagem de emergência de plântulas.

O índice de velocidade de emergência de plântulas foi determinado utilizando-se 200 sementes para cada tratamento em quatro subamostras de 50 sementes. A semeadura foi realizada manualmente em bandejas multicelulares contendo areia, à profundidade de 30 milímetros e em linha. Observações diárias foram realizadas a partir do dia em que a primeira plântula emergiu, contando-se diariamente o número de plântulas em cada linha, até que esse número permanecesse constante. O índice de velocidade de emergência foi determinado pelo somatório do número de plântulas normais emergidas diariamente e dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência, de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962). O resultado foi dado pela média dos índices das repetições, e expresso em porcentagem de plântulas emergidas.

A matéria fresca de plântulas foi avaliada aos 21 dias, sendo a massa determinada em balança de precisão de ± 1 mg (Singh & Yadav, 1978), e os resultados expressos em mg plântula^{-1}. Posteriormente, as plântulas de cada repetição foram acondicionadas em sacos de papel, levadas à estufa e mantidas à temperatura de 55 ºC, permanecendo por 72 horas. Após esfriar em dessecador, a massa seca foi aferida em balança de precisão de ± 1 mg (Singh & Yadav, 1978), e os resultados expressos em mg plântula^{-1}.

O teste de condutividade elétrica foi determinado nos tempos de três, seis e 24 horas de incubação, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, as quais foram embebidas em soluções de diferentes concentrações de pendimethalin pelo período de

uma hora. A seguir, as sementes foram lavadas com água destilada e imersas em 80 ml de água deionizada à temperatura constante de 20 ºC. Depois de cada período, a condutividade elétrica da solução foi determinada em um condutivímetro Digimed MD-31, e os resultados expressos em $\mu S\ m^{-1}\ g^{-1}$ de semente (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação não foi influenciada pelo incremento da concentração do herbicida. Das três cultivares, Embrapa 40 destacou-se por apresentar o melhor desempenho neste teste (Tabela 1). Na primeira contagem da germinação ocorreu comportamento semelhante ao teste anterior (Tabela 2).

TABELA 1 – Germinação de sementes de trigo, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	Germinação (%)		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	76,75 A	82,00 A	89,50 A
50	76,25 A	80,25 A	89,50 A
100	74,00 A	78,75 A	89,50 A
150	73,25 A	78,50 A	88,25 A
200	70,75 A	78,00 A	88,50 A
CV (%)	6,78	4,92	2,58

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 2 – Primeira contagem da germinação de sementes de trigo, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	Primeira contagem da germinação (%)		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	74,50 A	81,00 A	89,50 A
50	74,50 A	79,50 A	89,50 A
100	73,00 A	79,50 A	89,50 A
150	72,50 A	79,00 A	88,00 A
200	70,50 A	77,50 A	88,00 A
CV (%)	4,24	4,23	2,86

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

O índice de velocidade de germinação não foi afetado pelo aumento das concentrações de pendimethalin em BRS 177 e Embrapa 40. Já em BRS 179, a partir de 50 mg i.a. m^{-2} ocorreu diminuição no IVG (Tabela 3).

TABELA 3 – Índice de velocidade de germinação de sementes de trigo, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	IVG		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	17,63 A	18,49 A	22,63 A
50	17,50 A	17,11 AB	22,40 A
100	17,40 A	17,08 AB	22,23 A
150	17,10 A	16,99 AB	21,78 A
200	17,05 A	16,03 B	21,73 A
CV (%)	3,39	5,60	2,67

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

O comprimento da parte aérea das plântulas do genótipo BRS 179 não foi reduzido significativamente ($p < 5\%$) conforme aumento na concentração de pendimethalin. Entretanto,

nas cultivares BRS 177 e Embrapa 40, o comprimento diminuiu significativamente conforme o incremento na concentração do herbicida a partir de 50 mg i.a. m^{-2}, sendo essa diminuição mais acentuada para a cultivar BRS 177 (Tabela 4).

TABELA 4 – Comprimento da parte aérea de plântulas do teste de germinação de sementes de trigo, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	PA (mm plântula $^{-1}$)		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	6,07 A	9,82 A	12,91 A
50	5,81 AB	9,53 A	10,69 AB
100	5,13 B	9,48 A	10,64 AB
150	4,35 C	9,41 A	9,89 AB
200	4,13 C	9,30 A	8,76 B
CV (%)	6,36	8,27	14,41

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

TABELA 5 – Comprimento da raiz de plântulas provenientes do teste de germinação de sementes de trigo, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	R (mm plântula $^{-1}$)		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	8,26 A	10,19 A	10,33 A
50	7,19 AB	9,63 A	9,80 A
100	7,08 B	9,49 A	9,47 A
150	6,43 BC	9,42 A	7,13 A
200	5,81 C	9,27 A	7,08 B
CV (%)	7,37	8,53	10,12

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

O comprimento da raiz das plântulas de trigo foi influenciado de maneira similar ao comprimento da parte aérea das plântulas, no que tange às concentrações de pendimethalin (Tabela 5). Estes dados discordam com Rodríguez et al. (1990), que concluiu que o herbicida pendimethalin afetou a germinação e o desenvolvimento de plantas de sorgo, sendo que o efeito com maior gravidade deu-se nas sementes, o que ocasionou reduções significativas no crescimento da plântula.

A massa fresca das plântulas da cultivar Embrapa 40 não foi reduzida pelo aumento na concentração do herbicida, no entanto, esta massa diminuiu significativamente ($p < 5\%$) a partir da dose de 100 mg i.a. m^{-2} para o genótipo BRS 179 e a partir da concentração de 150 mg i.a. m^{-2} para o genótipo BRS 177 (Tabela 6).

TABELA 6 – Massa fresca total de plântulas provenientes do teste de germinação de sementes de trigo, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	MF (mg plântula $^{-1}$)		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	2,01 A	3,96 A	4,61 A
50	1,90 A	3,92 A	4,25 A
100	1,71 A	3,57 AB	4,24 A
150	1,20 B	3,12 AB	4,08 A
200	1,19 B	3,04 B	3,60 A
CV (%)	11,82	10,97	12,11

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

A massa seca total de plântulas (Tabela 7) apresentou variação estatística entre todos os tratamentos. Em BRS 177, a partir de 100 e em BRS 179 a partir de 50 mg i.a. m^{-2}, o herbicida diminuiu significativamente a massa seca. Porém, para a cultivar Embrapa 40, somente na dose de 200 mg i.a. m^{-2} ocorreu redução. Essas diminuições ocorreram devido a efeitos fitotóxicos sobre as plantas. Segundo Grossbard (1976), esses efeitos podem refletir

certa sensibilidade da cultivar em face da aplicação em pré-emergência, como também foi estabelecido por Araújo (1984).

Informações semelhantes são apresentadas na literatura, embora considerando outras culturas, como o feijão (Deuber & Forster, 1974; 1978; Victoria Filho & Godoy Junior, 1978) e a soja (Rosolem et al., 1985).

TABELA 7 – Massa seca total de plântulas provenientes do teste de germinação de sementes de trigo, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	MS (mg plântula $^{-1}$)		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	1,06 A	1,26 A	0,51 A
50	1,06 A	1,22 AB	0,45 A
100	1,03 AB	1,21 AB	0,47 A
150	0,98 BC	1,19 B	0,45 A
200	0,97 C	1,15 B	0,38 B
CV (%)	2,48	2,45	6,19

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

TABELA 8 – Emergência de plântulas de trigo aos 21 dias, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	Emergência (%)		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	67,75 A	83,50 A	67,75 A
50	36,75 B	49,50 B	13,25 B
100	16,25 C	41,75 C	5,25 B
150	13,75 C	27,00 D	5,50 B
200	13,50 C	18,25 E	6,00 B
CV (%)	19,39	17,08	19,20

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

Houve uma redução significativa ($p < 5\%$) na porcentagem de emergência a partir da dose de 50 mg i.a. m^{-2} para todas as cultivares de trigo, sendo esse efeito mais acentuado com o incremento da concentração de pendimethalin (Tabela 8). Também ocorreu redução no índice de velocidade de emergência nas cultivares em estudo a partir de 50 mg i.a. m^{-2}, acentuando-se conforme aumento na concentração do herbicida (Tabela 9).

TABELA 9 – Índice de velocidade de emergência de plântulas de trigo aos 21 dias, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	IVE		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	5,58 A	8,12 A	7,93 A
50	3,88 AB	4,04 B	3,77 B
100	2,16 BC	3,23 BC	3,25 B
150	1,37 C	2,25 C	3,13 B
200	1,59 C	2,28 C	1,99 B
CV (%)	28,97	18,50	24,42

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

TABELA 10 – Massa fresca total de plântulas de trigo aos 21 dias após a emergência, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	MF (mg plântula $^{-1}$)		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	6,90 A	10,09 A	9,87 A
50	1,83 B	4,21 B	3,31 B
100	1,57 B	3,34 BC	2,29 BC
150	1,16 B	1,57 CD	1,33 C
200	0,92 B	1,15 D	1,55 C
CV (%)	24,12	23,11	23,13

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

Houve diminuição significativa na massa fresca (Tabela 10) e na massa seca (Tabela 11) obtidas aos 21 dias após a emergência das plântulas de trigo desde a concentração de 50 mg i.a. m^{-2}.

TABELA 11 – Massa seca total de plântulas de trigo aos 21 dias após a emergência, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 em função da concentração do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	MS (mg plântula $^{-1}$)		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	2,68 A	2,88 A	3,12 A
50	0,56 B	0,86 B	0,70 B
100	0,20 BC	0,75 B	0,45 C
150	0,05 C	0,39 C	0,21 D
200	0,04 C	0,12 D	0,13 D
CV (%)	25,34	17,65	15,35

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

Pendimethalin causou redução significativa no total de plântulas normais emergidas aos 21 dias após a semeadura, sendo que influência similar deste produto foi relatada também em cultivares de trigo, por Ishiy (1978), Amaral & Terres (1979), Amaral (1980) e Amaral & Gomes (1980).

A condutividade elétrica aumentou significativamente ($p < 5\%$) conforme o incremento no tempo de permanência das sementes na água deionizada, e também com o aumento na concentração do herbicida, em todos os genótipos testados (Tabela 12, 13 e 14), sugerindo que o produto causou danos à integridade das membranas, não ocorrendo conseqüentemente, um total rearranjo do sistema.

Dentre os testes rápidos, o de condutividade elétrica tem sido bastante utilizado para a avaliação do vigor das sementes, apresentando resultados consistentes (Tekrony, 1983; Hampton, 1992).

TABELA 12 – Condutividade elétrica no tempo de três horas de sementes de trigo, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 determinada em diferentes concentrações do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	3 horas		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	3,25 C	2,96 B	1,82 C
50	3,82 BC	2,99 B	1,87 C
100	4,63 B	3,19 B	2,04 C
150	4,08 B	4,38 B	2,18 B
200	7,17 A	9,48 A	3,24 A
CV (%)	8,16	6,89	6,48

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

TABELA 13 - Condutividade elétrica no tempo de seis horas de sementes de trigo, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 determinada em diferentes concentrações do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	6 horas		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	4,67 C	4,64 B	2,52 A
50	5,08 C	5,01 B	2,66 A
100	5,84 B	5,14 B	2,79 A
150	6,00 B	5,39 B	2,89 A
200	9,60 A	9,74 A	3,66 A
CV (%)	5,23	3,68	6,78

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

TABELA 14 - Condutividade elétrica no tempo de 24 horas de sementes de trigo, cultivares BRS 177, BRS 179 e Embrapa 40 determinada em diferentes concentrações do herbicida pendimethalin

Conc. do herbicida (mg i.a. m^{-2})	24 horas		
	BRS 177	BRS 179	Embrapa 40
0	10,79 C	11,05 B	5,81 A
50	11,12 AB	13,91 A	5,99 A
100	12,81 B	14,04 A	6,22 A
150	13,97 C	14,81 A	6,88 A
200	15,08 A	16,35 A	7,40 A
CV (%)	5,53	6,38	4,69

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey

CONCLUSÕES

- No índice de velocidade de germinação a cultivar BRS 179 foi atingida negativamente conforme incremento na dose de pendimethalin;

- no comprimento da parte aérea e da raiz da germinação, BRS 177 e Embrapa 40 apresentaram variação estatística significativa frente aos tratamentos. Na massa fresca da germinação, BRS 177 e BRS 179 foram atingidas pelo herbicida nas doses mais fortes, enquanto que na massa seca, todos os genótipos se mostraram afetados pelo produto;

- no teste de emergência, índice de velocidade de emergência, massa fresca e seca da emergência, as três cultivares apresentaram variação estatística significativa conforme aumento na concentração do herbicida;

- a condutividade elétrica aumentou em função do incremento da concentração do herbicida pendimethalin.

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) SOB AÇÃO DO HERBICIDA PENDIMETHALIN

INTRODUÇÃO

O fundamento da análise de crescimento é a medida seqüencial da acumulação de matéria orgânica e sua determinação é realizada por meio da avaliação do acúmulo de massa seca da planta e do crescimento da área das folhas. Esta determinação é importante porque as folhas são as principais responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de matéria orgânica por meio da fotossíntese. Se a superfície foliar e o acúmulo de massa seca da planta são conhecidos, durante certo período de tempo, torna-se possível avaliar a eficiência fotossintética das folhas e sua contribuição para o crescimento da planta (Magalhães, 1985; Benincasa, 1988).

A análise de crescimento produz conhecimentos de valor prático e informações exatas, referente ao crescimento e comportamento dos genótipos, que podem ser utilizadas pelos produtores, de modo a permitir a escolha da cultivar que melhor se adapte a cada região (Sharma et al., 1993).

As plantas passam por três fases distintas durante o ciclo de crescimento. Inicialmente, o crescimento é reduzido, com pequeno acúmulo de matéria orgânica, passando a uma fase de rápido crescimento e, finalmente, atingindo a senescência, quando então, praticamente, paralisa a produção de matéria orgânica. A redução no crescimento é conseqüência de respostas fisiológicas, incluindo modificações no balanço de íons, potencial hídrico, nutrição mineral, fechamento estomático, eficiência fotossintética, alocação e utilização de carbono (Flower et al., 1986; Bethke & Drew, 1992).

A produtividade das plantas está diretamente relacionada com a capacidade de manter uma elevada atividade fotossintética das folhas e com a intensidade de crescimento dos grãos durante o período reprodutivo (Machado et al., 1990; Silveira & Machado, 1990). Na maturação fisiológica, a relação entre a massa acumulada nos grãos e a massa seca total da planta varia significativamente com o genótipo e com o ambiente.

A área foliar é um índice importante em estudos de nutrição e crescimento vegetal, uma vez que determina o acúmulo de matéria seca, o metabolismo vegetal, a capacidade fotossintética potencial, o rendimento e a qualidade da colheita (Ibarra, 1985; Jorge & Gonzalez, 1997).

Este experimento foi realizado sem a presença de ervas daninhas em competição com a cultura, com o objetivo de avaliar o comportamento da cultivar de trigo BRS 179, em condições de casa de vegetação, sob diferentes concentrações do herbicida pendimethalin.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no período de abril a dezembro de 2006 no Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas.

As sementes de trigo foram semeadas em número de dez por vaso, e, posteriormente, desbastadas para seis plantas. Os vasos plásticos tinham capacidade para 8 L e continham aproximadamente 7,5 Kg de substrato. O substrato utilizado foi solo do tipo Planossolo, adubado com nitrogênio (3 g N m^{-2}), fósforo (3 g P m^{-2}), potássio (2,5 g K m^{-2}) e calcário (300 g m^{-2}).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial (1 x 5 x 9), constituído por uma cultivar (BRS 179), cinco doses de herbicida pendimethalin (zero, 50, 100, 150 e 200 mg i.a. m^{-2}) e nove épocas de colheita (14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112 e 126 dias após a emergência), com três repetições. A dose de 100 mg i.a. m^{-2} é a recomendada comercialmente como ideal à aplicação em culturas.

As coletas foram realizadas a intervalos regulares de 14 dias após a emergência, sendo que na véspera, mediu-se a altura das plantas. Em todas as coletas, o material foi separado em parte aérea e raiz. As raízes foram retiradas em blocos de terra, lavadas, peneiradas e medidas

em comprimento. A área foliar (A_f) de cada tratamento foi medida em medidor de área Licor-3100.

Em balança de precisão foi aferida a massa fresca, sendo após, o material acondicionado em sacos de papel e colocado na estufa a 55 ± 2 ºC, até atingir massa constante, determinando-se a matéria seca.

Os dados de matéria seca total acumulada (W_t) foram ajustados pela equação logística simples, $W_t = W_m / (1 + Ae^{-Bt})$, sendo W_m a estimativa assintótica do crescimento máximo, **A** e **B** constantes de ajustamento, **e** a base natural de logaritmo neperiano e **t** o tempo em dias após a emergência (Richards, 1969). Os dados primários de área foliar (A_f) foram ajustados com o emprego de polinômios ortogonais (Richards, 1969).

Os valores instantâneos da taxa de produção de matéria seca (C_t) e taxa de crescimento de área foliar (C_A) foram obtidos por meio de derivadas das equações ajustadas da matéria seca total (W_t) e de área foliar (A_f) em relação ao tempo (Radford, 1967).

Para determinação dos valores instantâneos da taxa de crescimento relativo (R_w) e taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) foram empregadas as fórmulas $R_w = C_t / W_t$ e $R_a = C_a / A_f$. Os valores instantâneos da taxa assimilatória líquida (E_a), razão de área foliar (F_a), razão de massa foliar (F_w) e área foliar específica (S_a) foram estimados por meio de equações: $E_a = C_t / A_f$, $F_a = A_f / W_t$, $F_w = W_f / W_t$ e $S_a = A_f / W_f$, conforme Radford (1967).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matéria seca (W_t) manteve-se crescente ao longo do período avaliado do ciclo de desenvolvimento do trigo, revelando uma tendência logística com alto coeficiente de correlação ($R^2 = 0,91$) para todas as concentrações de pendimethalin (Figura 1). Inicialmente, o crescimento foi lento até 42 dias após a emergência (DAE), posteriormente ocorrendo uma fase de crescimento acelerado entre 42 e 98 DAE e finalmente, o crescimento voltou a ser lento após 98 DAE para todos os tratamentos. Estes dados concordam com Duarte (2004), que em um estudo com cultivares de trigo, concluiu que a matéria seca total apresentou um comportamento crescente.

A matéria seca total foi reduzida com o incremento nas doses de pendimethalin. Entretanto, no controle (zero de herbicida), não houve competição com plantas invasoras por espaço físico, luz, água e nutrientes, e nem ocorreu fitotoxidade inicial em função do produto.

A produção de matéria seca está associada, principalmente, com a variação na área foliar (Watson, 1952). À medida que aumenta o índice de área foliar, a absorção de luz e a produção de matéria seca também aumentam embora o índice de área foliar ótimo varie com a espécie, com o cultivar e com a estação do ano (Loomis & Williams, 1963). Variações nas

populações de plantas e também nos níveis de vigor de sementes causam diferenças na produção de matéria seca (Schuch et al., 2000 c).

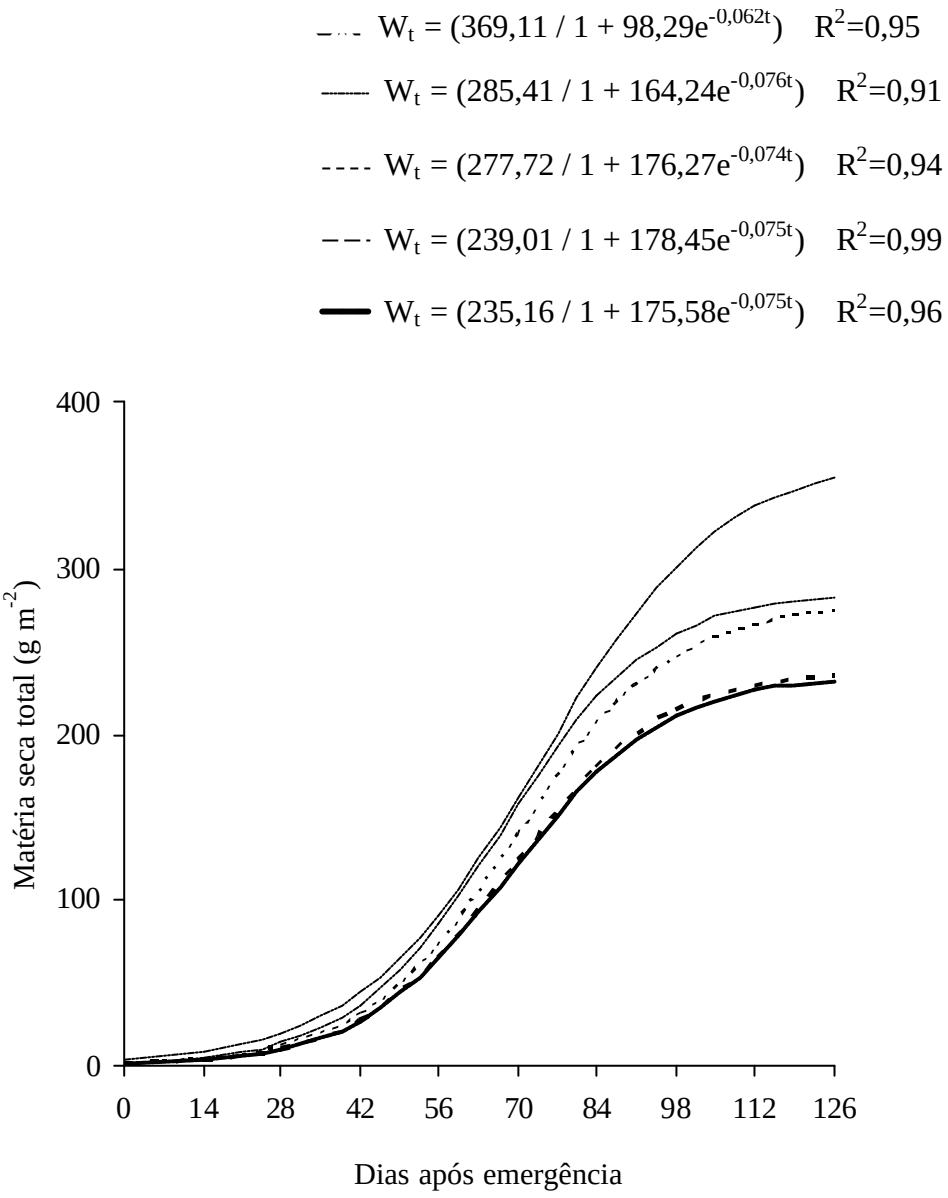

Figura 1 – Acúmulo de matéria seca nas plantas de trigo crescidas em concentrações do herbicida, (–··-) zero, (——) 50, (----) 100, (– – -) 150 e (▬) 200 mg i.a. m^{-2}.

Na colheita final, realizada aos 126 DAE, os W_t máximos foram de 357,0; 282,0; 274,6; 237,6 e 233,8 g m^{-2} em ordem crescente de concentração de pendimethalin, revelando uma redução de 21,0; 23,1; 33,4 e 34,5% na matéria seca em relação ao controle.

A taxa de produção de matéria seca (C_t) foi crescente até em torno dos 70 DAE aproximadamente, posteriormente declinando até o final do ciclo de desenvolvimento das plantas, mas sempre apresentando valores positivos (Figura 2). Comportamento similar foi observado por Duarte (2004) com a cultivar BRS 179, porém com C_t crescente até 62 DAE. Essa taxa é uma característica amplamente usada para expressar a eficiência da produção da população de plantas e revela o incremento de matéria seca por unidade de área e de tempo. O C_t máximo foi de 5,6; 5,4; 5,1; 4,5 e 4,4 g m^{-2} d^{-1}, alcançados aos 70, 66, 68, 66 e 64 DAE em ordem de incremento na concentração do herbicida, respectivamente. Esses valores representam uma redução de 3,6; 8,9; 19,6 e 21,4% em relação ao controle.

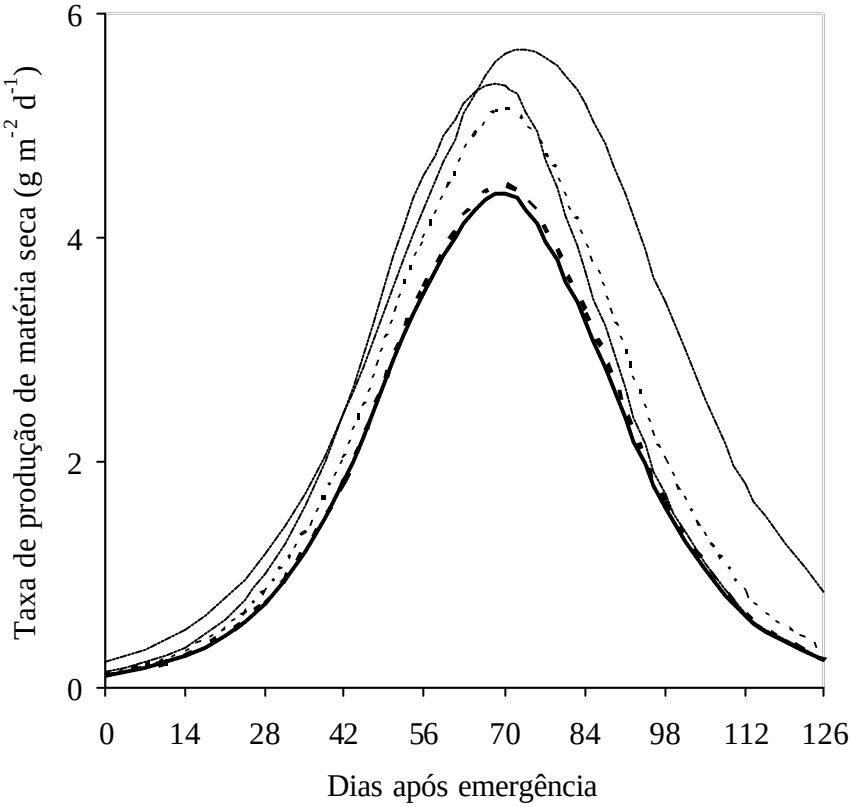

Figura 2 – Taxa de produção de matéria seca nas plantas de trigo crescidas em concentrações do herbicida, sendo (–·-·-) zero, (——) 50, (- - - -) 100, (– – -) 150 e (▬) 200 mg i.a. m^{-2}.

A taxa de crescimento relativo (R_w), que expressa o incremento de massa seca em relação à biomassa, foi sempre decrescente ao longo do período de desenvolvimento (Figura 3). R_w diminuiu devido ao acúmulo contínuo de matéria seca no decorrer do período e pela redução da capacidade relativa da planta em produzir material novo. Desse modo, o menor R_w foi o do controle, em virtude do seu alto acúmulo de biomassa. Estes dados concordam com Antoniazzi & Deschamps (2006), que num estudo com cevada, submetida à ação de fungicidas, observaram que a taxa de crescimento relativo diminuiu conforme aumento da matéria seca no decorrer da ontogenia das plantas.

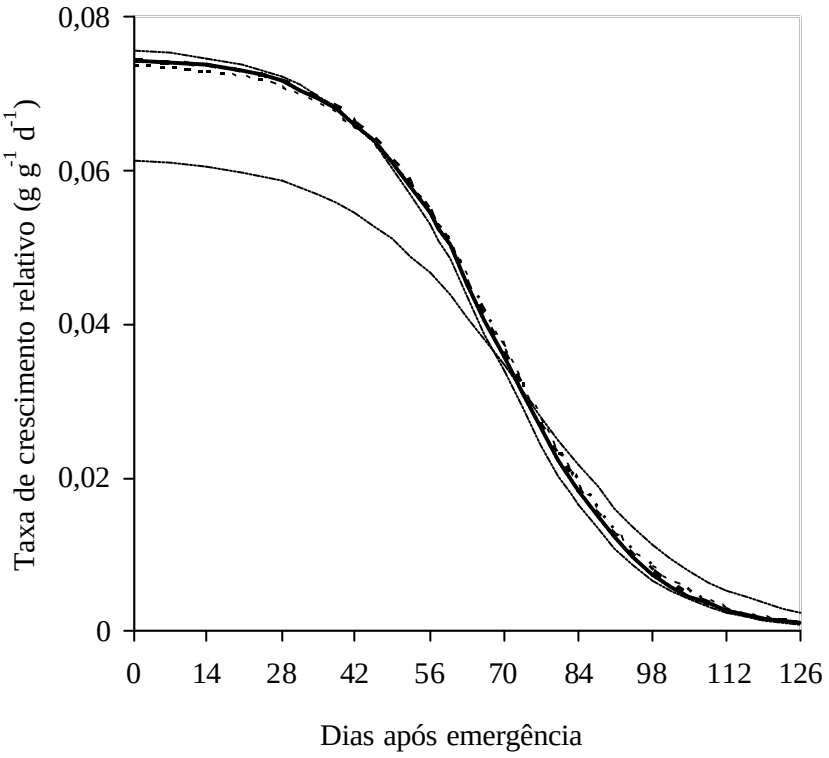

Figura 3 – Taxa de crescimento relativo nas plantas de trigo crescidas em concentrações do herbicida, sendo (–·-·) zero, (------) 50, (- - - -) 100, (– – ·) 150 e (▬▬) 200 mg i.a. m^{-2}.

O decréscimo mais acentuado foi verificado no período compreendido entre 42 e 98 DAE. O decréscimo de R_w com a idade da planta é resultado, em parte, do aumento gradativo de tecidos não fotossintetizantes com a ontogenia da planta (Williams, 1946; Lopes et al., 1986; Reyes-Cuesta et al., 1995). Os R_w máximos foram de 0,06; 0,08; 0,07; 0,07 e 0,07 g g^{-1} d^{-1} obtidos no início do ciclo de vida (primeiro DAE), em ordem crescente da concentração do herbicida.

Um importante parâmetro na análise de crescimento é o índice de área foliar (L), definido como a razão entre a área foliar de uma população de plantas e a área de solo por ela ocupada. L expressa a disponibilidade de superfície assimiladora de CO_2, da radiação fotossinteticamente ativa e de perdas de água (transpiração) da população de plantas. Esse índice tem relação com a capacidade fotossintética da população vegetal por estar relacionado à área de assimilação de CO_2 e de interceptação da radiação ou à redução da própria taxa fotossintética, quando altos índices provocam muito sombreamento e grande perda de água e conseqüente deficiência hídrica (Muller et al., 2005). Os dados do índice de área foliar (L) foram ajustados com o emprego de polinômios ortogonais, apresentando tendência cúbica com altos coeficientes de correlação (R^2 = 0,89). Os L máximos foram 3,07; 3,14; 2,88; 2,86 e 2,72, em ordem crescente nas doses de pendimethalin, obtidos aos 70, 75, 75, 77 e 84 DAE, respectivamente, com aumento de 2,3% e reduções de 6,2; 6,8 e 11,4% (Figura 4). Este resultado está de acordo com o observado por Epiphanio & Formaggio (1991) na cultura do trigo. Como o trigo é uma planta de hábito determinado, o crescimento vegetativo cessa com o aparecimento de estruturas reprodutivas, não ocorrendo produção de novas folhas ao mesmo tempo em que ocorre incremento na senescência foliar. Segundo Antoniazzi & Deschamps (2006), cultivares de cevada atingiram médias de área foliar máxima aos 70 DAE, e após essa fase, houve uma diminuição devido ao estádio de desenvolvimento, já que, a partir do emborrachamento, as folhas mais velhas estavam em processo de senescência.

Normalmente, o aparecimento dos órgãos reprodutivos, que são drenos metabólicos fortes e com grande força de mobilização de assimilados, induzem a uma aceleração na senescência foliar, conseqüentemente reduzindo a área foliar. Área foliar reduzida é um limitante fisiológico na utilização da energia solar, que repercute na produção final (Folquer, 1978).

–··– $L = -5E\text{-}06x^3 + 0{,}0002x^2 + 0{,}0623x – 0{,}6122$ $R^2=0{,}91$

—— $L = -4E\text{-}06x^3 + 0{,}0001x^2 + 0{,}0651x – 0{,}6642$ $R^2=0{,}92$

- - - $L = -4E\text{-}06x^3 + 3E\text{-}05x^2 + 0{,}0687x – 0{,}7327$ $R^2 = 0{,}93$

— — $L = -3E\text{-}06x^3 – 1E\text{-}04x^2 + 0{,}073x – 0{,}7856$ $R^2 = 0{,}94$

▬ $L = -6E\text{-}06x^3 + 0{,}0006x^2 + 0{,}0261x – 0{,}1523$ $R^2 = 0{,}89$

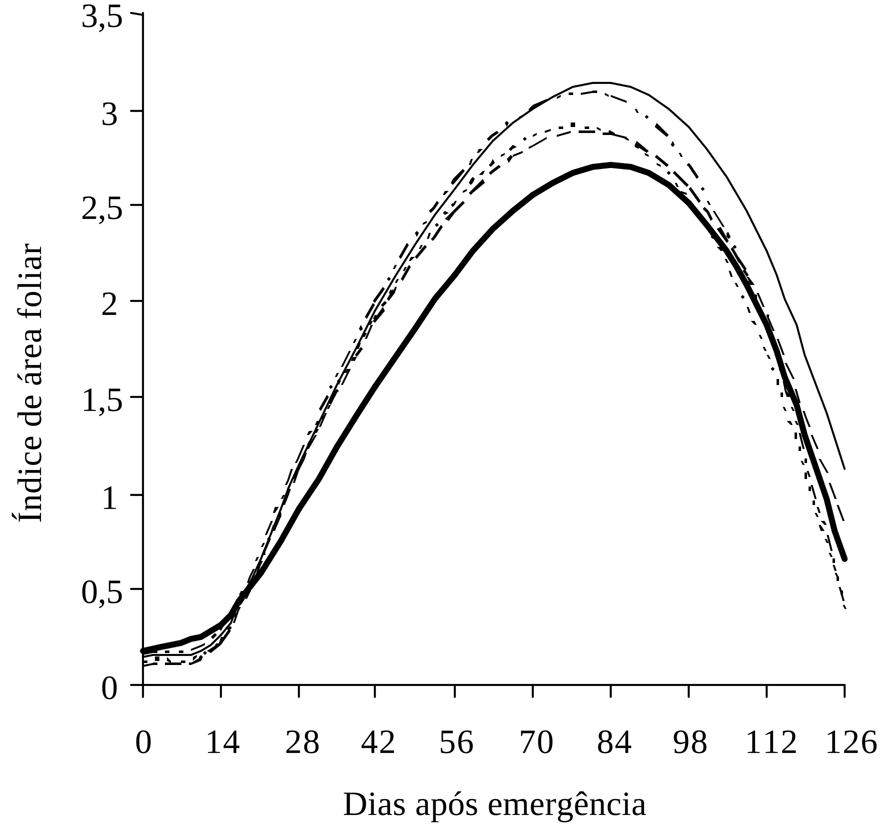

Figura 4 – Índice de área foliar nas plantas de trigo crescidas em concentrações do herbicida, sendo (–··–) zero, (——) 50, (- - -) 100, (— —) 150 e (▬) 200 mg i.a. m^{-2}.

A taxa de crescimento de área foliar (C_a) revela a velocidade de crescimento da folha ao longo do ciclo de desenvolvimento da planta. Essa taxa foi reduzida com o passar do tempo após a emergência, apresentando valores negativos quando a taxa de senescência sobrepujou a taxa de emissão de novas folhas, sendo essa queda mais acentuada com o incremento na concentração do herbicida.

O C_a máximo foi de 0,043; 0,041; 0,038; 0,034 e 0,032 m^2 m^{-2} d^{-1} em ordem crescente de herbicida, atingidos aos 68, 68, 66, 65 e 66 DAE, respectivamente (Figura 5). Estes dados discordam daqueles encontrados por Duarte (2004), que obteve taxa de crescimento de área foliar em torno de 0,13 m^2 m^{-2} d^{-1} em cultivares de trigo.

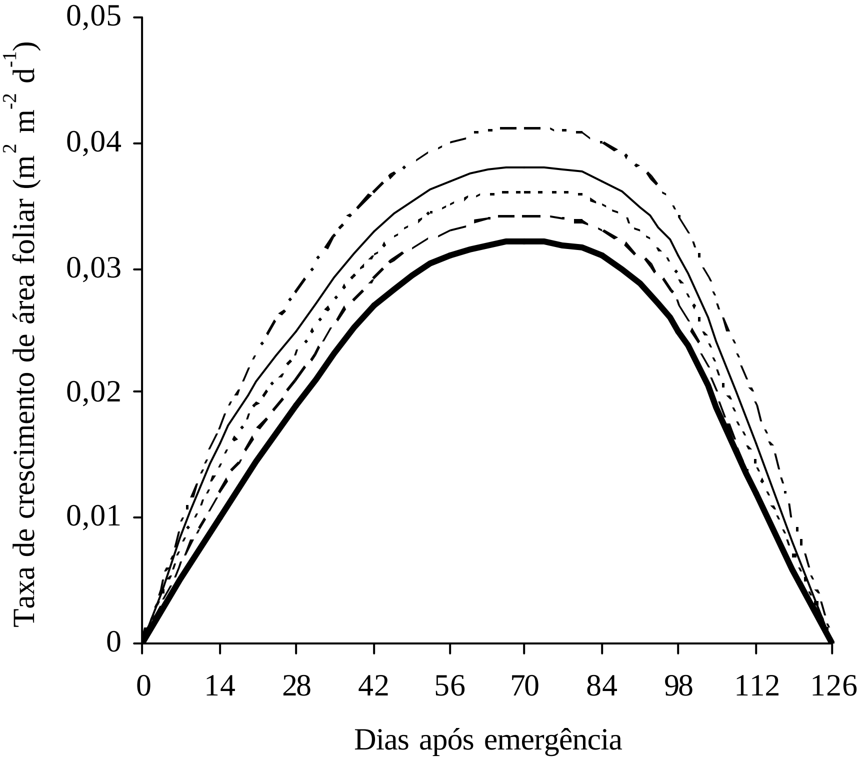

Figura 5 – Taxa de crescimento de área foliar nas plantas de trigo crescidas em concentrações do herbicida, sendo (_.._) zero, (___) 50, (----) 100, (_ _ .) 150 e (▬▬) 200 mg i.a. m^{-2}.

A taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) teve um acréscimo em todos os tratamentos na fase inicial do ciclo de desenvolvimento da planta (Figura 6). Após, diminuiu conforme o aumento do período depois da emergência. O R_a máximo foi de 0,23; 0,26; 0,30; 0,32 e 0,13 $m^2\ m^{-2}\ d^{-1}$, alcançados aos 14 DAE para o controle, 50, 100 e 150 mg i.a. m^{-2} e no primeiro DAE na concentração mais forte do herbicida (200 mg i.a. m^{-2}), representando um acréscimo de 13,0; 30,4; 39,1 e um decréscimo de 43,5% em relação ao controle, respectivamente.

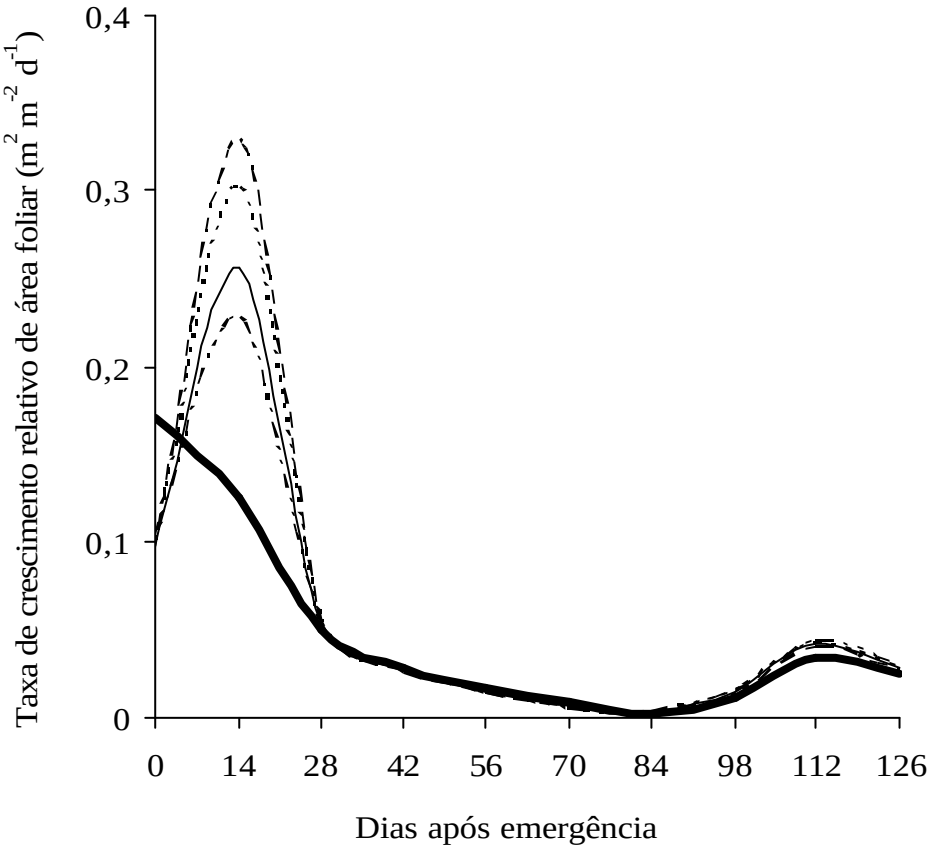

Figura 6 – Taxa de crescimento relativo de área foliar nas plantas de trigo crescidas em concentrações do herbicida, sendo (—·—) zero, (——) 50, (- - - -) 100, (— — ·) 150 e (▬▬) 200 mg i.a. m^{-2}.

A taxa assimilatória líquida (E_a) é o incremento da biomassa por unidade de área foliar e de tempo, ou seja, expressa a taxa de fotossíntese líquida ao longo do ciclo de vida das plantas. Esta característica de crescimento sofre menor influência da ontogenia da planta do que R_w. Também, E_a depende da radiação solar, das condições internas da planta, do próprio índice de área foliar e do balanço de CO_2.

No período inicial do ciclo de vida, E_a apresentou valores mais altos, devido a menor área foliar existente e à elevada capacidade fotossintética dessas folhas, com posterior diminuição e conseqüente aumento no período que corresponde ao alongamento do caule, demonstrando uma eficiência fotossintética a partir de 42 DAE e atingindo valores máximos em torno de 65 DAE. No período em torno de 65 DAE, a planta deixa de se desenvolver em fase vegetativa e passa a condicionar seu metabolismo à fase reprodutiva, até um declínio em torno de 112 DAE (Figura 7). A partir desse período, observa-se na figura um acréscimo, que se deve principalmente à melhoria da eficiência na atividade fotossintética, devido ao início do processo de senescência das folhas mais velhas, resultando com isso, num aumento na taxa assimilatória líquida. Esta maior eficiência das folhas remanescentes (folha bandeira) foi observada por Floss & Alves (1995), avaliando a contribuição relativa das folhas no rendimento e na qualidade de grãos de aveia.

Os E_a máximos foram de 2,05; 1,78; 1,80; 1,60 e 1,72 g m^{-2} d^{-1}, com uma redução de 13,2; 12,2; 22,0 e 16,1% nos tratamentos, em relação ao controle.

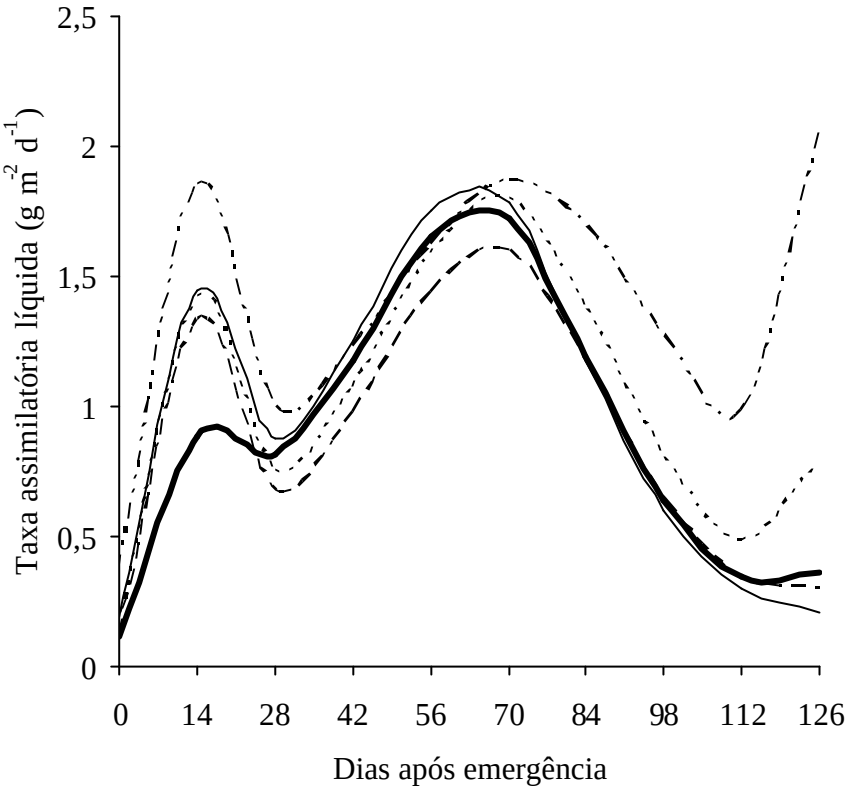

Figura 7 – Taxa assimilatória líquida nas plantas de trigo crescidas em concentrações do herbicida, sendo (.....) zero, (_____) 50, (- - - -) 100, (_ _ _) 150 e (▬▬) 200 mg i.a. m^{-2}.

A razão de área foliar (F_a) é um componente morfofisiológico do crescimento que expressa a razão entre a área foliar e a massa seca total e representa a superfície assimilatória por unidade de matéria seca total, sendo que os valores de F_a geralmente decrescem com a ontogenia das plantas (Hunt, 1982). F_a foi crescente até aproximadamente os 28 DAE para o controle, 50, 100 e 150 mg i.a. m^{-2} e 20 DAE para 200 mg i.a. m^{-2}, sendo que após esse período, houve um decréscimo progressivo até a última época de colheita (Figura 8). As maiores taxas de F_a ocorreram com valores de 0,06; 0,08; 0,09; 0,11 e 0,09 m^2 g^{-1} de acordo com aumento na concentração de pendimethalin.

Lopes & Maestri (1973) sugerem que a taxa de crescimento relativo e a razão de área foliar apresentam semelhantemente uma forte tendência de decréscimo à medida que as plantas envelhecem, sendo explicado em parte, pelo aumento gradual de tecidos não assimilatórios.

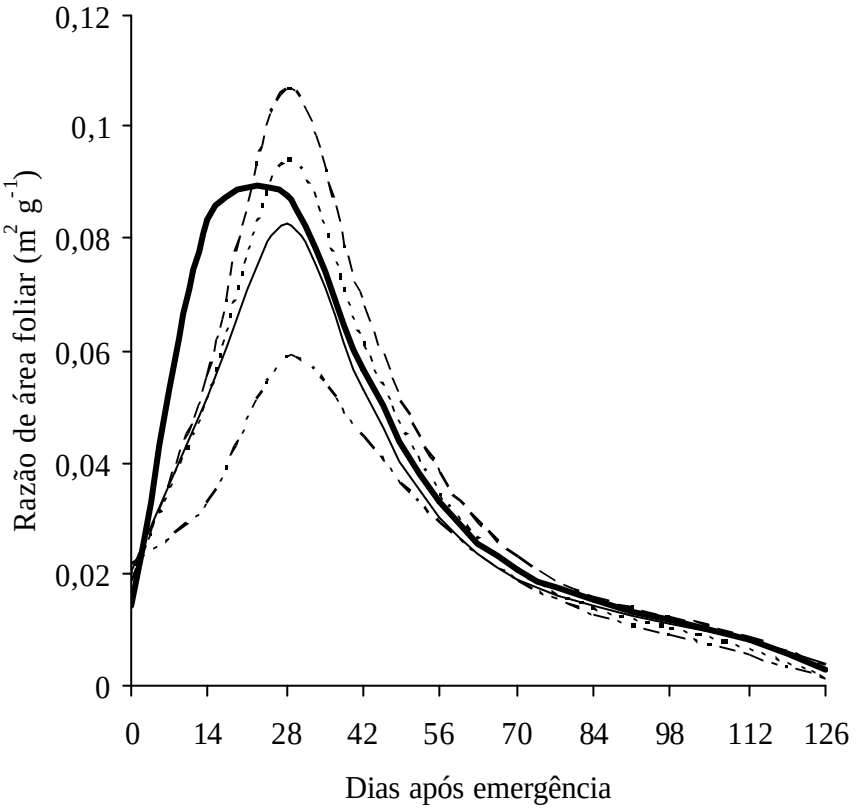

Figura 8 – Razão de área foliar nas plantas de trigo crescidas em concentrações do herbicida, sendo (–·-·-) zero, (——) 50, (- - - -) 100, (– – ·) 150 e (▬▬) 200 mg i.a. m^{-2}.

A razão de massa foliar (F_w) representa a relação entre a matéria seca retida nas folhas (W_f) e a matéria seca acumulada na planta (W_t). Expressa a fração de matéria seca não exportada das folhas para o resto da planta, o que pode ser uma característica genética que está sob influência de variáveis ambientais. F_w aumentou na fase inicial do ciclo de desenvolvimento, mostrando que houve maior alocação de assimilados para as folhas, sendo

no momento, o dreno metabólico preferencial (Figura 9). Os F_w máximos foram atingidos aos 28 DAE, com valores de 1,35; 1,78; 1,89; 1,99 e 1,85 g g^{-1} de acordo com o incremento na dose de pendimethalin, respectivamente. Esses dados são semelhantes aos de Duarte (2004) que encontrou F_w máximo em torno dos 30 DAE em plantas de trigo da cultivar BRS 179 sem estresse salino.

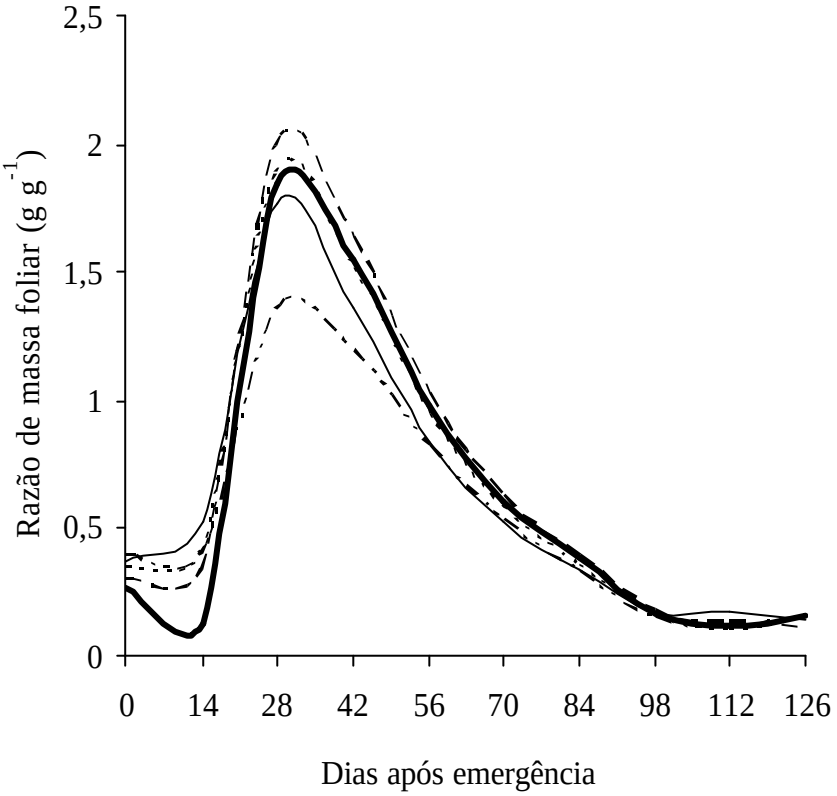

Figura 9 – Razão de massa foliar nas plantas de trigo crescidas em concentrações do herbicida, sendo (–·–·) zero, (——) 50, (- - - -) 100, (– – ·) 150 e (▬▬) 200 mg i.a. m^{-2}.

A área foliar específica (S_a) expressa a relação entre a área foliar (A_f) e a matéria seca da folha (W_f), dando, portanto, uma idéia de espessura da folha. É um componente morfológico e anatômico da razão de área foliar, pois relaciona a superfície (componente

morfológico) com a massa seca da própria folha (componente anatômico). S_a máximos foram de 0,08; 0,10; 0,12; 0,16 e 0,11 $m^2 g^{-1}$, conforme aumento na concentração do herbicida, obtidos aos 14 DAE respectivamente, representado o pico inicial observado na figura (Figura 10). Após essa fase, ocorreu um declínio nos valores de S_a, que são resultados da redução ou paralisação da expansão de A_f aliados ao incremento de W_f (Brighenti et al., 1993). Num segundo pico, evidenciado na fase final do ciclo de vida, houve uma redução maior em W_f do que em A_f, em virtude da forte translocação de assimilados para os órgãos reprodutivos antes de ocorrer a senescência e a abscisão foliar.

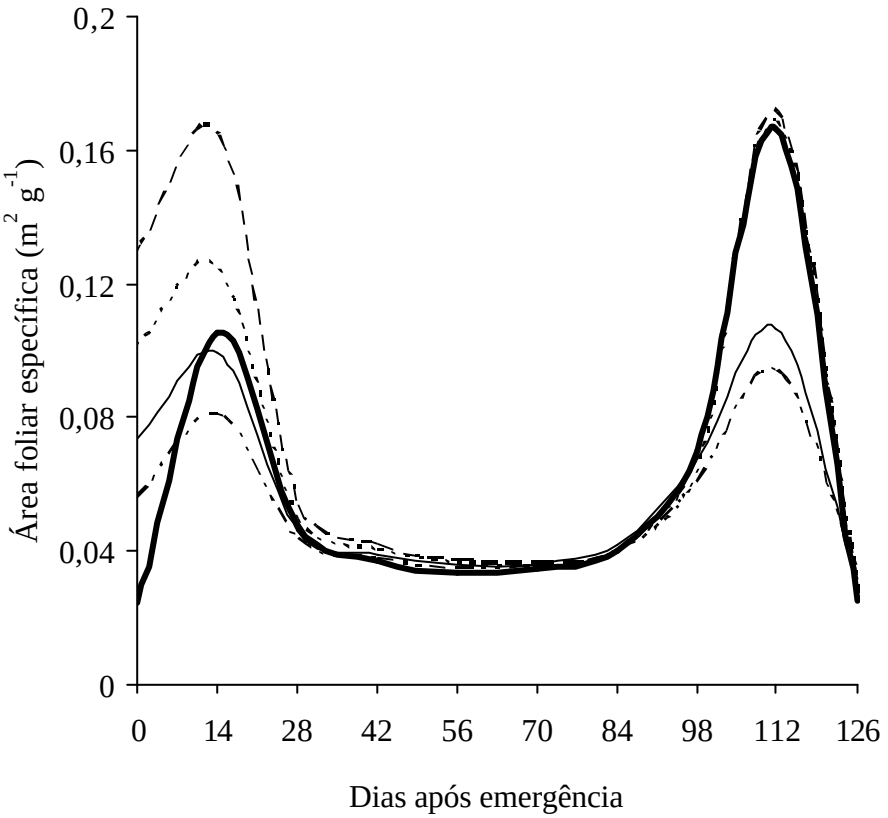

Figura 10 – Área foliar específica nas plantas de trigo crescidas em concentrações do herbicida, sendo (·····) zero, (——) 50, (- - - -) 100, (— — —) 150 e (▬▬) 200 mg i.a. m^{-2}.

CONCLUSÕES

- Em solo franco-arenoso tipo Planossolo a dose máxima para a cultura do trigo é de 100 mg i.a. m^{-2} de pendimethalin, ou seja, a dose recomendada comercialmente para o produto;

- Todas as características de crescimento das plantas de trigo cultivar BRS 179 são afetadas negativamente pelo herbicida, principalmente nas duas concentrações mais fortes: 150 e 200 mg i.a. m^{-2};

- O pendimethalin é um herbicida seguro para uso na cultura do trigo, não apresentando sintomas visuais de fitoxicidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKITA, S. Aspectos ecofisiológicos relacionados ao aumento do potencial de rendimento biológico e comercial da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.). In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF/APA, 1995.

AMARAL, A.S.; TERRES, A.L. Controle químico de plantas daninhas em arroz irrigado. In: REUNIÃO ANUAL DO ARROZ IRRIGADO, 9., 1980, Pelotas. **Anais...** Pelotas, 1979. p.95-97.

AMARAL, A.S. Efeitos de herbicidas e da profundidade de semeadura na emergência do arroz. **Lav. Arroz**, Porto Alegre, v.33, n.318, p.45-51, 1980.

AMARAL, A.S.; GOMES, A.S. Efeitos de umidade do solo e de herbicidas na emergência de plântulas de arroz e no controle de plantas daninhas. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v.3, n.1, p.11-26, 1980.

ANTONIAZZI, N.; DESCHAMPS, C. Análise de crescimento de duas cultivares de cevada após tratamentos com elicitores e fungicidas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1065-1071, 2006.

AOSA – ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigour testing handbook. In: HANDBOOK ON SEED TESTING. Lincoln: Contribution 32, 1983. 88p.

ARAÚJO, J.P.P. Cultura do caupi, *Vigna unguiculata (L.) Walp.*: descrição e recomendações técnicas de cultivo. In: EMBRAPA/CNPAF, CIRCULAR TÉCNICA 18. Goiânia: Embrapa/CNPAF, 1984. 82p.

BARRETO, P.D.; DYNIA, J.F. Sistemas de produção de caupi em monocultura no trópico semi-árido brasileiro. In: ARAÚJO, J.P.P.; WATT, E.E. (Orgs.) **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/ Embrapa, 1988. p.387-404.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 1988.

BETHKE, C.P.; DREW, C.M. Stomatal and nonstomatal components to inhibition of photossynthesis in leaves of Capsicum annum during progressive exposure to NaCl salinity. **Plant Physiology**, Bethesda, n.99, p.219-226, 1992.

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAÚJO, J.B.M. Competição de plantas daninhas com a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **O Biológico**, São Paulo, v.35, n.12, p. 304-308, 1969.

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAÚJO, J.B.M.; GRASSI, N. Observações sobre o período em que as plantas daninhas competem com a soja. **O Biológico**, São Paulo, v.39, p.31-35, 1973.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BRIGHENTI, A.M.; SILVA, J.F.; LOPES, N.F. Crescimento e partição de assimilados em losna. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.5, n.1, p. 41-45, 1993.

BYRUM, J.R.; COPELAND, L.O. Variability in vigour testing of maize (*Zea mays* L.) seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.2, p.543-549, 1995.

DE POLLI, H.; SOUTO, S.M.; FRANCO, A.A. Compatibilidade de agrotóxicos com *Rhizobium* ssp. e a simbiose das leguminosas. In: EMBRAPA – UAPNPBS, DOCUMENTOS 3. Rio de Janeiro: Embrapa – UAPNPBS, 1986. 75p.

DEUBER, R.; FORSTER, R. **Ensaios de herbicidas em cultura de feijão**. Campinas: Instituto Agronômico, 1974. 29 p.

DEUBER, R.; FORSTER, R. Influência do EPTC na nodulação natural do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Planta Daninha**, Campinas, v.1, p.38-43, 1978.

DUARTE, G.L. **Qualidade fisiológica de sementes, crescimento e alterações bioqímicas em trigo sob estresse salino.** 2004. 96 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

EMBRAPA. Tecnologias de Produção na Região Sul do Brasil. In: EMBRAPA SOJA 2003. Londrina, 2005. p.239

EPIFFANIO, J.C.N.; FORMAGGIO, A.R. Sensoriamento remoto de três parâmetros de trigo e de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.10, p.1615-1624, 1991.

FAGUNDES, M.H. **Revista Seed News**, p.26-27, 2003.

FLOSS, E.; ALVES, L.M.M. Contribuição relativa da fotossíntese das folhas no crescimento e qualidade de grãos de aveia, safra 1993. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SULBRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18. Guarapuava: FAPA, 1995. p.261-263.

FLOWER, T.J.; HAJIBAGHERI, M.A.; CHIPSON, N.J.W. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, n.28, p.89-121, 1986.

FOLQUER, F. **La batata (camote): estúdio de la planta y su produccion comercial**. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 1978. 145p.

GROSSBARD, E. Effects on the soil microflora. In: AUDUS, L.J. (Ed.). **Herbicides: physiology, biochemistry, ecology**. New York: Academic Press, 1976. p. 99-147.

HAMPTON, J.G. Vigor testing within laboratories of the International Seed Testing Associantion: a survey. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.1, p.199-203, 1992.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Condutivity test. In: (Eds.). **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1995. p.22-34.

HUNT, R. **Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis**. London: Edward Arnold, 1982. 248p.

IBARRA, R.W.E. **Comparación y validación de métodos de estimación de área foliar em ocho cultivares de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).** 1985. 112f. Tesis de grado – Facultad de Agronomia, U.C.V., Maracay, 1985.

IPEF. **Informativo sementes IPEF – Abril/98.** Disponível em: <http://www.ipef.br/especies/germinacaoambiental.html>. Acesso em: setembro de 2006.

ISTA – INTERNATINAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. Zürich, 1995. 117p.

ISHIY, T. Seletividade de herbicidas na cultura do arroz irrigado pelo sistema de sementes pré-germinadas. In: REUNIÃO ANUAL DO ARROZ, 8., 1978. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1978. p.241-245.

JORGE, Y.; GONZÁLEZ, F. Estimación del área foliar em los cultivos de ají y tomate. **Agrotecnia de Cuba**, Havana, v.27, n.1, p.123-126, 1997.

LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Maximum crop produtivity: a estimate. **Crop Science**, London, v.3, n.67-72, 1963.

LOPES, N.F.; MAESTRI, M. Análise de crescimento e conservação de energia solar em populações de milho (*Zea mays* L.) em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 20, n. 109, p. 189-201, 1973.

LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; CARDOSO, M.J. Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* L. submetido a três densidades de fluxo radiante e dois regimes hídricos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.33, n.183, p.142-164, 1986.

MACHADO, E.C.; SILVEIRA, J.A.G. da; BASTOS, C.R. Trocas de CO_2, acúmulo de fitomassa e remobilização de reservas durante o crescimento de panículas de duas cultivares de arroz. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.2, p.63-70, 1990.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. (Ed.). **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1985. p.332-349.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 320p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. p.1-24.

MÜLLER, A.G. et al. Estimativa do índice de área foliar do milho a partir da soma de graus-dia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, n.1, p.65-71, 2005.

NOVEMBRE, A. D. L. C. **Estudo da metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) deslintadas mecanicamente.** 1994. 133 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1994.

PERRY, D.A. Introduction; methodology and application of vigor test; seedling growth and evalution test. In: PERRY, D.A. **Handbook of vigor tests methods**. Zürich: Internatinal Seed Testing Association, 1981. p.3-20.

POPIGINIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

RADFORD, P.J. Growth analysis formula their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v.7, n.42, p.171-175, 1967.

REYES-CUESTA, R.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A. Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* L. em função da fonte de nitrogênio. **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.242, p.405-455, 1995.

RICHARDS, F.J. The quantitative analysis of growth. In: STEWARD, F.C. (Ed.). **Plant Physiology.** New York: Academic Press, 1969. p.3-76.

RODRÍGUEZ, H.A.; TORO, L.; RODRÍGUEZ, L.M.A. de. Efectos del herbicida pendimethalin sobre germinacion y plântulas de sorgo granifero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Agronomia Tropical**, Buenos Aires, v.36, n.3, p.111-117, 1990.

ROSOLEM, C.A.; NAKAGAWA, J.; MARCONDES, D.A.S. Efeito da trifluralina na nodulação e absorção de nitrogênio pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.11, p.1265-1271, 1985.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. Vigor de sementes e análise do crescimento de aveia preta, **Scientia Agricola**, London, v.57, n.2, p.305-12, 2000c.

SHARMA, B.D.; KAUL, H.N.; SINGH, M. Growth analysis of potato varieties in autumn in subtropical conditions. **New Botanist**, Lucknow, v.20, n. 54, p.55-64, 1993.

SILVA CASTRO, C.A. **Evolução de hexanal e de aldeídos totais como índices para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merril)**. 1989. 114p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

SILVEIRA, J.A.G.; MACHADO, E.C. Mobilização de nitrogênio e de carboidratos durante o desenvolvimento de panículas de duas cultivares de arroz. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.2, p.37-46, 1990.

SINGH, C.; YADAV, B.S. Production potentials of mungbean and gaps limiting its productivity in India. In: INTERNATIONAL MUNGBEAN SYMPOSIUM, 1., 1978, Los Baños. **Proceedings**… Taipei: AVRDC, 1978. p. 28-30.

SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. Integrated weed management: the rationale approach. **Weed Technol**., London, v.5, p.657-663, 1991.

TEKRONY, D.H. Seed vigor testing – 1982. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.8, n.1, p.55-60, 1983.

VICTORIA FILHO, R.; GODOY JUNIOR, C. Herbicidas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) controle, fitotoxicidade e persistência no solo. **Planta Daninha**, Campinas, v.1, p.25-37, 1978.

VIEIRA, M.G.G.C. Aspectos da integração, tecnologia e sanidade em estudos de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 3., 1988, Lavras. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.48-57.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B.F. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, v.4, p.101-45, 1952.

WILLIANS, R.F. The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. **Annals of Botany**, Copenhagen, v.32, n.10, p.41-72, 1946.