

CARACTERES RELACIONADOS COM A RESISTÊNCIA AO ACAMAMENTO EM TRIGO COMUM

TRAITS ASSOCIATED WITH LODGING RESISTANCE IN BREAD WHEAT

Pedro Jacinto Cruz¹ Fernando Irajá Felix de Carvalho² Vanderlei da Rosa Caetano³
Simone Alves Silva⁴ Andreomar José Kurek⁴ Rosa Lia Barbieri⁵

RESUMO

O rendimento de grãos é um caráter afetado pelo acamamento das plantas e este é um sério problema, principalmente para os trigos de porte alto. No ano agrícola de 1999, foi conduzido um experimento no Centro Experimental da UFPel, Capão do Leão (RS), sendo feito o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições para investigar a existência de variabilidade em uma série de caracteres morfológicos associados à resistência ao acamamento em 14 genótipos de trigo hexaploides. Foi encontrada variabilidade para todos os caracteres estudados. O coeficiente de resistência do colmo ao acamamento (cLr), estatura de planta (EST), o comprimento do pedúnculo (CP) e índice do colmo (IC) foram altamente correlacionados com a resistência ao acamamento. Estes fatores poderão ser utilizados como critérios de seleção indireta para resistência ao acamamento. A linhagem TB 951 foi, entre os genótipos avaliados, o que apresentou melhor desempenho para todos os fatores relacionados com a resistência ao acamamento, portanto, esta linhagem pode ser indicada como uma excelente fonte de resistência ao acamamento em trigo.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, estatura de planta, diâmetro do colmo, comprimento do pedúnculo, seleção indireta.

SUMMARY

Grain yield is affected by plant lodging, and this is a serious problem mainly for tall wheat cultivars. A field trial was conducted during 1999 growing season to investigate the variability for some morphological traits associated to lodging resistance in 14 wheat genotypes. It was found variability for all traits evaluated. Values of lodging resistance coefficient, plant height, length of peduncle and culm index were highly correlated

with lodging resistance. These traits can be recommended for lodging resistance indirect selection. Among genotypes evaluated, line TB 951 showed the best performance for all traits related to lodging resistance. So, that line can be indicated as an excellent lodging resistance source in bread wheat.

Key words: *Triticum aestivum*, plant height, diameter of stem, length of peduncle, indirect selection.

INTRODUÇÃO

A resistência ao acamamento é um caráter de importância fundamental na lavoura de trigo e em diversos outros cereais. No Brasil, genótipos de trigo resistentes ao acamamento passaram a ser extremamente desejáveis em função da aplicação de doses maiores de nitrogênio nas lavouras, técnica cultural atualmente empregada em grande escala. No Rio Grande do Sul houve uma evolução acentuada na produtividade do trigo a partir de 1985, resultante em parte, do uso de tecnologias, que permitiram o controle das principais moléstias, a semeadura direta, a rotação de culturas e de cultivares mais produtivas. Dessa maneira, a espécie passou a responder melhor às aplicações de adubações nitrogenadas e observou-se a maior eficiência do seu uso (PÖTTKER & ROMAN, 1998). O acamamento é um caráter que revela grande dificuldade de avaliação pela falta de precisão, principalmente em plantas isoladas, dada a sua grande interação com os

¹Engenheiro Agrônomo, MSc., Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia (DF), AGRUFBA. Aluno do Curso de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), RS. Bolsista da CAPES.

²Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor, DF, Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Pesquisador do CNPq. CP 354, 96001-970. Capão do Leão, RS. E-mail: carvalho@ufpel.tche.br. Autor para correspondência.

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da EMBRAPA/CPACT.

⁴Engenheiro Agrônomo, MSc., aluno do Curso de Pós-graduação, UFPel. Bolsista do CNPq.

⁵Biólogo, Doutor, Professor, DF, UFPel.

fatores do ambiente como vento, chuva e as características do solo. As diferenças entre os genótipos tendem a ser mascaradas por estes fatores (NEENAN & SPENCER-SMITH, 1975). Duas excelentes revisões foram feitas sobre o assunto por PINTHUS (1973) e WATANABE (1997).

A forma de avaliação da resistência ao acamamento mais comumente utilizada para o melhoramento de cereais tem sido a estimativa da porcentagem da área acamada. Esta estimativa é realizada através de notas dadas visualmente, obtidas em lavouras e em parcelas experimentais de ensaios de rendimento. Petrucci (1978), apud SOUZA (1998), estabeleceu um sistema mais elaborado, considerando a porcentagem da área acamada e o ângulo de inclinação dos colmos. Entretanto, nem a primeira nem a segunda forma de avaliação são capazes de determinar com segurança, o grau de resistência ao acamamento, principalmente em plantas espaçadas em gerações segregantes.

Os trabalhos voltados para o melhoramento genético dos cereais buscam contribuir para a alteração do platô de rendimento de grãos, da expansão da produção e da criação de resistência a fatores adversos, havendo necessidade de modificações em vários caracteres, principalmente na arquitetura da planta (CARVALHO & QUALSET, 1978). Entretanto, as informações sobre os atributos da arquitetura genética referente ao acamamento ainda são muito escassas (LUTHRA, 1987).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os caracteres relacionados com a resistência ao acamamento em trigo, utilizando uma metodologia que possa ser aplicada em populações segregantes e que resulte em um aumento na eficiência da seleção para resistência ao acamamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Experimental da Palma (CEP) pertencente à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), que é localizada no município de Capão do Leão (RS), em área pertencente à unidade de mapeamento Pelotas, classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa e relevo ondulado, com presença marcante do lençol freático próximo à superfície. O município está situado a 31° 52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude, a uma altitude de 13,24m. O clima, segundo a classificação de

Köppen, é do tipo Cfa, com uma precipitação pluviométrica média anual de 1280,2mm (MORENO, 1961; EMBRAPA, 1999).

O experimento foi semeado em condições de campo, em 15 de junho de 1999, sem irrigação, em delineamento experimental de blocos casualizadas com quatro repetições, com parcelas de três metros de comprimento e três linhas por parcela. O espaçamento adotado foi o de 0,3 metros entre linhas e igual distância entre plantas, com o objetivo de conduzir plantas isoladas, sem competição, para avaliação individual. A adubação de base foi de 300kg.ha⁻¹ de NPK (5-20-20) e mais 60kg.ha⁻¹ aplicado no início do afileamento. O controle de ervas daninhas foi realizado com capina manual e o combate de formigas cortadeiras com a aplicação de iscas granuladas. Para o controle de insetos, foi utilizado Fosdrin e para o controle de moléstias fúngicas foi utilizado Folicur, conforme recomendação da CSBPT-1998 (Comissão Sul-Brasileira de pesquisa de trigo, 1999).

Os genótipos avaliados neste trabalho estão na tabela 1. Foram analisadas as variáveis: resistência ao acamamento (RA), coeficiente de resistência do colmo ao acamamento (cLr), teste de tensão do colmo (TTC), estatura de planta (EST), comprimento do 2º entrenó (C2E), comprimento do último entrenó (CUE), comprimento do pedúnculo (CP), diâmetro do 2º entrenó (D2E), diâmetro do último entrenó (DUE), diâmetro do pedúnculo (DP), peso de 1cm da parte basal do colmo (PBC) e o índice do colmo (IC).

Das 12 variáveis analisadas, o coeficiente de resistência do colmo (cLr), o teste de tensão do colmo (TTC) e a estatura de planta (EST) foram mensurados a campo entre 20 a 30 dias após a antese, no colmo principal de 10 plantas escolhidas ao acaso em cada parcela. A resistência ao acamamento (RA), foi avaliada segundo a metodologia estabelecida por Petrucci (SOUZA, 1998). Para uma melhor adequação ao estudo de correlação realizada neste trabalho, os dados de resistência ao acamamento (RA) da EMBRAPA, tomados de acordo com a escala de Petrucci foram modificados passando a ser como segue: Nota 2 = Suscetível; Nota 2,5 = moderadamente suscetível à suscetível; Nota 3 = moderadamente suscetível; Nota 4 = moderadamente resistente; Nota 4,5 = resistente a moderadamente resistente; Nota 5 = resistente; e Nota 6 = altamente resistente ao acamamento (Tabela 1). As demais variáveis foram avaliadas em laboratório, em 10 colmos principais retirados de 10 plantas escolhidas ao acaso em cada parcela, por ocasião da colheita.

Tabela 1 - Resistência ao acamamento (RA), coeficiente de resistência ao acamamento (cLr), teste de tensão do colmo (TTC), estatura da planta (EST), comprimento do 2º entrenó (C2E), comprimento do último entrenó (CUE), comprimento do pedúnculo (CP), diâmetro do 2º entrenó (D2E), diâmetro do último entrenó (DUE), diâmetro do pedúnculo (DP), peso de 1cm da parte basal do colmo (PBC) e índice do colmo (IC) de 14 genótipos de trigo. Pelotas, RS, 1999.

Genótipo	RA (Nota)	cLr (g/cm)	TTC (N)	EST (cm)	C2E (cm)	CUE (cm)	CP (cm)	D2E (mm)	DUE (mm)	DP (mm)	PBC (mg/cm)	IC (%)
BRS 179	2,0	0,3	0,4	85 S	9	16 I	44 S	3,6	4,0	3,4 S	268	5,1
EMB 40	2,0	0,2 I	0,3	82	11	20	36	3,5	3,7 I	2,8	217	5,3
CEP 24	2,5	0,3	0,5	92 S	10	19	42 S	3,8	4,2	3,2	287 S	4,5 I
IAC 5	2,5	0,3	0,3	86 S	10	20	38	4,0	4,4	3,1	264	4,9 I
RUBI	3,0	0,3	0,4	75	9	17	32	3,2 I	3,6 I	2,8	197 I	5,5
BRS 177	4,0	0,5	0,4	82	10	21	37	3,9	4,3	3,1	215	5,2
BRS 120	4,0	0,4	0,4	81	10	20	36	3,9	4,3	3,1	244	5,4
BRS 119	4,0	0,2 I	0,4	75	9	18	34	3,5	3,9	2,9	191 I	5,6
BR 18	4,0	0,4	0,4	68 I	9	14 I	31	3,5	3,6 I	2,7 I	235	6,2 S
BRS 49	4,5	0,3	0,5	84 S	11	23 S	34	3,8	4,2	2,9	294 S	5,0 I
BR 23	4,5	0,4	0,5	78	10	19	35	3,9	4,3	3,3 S	225	5,5
FCEP 29	5,0	0,6 S	0,5	73 I	8	18	35	4,1	4,5 S	3,3 S	233	5,9
OR 1	6,0	0,4	0,4	60 I	9	17	23 I	3,5	3,6 I	2,3 I	168 I	7,5 S
TB 951	6,0	0,8 S	0,8 S	69 I	7 S	14 I	30 I	4,2 S	4,6 S	3,3 S	376 S	7,0 S
Média	-	0,4	0,4	77,7	9,1	18,8	34,6	3,8	4,1	3,0	244	5,6
CV (%)	-	27,5	46,9	6,9	23,4	12,5	11,4	11,2	9,3	9,1	17,8	9,0
Desvio padrão	-	0,1	0,2	5,4	2,1	2,4	3,9	0,4	0,4	0,3	43,4	0,5

S = superior a média mais um desvio padrão; I = inferior a média menos um desvio padrão.

O coeficiente de resistência do colmo ao acamamento (cLr) foi determinado conforme GRAFIUS & BROWN (1954), através da equação: $cLr = F / b$, sendo F = o peso em gramas, da parte que ficava suspensa, de uma corrente pesando 0,5g por elo com 2 elos por cm, presa à base da espiga e b = altura do colmo em cm, medida do colo da planta até a base da espiga. Para maiores detalhes, ver WATANABE (1997).

O teste de tensão do colmo (TTC) foi determinado conforme UEMURA *et al.* (1985) apud WATANABE (1997). Foi usado um dinamômetro de três Newtons para medir a força necessária para inclinar o colmo principal até um ângulo de 45 graus em relação à vertical. Também foi determinada a estatura de planta (EST) de 10 plantas por parcela, tomando a distância desde a superfície do solo até a ápice da espiga, excluindo as aristas. Esta determinação foi realizada 21 dias após a antese, período a partir do qual não mais ocorre variação na estatura (SPIERTZ *et al.*, 1971).

A medida do comprimento de segundo entrenó (C2E) foi feita com uma régua, com aproximação de 0,1 centímetro, medido do meio do primeiro nó ao meio do segundo nó. O comprimento do último entrenó (CUE) foi medido do meio do penúltimo nó ao meio do último nó. O comprimento do pedúnculo (CP) foi feito do meio do último nó à base da espiga. O diâmetro do segundo entrenó

(D2E), o diâmetro do último entrenó (DUE) e o diâmetro do pedúnculo (DP) foram medidos na parte mediana destas estruturas, com o auxílio de um paquímetro digital. Para aferir o peso de 10cm da parte basal do colmo (PBC), foi cortado 10cm da parte inferior de 10 colmos por parcela e colocados a secar em estufa a 70°C, por 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado e observados os valores médios, para cada parcela. O resultado obtido foi dividido por 10 para padronizar o peso para 1cm por mg. O índice do colmo (IC) foi calculado conforme YAGI (1983) apud WATANABE (1997), ou seja, o diâmetro do segundo entrenó foi dividido pelo comprimento medido do colo da planta até a base da espiga.

Os dados foram analisados e as médias de tratamentos foram comparadas pelo valor da média geral do experimento mais ou menos um desvio padrão. Os valores encontrados acima da média mais um desvio padrão foram classificados como superiores (S), e valores encontrados abaixo da média menos um desvio padrão foram classificados como inferiores (I) (Tabela 1). As relações entre os caracteres estudados foram estimadas através do coeficiente de correlação de Pearson, e a hipótese de que o coeficiente de correlação é igual a zero foi avaliada pela estatística t a 5% de probabilidade do erro (Tabela 2).

Tabela 2 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as médias do peso de 1cm da parte basal do colmo (PBC), coeficiente de resistência ao acamamento (cLr), teste de tensão do colmo (TTC), comprimento do 2º entrenó (C2E), comprimento do último entrenó (CUE), diâmetro do 2º entrenó (D2E), diâmetro do último entrenó (DUE), diâmetro do pedúnculo (DP), comprimento do pedúnculo (CP), índice do colmo IC), estatura de planta (EST) e resistência ao acamamento (RA), em 14 cultivares de trigo. Pelotas, RS, 1999.

	cLr	TTC	EST	C2E	CUE	CP	D2E	DUE	DP	PBC	IC
TTC	0,77*										
EST	-0,48 n.s	-0,14 n.s									
C2E	-0,73*	-0,49 n.s	0,61*								
CUE	-0,48 n.s	-0,36 n.s	0,60*	0,79*							
CP	-0,37 n.s	-0,1 n.s	0,89*	0,33 n.s	0,29 n.s						
D2E	0,65*	0,58*	0,17 n.s	-0,19 n.s	0,11 n.s	0,19 n.s					
DUE	0,55*	0,57*	0,33 n.s	-0,17 n.s	0,19 n.s	0,34 n.s	0,96*				
DP	0,27 n.s	0,46 n.s	0,54*	-0,18 n.s	-0,02 n.s	0,71*	0,65*	0,78*			
PBC	0,53*	0,79*	0,28 n.s	-0,19 n.s	-0,20 n.s	0,26 n.s	0,63*	0,64*	0,58*		
IC	0,61*	0,29 n.s	-0,95*	-0,65*	-0,62*	-0,86*	-0,02 n.s	-0,20 n.s	-0,45 n.s	-0,08 n.s	
RA	0,73*	0,55*	-0,74*	-0,50*	-0,24 n.s	-0,77*	0,36 n.s	0,24 n.s	-0,20 n.s	0,08 n.s	0,78*

* = Significativo a nível de 5% de probabilidade do erro, n.s = Não significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas para todas as variáveis avaliadas.

As notas para resistência ao acamamento (RA) variaram de 2 (suscetível ao acamamento) nos genótipos BRS 179 e EMB 40 à 6 (altamente resistente ao acamamento) nos genótipos OR 1 e TB 951 (Tabela 1).

O coeficiente de resistência do colmo ao acamamento (cLr) variou de 0,2 a 0,8g/cm determinados nos genótipos EMB 40 e TB 951, respectivamente. Esta técnica foi capaz de discriminar três grupos de genótipos quanto a resistência ao acamamento, sendo a classe inferior composta pelos genótipos EMB 40 e BRS 119, a classe superior constituída pelos genótipos FCEP 29 e TB 951 e a classe intermediária formada pelos restantes. O coeficiente de correlação encontrado entre a RA e o cLr foi positivo e significativo ($r = 0,73$), indicando ser o cLr uma técnica capaz de identificar genótipos resistentes ao acamamento. Entretanto, o cLr apesar de ser indicado como mais fácil de ser empregado (WATANABE, 1997) apresentou dificuldades para aferição em plantas com espaçamento 30 x 30cm. Um espaçamento maior, como o de 60 x 30cm, provavelmente facilitaria as aferições, tanto para o coeficiente de resistência do colmo (cLr), como para o teste de tensão do colmo (TTC). A herança genética para o caráter cLr foi estudada por Horiuchi & Mizuno (1980), apud WATANABE (1997) e os autores afirmam terem encontrado o valor da herdabilidade no sentido restrito de 0,70. Isso indica ser a seleção eficiente em termos de ganhos genéticos e que a pressão de seleção poderá ser intensificada em gerações altamente segregantes.

O teste de tensão do colmo (TTC) possibilitou a separação dos genótipos em dois grupos, sendo a linhagem TB 951 a mais resistente, confirmando os resultados obtidos para o cLr. O coeficiente de correlação obtido entre o TTC e RA ($r = 0,55$) indica que o TTC poderá ser um mecanismo de seleção indireta ao acamamento menos eficiente que o cLr. O alto coeficiente de variação obtido para o TTC mostra ser esta uma técnica de menor precisão, necessitando, portanto, de uma maior amostragem e/ou um maior número de repetições. Estes resultados concordam com aqueles encontrados por WATANABE (1997), nos quais o autor comparou o cLr com o TTC e indicou o cLr como sendo o método de seleção indireta mais adequado.

A estatura de planta (EST) variou de 60 a 92cm, detectadas em OR 1 e CEP 24, respectivamente. Este caráter separou os genótipos em três grupos distintos, sendo a classe inferior, ou seja, o grupo dos genótipos de porte baixo composto pela linhagem TB 951 e pelas cultivares OR 1, FCEP 29 e BR 18. Os genótipos de porte mais alto foram: CEP 24, IAC 5, BRS 179 e BRS 49. O coeficiente de correlação de EST com RA foi de $-0,74$, evidenciando uma relação inversamente proporcional, o que permite aceitar a hipótese de que a pressão de seleção para plantas de pequeno porte determina maior expressão do caráter resistência ao acamamento (CARVALHO, 1982). Além da alta correlação entre plantas baixas e a resistência ao acamamento, dos três caracteres medidos diretamente no campo (cLr, TTC e EST), a estatura de planta (EST) foi o caráter de mais fácil aferição.

Dos componentes da estatura de planta estudados, o comprimento do 2º entrenó (C2E), comprimento do último entrenó (CUE), e

comprimento do pedúnculo (CP) apresentaram coeficientes de correlação com a resistência ao acamamento (RA) de $-0,5^*$, $-0,24^{n.s}$ e $-0,77^*$, respectivamente. O comprimento do pedúnculo mostrou ser um caráter associado ao acamamento, isto é, plantas com pedúnculos maiores tendem a acamar com maior intensidade. Além do baixo coeficiente de variação, este caráter contribuiu com 45% da estatura dos genótipos estudados, confirmando observações anteriores, como as relatadas por SCHEEREN (1980). O C2E também mostrou ser um caráter relacionado à resistência ao acamamento, confirmando os resultados obtidos por o DOLINSKI *et al.* (1996). Os resultados obtidos para o comprimento do último entrenó são similares aos obtidos para comprimento do segundo entrenó (Tabela 1), o que era esperado, pois estes dois caracteres evidenciaram ser correlacionados de forma positiva e significativa, com $r = 0,79$ (Tabela 2). O comprimento médio destes componentes aumentou progressivamente da base do colmo para o ápice da planta.

Dos componentes do diâmetro do colmo estudados, o diâmetro do 2º entrenó (D2E), diâmetro do último entrenó (DUE), diâmetro do pedúnculo (DP), apresentaram coeficientes de correlação com a RA de 0,36, 0,24 e $-0,20$, respectivamente. Todos os valores foram baixos e não significativos, evidenciando que, para o germoplasma estudado, os componentes da estatura de planta são mais eficientes como critério de seleção indireta para a resistência ao acamamento do que os componentes do diâmetro do colmo. Confirmando os resultados observados por BHAMONCHANT & PATTERSON (1964) e MUKHERJEE *et al.* (1967), o diâmetro do segundo entrenó (D2E) foi correlacionado positivamente com o coeficiente de resistência ao acamamento (cLr) e com o teste de tensão do colmo (TTC). Por outro lado, os componentes do diâmetro do colmo são de difícil aferição, muitas vezes induzindo ao erro e além de apresentam uma reduzida variabilidade entre os genótipos testados.

A média do peso de 1cm da parte basal do colmo (PBC), foi de 244mg.cm. O maior PBC foi alcançado pela linhagem de baixa estatura, TB 951, enquanto a cultivar também de menor estatura (OR 1), teve o menor valor de PBC. Este caráter não está correlacionado com a resistência ao acamamento (RA), desta forma, para o germoplasma utilizado, o PBC parece não ser um bom critério de seleção indireta para resistência ao acamamento (RA).

O índice do colmo (IC) variou de 4,5 a 7,5% determinados em CEP 24 e OR 1, respectivamente. Este caráter está correlacionado

positivamente com RA, podendo ser apresentado como critério de seleção indireta para resistência ao acamamento (RA).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, técnicas de seleção indireta como o coeficiente de resistência do colmo ao acamamento (cLr), estatura de planta (EST), comprimento do pedúnculo (CP) e índice do colmo (IC), poderão ser empregados com êxito por serem altamente correlacionados com a resistência ao acamamento.

Com relação à estatura de planta, as cultivares modernas já atingiram um platô com pouca variabilidade para o caráter. Entretanto, o comprimento do pedúnculo ainda dispõe de relativa variabilidade, a qual, pode ser explorada na escolha de genitores divergentes para cruzamento e seleção indireta para o caráter resistência ao acamamento.

CONCLUSÃO

A linhagem TB 951 é indicada como excelente fonte de resistência ao acamamento em trigo.

O método cLr é uma boa técnica para seleção indireta de plantas de trigo resistentes ao acamamento.

O caracteres comprimento do pedúnculo, estatura de planta e índice do colmo são indicados para seleção indireta visando resistência ao acamamento em trigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BHAMONCHANT, P., PATTERSON, F.L. Association of morphological characters and lodging resistance in a cross involving milford-type oats. *Crop Science*, Madison, v.4, n.1, p.48-51, 1964.
- CARVALHO, F.I.F. de, QUALSET, C.O. Genetic variation for canopy architecture and its use in wheat breeding. *Crop Science*, Madison, v.18, n.1, p.561-567, 1978.
- CARVALHO, F.I.F. de. Genética quantitativa. In: OSÓRIO, E.A. *Trigo no Brasil*. São Paulo : Fundação Cargil, 1982. V.1, cap.3, p.63-94.
- COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. *Recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo para a cultura do trigo 1999*. Passo Fundo : EMBRAPA-CNPT, 1999. 74p.
- DOLINSKI, R., MIAGZA, D. WORLAND, A., *et al.* Genetic analysis of selected physical properties of the culm of capelle-desprez/bezostaya substitution lines. *Acta Agronomica Hungarica*, Lublin, v.44, n.3, p.245-254, 1996.
- EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília : SPT, 1999. 412p.
- GRAFIUS, J.E., BROWN, H.M., Lodging resistance in oats. *Agronomy Journal*, Madison, v.46, n.3, p.414-418, 1954.

- LUTHRA, O.P. Genetic architecture of characters related to lodging in wheat. **Wheat Information Service**, Yokehana, v.64, n.1. p.21-23, 1987.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Secretaria da Agricultura - RS, 1961. 41p.
- MUKHERJEE, K.K., KOHLI, S.P., SETHI, K.L. Lodging resistance in wheat. II. Choice of suitable selection indices. **Indian Journal of Agronomy**, Hissan, v.12, n.1., p.56-61, 1967.
- NEENAN, M., SPENCER-SMITH, J.L. An analysis of the problem of lodging with particular reference to wheat and barley. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.81, n.3, p.495-507, 1975.
- PINTHUS, M.J. Lodging in wheat, barley, and oats: the phenomenon, its causes, and preventive measures. **Advances in Agronomy**, New York, v.25, n.1, p.208-263, 1973.
- PÖTTKER, D., ROMAN, E.S. Efeito do nitrogênio em trigo cultivado após diferentes sucessões de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.5, p.537-541, maio 1998. (Número Especial).
- SCHEEREN, P.L. **Componentes da estatura de planta e herança do caráter comprimento de pedúnculo em trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Porto Alegre-RS, 1980. 92p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, UFRGS, 1980.
- SOUZA, C.N.A. de. O acamamento e a reação de cultivares de trigo recomendadas no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.5, p.537-541, maio 1998. (Número Especial).
- SPIERTZ, J.H.J., TEN HAG, B.A., KUEPERS, L.J.P. Relation between green area duration and grain yield in some varieties of spring wheat. **Nethisland Journal of Agricultural Science**, Wageningen, - Holanda, v.19, n.1, p.211-222, 1971.
- WATANABE, T. Lodging resistance. In: MATSUO, T., FUTSUHARA, F., YAMAGUCHI, H. **Science of the rice plant**. Tokyo : Food and Agriculture Policy Research Center, 1997. V.3: Genetics: p.567-577.

Ciência Rural, v. 31, n. 4, 2001.