

SELEÇÃO PARA RENDIMENTO E QUALIDADE DA FORRAGEM EM ALFAFA CRIOLA¹

PAULO RICARDO DIAS DE OLIVEIRA, NILTON RODRIGUES PAIM e ANA BEATRIZ COSTA CZERMAINSKI⁴

RESUMO - Buscou-se, através do teste de progênies de policruzamento, avaliar a variabilidade genética de uma população da alfafa Crioula (*Medicago sativa* L.) e selecionar indivíduos com superior capacidade geral de combinação para criar características ligadas ao rendimento e à qualidade da forragem. As progênies apresentaram variabilidade para rendimento de matéria seca (RMS), altura média das plantas, taxa de crescimento em altura, relação folha/caule, teor de proteína bruta (TPB) e rendimento de proteína bruta. As estimativas de herdabilidade no sentido restrito para RMS e TPB foram, respectivamente, de 0,50 e 0,55. O ganho esperado para RMS e TPB, considerando uma intensidade de seleção de 20%, correspondeu a 472 kg/ha e 1,2%, respectivamente. Sugere-se a formação de uma cultivar sintética.

Termos para indexação: *Medicago sativa*, teor de proteína bruta, teste de progênies de policruzamento, herança quantitativa, seleção.

SELECTION FOR FORAGE YIELD AND QUALITY IN CRIOLA ALFALFA

ABSTRACT - A polycross progeny test was established on Plinthosol (Polinthaquilt) from April 1990 to March 1991 at EEA/UFRGS (30°05'52"S; 51°03'08"W), Eldorado do Sul, RS, Southern Brazil. The objectives were to evaluate genetic variability in a Crioula alfalfa population (*Medicago sativa* L.), and to select plants with higher general combining ability for traits associated with forage yield and quality. The progenies showed variability for dry matter yield (DMY), plant height, growth rate, leaf to stem ratio, crude protein concentration (CPC) and crude protein yield. The estimated narrow sense heritability for DMY and CPC were 0.50 and 0.55, respectively. Predicted gains in MY and CPC from selecting the upper 20% of clones were 472 kg/ha and 1.2%, respectively. It is suggested that a synthetic cultivar be formed.

Index terms: *Medicago sativa*, crude protein concentration, polycross progeny test, quantitative inheritance, selection.

INTRODUÇÃO

A expansão da alfafa (*Medicago sativa* L.) no Rio Grande do Sul verificou-se a partir da metade do século passado, com a chegada de imigrantes alemães e italianos, que cultivaram esta forrageira nos vales dos rios Caí, Taquari, Jacuí e Uruguai, e nas encostas da Serra do Nordeste (Saibro 1985). Recentemente, a cultura tem sido incentivada

através de programas institucionais de fomento, visando à produção de alimento de elevado valor nutricional para gado leiteiro e suínos, bem como pelo interesse sempre crescente pelas criações especializadas de eqüinos.

A alfafa Crioula resultante de um processo conjunto de seleção realizado pelo homem e pela natureza, representa uma população adaptada às condições de cultivo vigentes neste Estado, cujo desempenho tem superado os de outras cultivares introduzidas (Saibro et al. 1972, Bassols & Paim 1978 e Pozzobon et al. 1984).

Os objetivos deste trabalho foram a avaliação da variabilidade genética de uma população da alfafa Crioula e a seleção de indivíduos com superior capacidade geral de combinação para formar características ligadas ao rendimento e à qualidade da forragem, através da realização do teste de progênies de policruzamento de plantas previ-

¹ Aceito para publicação em 3 de março de 1993.

Extraído da Tese de Doutorado, apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq.

² Eng.-Agr., Dr., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho (CNPUV), Caixa Postal 130, CEP 95700 Bento Gonçalves, RS.

³ Eng.-Agr., Ph.D., Prof.-Adjunto, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia/UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90001 Porto Alegre, RS.

⁴ Enga.-Agra., M.Sc., EMBRAPA/CNPUV.

amente selecionadas para rendimento de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em um Plintossolo, na Estação Experimental Agrônômica/Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS) (30°05'52S; 51°39'08"W), em Eldorado do Sul, RS, de abril de 1990 a março de 1991. O clima da região é do tipo Cfa. Elaborou-se um balanço hídrico seriado decendial, baseado no sistema proposto por Thornthwaite & Mather (1955).

Os tratamentos corresponderam aos genótipos sob avaliação, os quais compreenderam as progêneses de policruzamento de 34 plantas previamente selecionadas para rendimento de sementes na população inicial, além de dois materiais de alfafa Crioula, comercializadas pela CRA Sementes e pela Cooperativa Triticola Serrana (COTRIJUÍ), empregados como testemunhas (Tabela 1).

Esta população inicial foi constituída em 1987, pelo transplante para uma área isolada de 280 indivíduos sadios e de crescimento ativo no inverno, selecionados de uma coleção de alfafa Crioula formada em 1984 pela semeadura de materiais procedentes de estabelecimentos agrícolas localizados nas regiões de cultivo tradicional desta forrageira no Rio Grande do Sul.

O ensaio foi delineado em látice triplo 6 x 6, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, cujos fatores foram genótipos (G), em parcelas, e épocas de colheita

(C), em subparcelas. As parcelas foram compostas por quatro linhas de 3 m de comprimento, considerando-se área útil os 2 m centrais das duas linhas centrais.

Foram aplicadas na área as seguintes doses, por hectare, de corretivo e de adubos: 3,1 t de calcário (PRNT 60%), 300 kg de K₂O, e 400 kg de P₂O₅, antes da semeadura, e 200 kg de K₂O, 180 kg de P₂O₅ e 2,2 kg de B, em cobertura, na primavera.

A semeadura foi feita manualmente, em 25.4.1990, em sulcos de aproximadamente, 1 cm de profundidade, a espaços de 30 cm, e na densidade de 10 kg/ha. As sementes foram inoculadas e pelletizadas.

A área foi vistoriada semanalmente, para acompanhar o desenvolvimento das progêneses e detectar pragas e moléstias.

As colheitas foram feitas manualmente, adotando-se 8 cm como altura de corte. As datas de corte foram: 23.10, 26.11 e 26.12, em 1990, e 28.1, 26.2 e 27.3, em 1991, correspondendo a 20% de florescimento.

Foram avaliados os seguintes caracteres: rendimento de matéria seca (RMS), altura média das plantas (AMP), taxa de crescimento em altura (TCA), relação folha/caule (RFC), teor de proteína bruta (TPB) e rendimento de proteína bruta (RPB).

A AMP correspondeu à altura média estabelecida antes de cada colheita, entre as plantas de maior estatura de cada linha das parcelas. A TCA representou o quociente da diferença entre a última e a primeira avaliação da altura da planta, feitas em cada período de crescimento, pelo número de semanas decorrido entre estas medições.

Para o estabelecimento da RFC, foram tomadas, no mínimo, seis hastes do material colhido de cada parcela, sendo separados os componentes caule e folha, este correspondendo ao resíduo da separação da primeira fração.

A determinação do teor de N total foi efetuada no Laboratório de Nutrição de Plantas e de Fertilidade de Solos da EMBRAPA/CNPUV, conforme metodologia apresentada por Tedesco et al. (1985). Esta concentração multiplicada pelo fator 6,25 resultou no TPB. Já o RPB constituiu uma variável gerada pelo produto de RMS por TPB.

Para a análise estatística considerou-se uma estrutura em blocos completos ao acaso, onde as chamadas repetições do látice passaram a ser tomadas como blocos, uma vez que, na análise da variância em látice, o

TABELA 1. Relação dos genótipos testados.

Número do tratamento	Progênie cultivar	Número do tratamento	Progênie/cultivar
1	1/1	19	7/5
2	1/2	20	7/16
3	1/15	21	8/1
4	2/7	22	8/5
5	2/11	23	8/7
6	3/2	24	8/8
7	3/8	25	8/16
8	3/9	26	8/17
9	4/7	27	8/18
10	4/8	28	9/1
11	4/16	29	9/2
12	5/5	30	9/4
13	5/7	31	10/3
14	5/13	32	10/12
15	6/2	33	10/20
16	6/8	34	11/1
17	7/2	35	'Crioula' CRA
18	7/3	36	Crioula/COTRIJUÍ

quadrado médio de blocos dentro de repetição foi menor do que o quadrado médio do resíduo (Cochran & Cox 1957). Adotou-se o teste de Tukey para as comparações entre os tratamentos e a regressão polinomial para descrever o efeito das colheitas.

As correlações fenotípicas (r_p) foram calculadas conforme Falconer (1981). A herdabilidade no sentido restrito (h^2) foi estimada segundo Falconer (1981, p.148), obtendo-se o valor da variância genética aditiva quadruplicando o componente entre famílias (tratamentos) da variância (Kempthorne 1957, p.408). O ganho esperado (R) foi estimado de acordo com Falconer (1981, p.175).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises da variação referentes a rendimento de matéria seca (RMS), altura média das plantas (AMP), taxa de crescimento em altura (TCA) e relação folha/caule (RFC), estão apresentadas de forma resumida na Tabela 2; as de teor de proteína bruta (TPB) e rendimento de proteína bruta (RPB) estão na Tabela 3.

A Tabela 4 apresenta um resumo do desempenho dos genótipos sob avaliação, considerando o conjunto das seis colheitas.

As comparações múltiplas indicaram "rank" variável dos tratamentos para os diferentes caracteres, não sendo constatada, em geral, discriminação significativa entre os genótipos. Todavia, oito das 34 progênes em avaliação - os tratamentos 1, 9, 10, 11, 24, 30, 33 e 34 -, situaram-se acima da média e da melhor testemunha em RMS e RPB ($p > 0,05$) (Tabelas 5 e 6).

TABELA 2. Resumo da análise da variância para os caracteres rendimento de matéria seca (RMS), altura média das plantas (AMP), taxa de crescimento em altura (TCA) e relação folha/caule (RFC).

C.V.	G.L.	Q.M.			
		RMS	AMP	TCA	RFC
Blocos	2				
Tratamentos	35	446921,33	47,73	2,62	0,05**
Resíduo (A)	70	390775,61	49,98	2,76	0,02
Parcelas	107				
Colheitas	5	357104,65**	16,74**	1324,71**	15,69**
Trat. X Col.	175	90015,48**	18,58	0,91	0,04**
Resíduo (B)	360	62500,58	20,51	0,99	0,02
Total	647				

[†] Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 3. Resumo da análise da variância para os caracteres teor de proteína bruta (TPB) e rendimento de proteína bruta (RPB).

C.V.	G.L.	Q.M.	
		TPB	RPB
Blocos	1		
Tratamentos	35	2,34	11995,72
Resíduo (A)	35	2,02	18105,54
Parcelas	71		
Colheita	5	188,98** [†]	54146,09**
Trat. X Col.	175	2,02**	2504,19
Resíduo (B)	180	1,34	2610,93
Total	431		

[†] Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 4. Resumo do comportamento dos genótipos para todos os caracteres avaliados e considerando a média das seis colheitas.

Caráter	Progênes			Médias das testemunhas
	Amplitude de variação	Média geral	Média das selecionadas	
RMS (kg/ha)	676-1349	996	1148	954
AMP (cm)	40,7-47,4	43,4	43,0	42,2
TCA (cm/sem.)	8,6-10,3	9,3	9,2	8,7
RFC (g/g)	1,28-1,49	1,38	1,41	1,38
TPB (%)	17,9-19,6	18,9	19,0	18,8
RPB (kg/ha)	135-264	194	234	193

A análise do desempenho produtivo, considerando RMS total (Tabela 5), revela resultados baixos em comparação com o melhor registro obtido em condições semelhantes existente para a cv. Crioula, que alcançou rendimento de 15,3 t de matéria seca (MS)/ha em oito cortes, realizados de outubro de 1968 a setembro do ano seguinte (Saibro et al. 1972).

No presente trabalho, os fracos índices produtivos podem ser atribuídos, em boa parte, à estiagem ocorrida a partir de dezembro de 1990. Na Fig. 1, são mostradas a flutuação da média de RMS dos tratamentos ao longo das colheitas, e as deficiências hídricas observadas no período.

Este comportamento corrobora as observações feitas por Fick et al. (1988), que, a partir da análise de resultados obtidos por diversos autores, associam a queda de rendimento da alfafa, no verão, principalmente à deficiência de umidade no solo, embora seja conhecido o efeito de redução gradual da eficiência fotossintética em alfafa exposta a

TABELA 5. Rendimento de matéria seca (RMS) e valor relativo à melhor testemunha (VR).

Tratamento	RMS (kg/ha)		
	Média das seis colheitas	Total	VR(%)
34	1349	8093	130
8	1238	7431	119
33	1212	7272	117
21	1206	7239	116
24	1153	6919	111
9	1144	6865	110
30	1120	6717	108
4	1116	6698	108
20	1101	6606	106
2	1098	6587	106
1	1082	6495	104
11	1075	6447	104
26	1058	6345	102
31	1054	6323	102
10	1052	6311	101
35 ¹	1037	6244	100
17	1035	6208	100
19	1029	6172	99
32	1007	6041	97
3	991	5944	96
5	988	5926	95
15	951	5705	92
27	950	5698	92
14	945	5670	91
22	927	5560	89
6	914	5481	88
7	896	5373	86
36 ¹	872	5229	84
23	832	4991	80
29	826	4955	80
16	782	4693	75
12	769	4616	74
18	763	4581	74
28	758	4548	73
25	753	4520	73
13	676	4057	65
Média	993	5959	96
C.V. (%)	26		

¹ Testemunhas: 35 - 'Crioula' CRA e 36 - 'Crioula' COTRIJUÍ.

TABELA 6. Rendimento de proteína bruta (RPB) e valor relativo à melhor testemunha (VR).

Tratamento	RPB (kg/ha)		
	Média das seis colheitas	Total	VR(%)
30	264	1582	122
34	250	1500	116
33	239	1435	111
24	237	1421	110
10	228	1370	106
19	227	1361	105
9	219	1311	101
11	218	1308	101
1	218	1308	101
35 ¹	216	1294	100
20	215	1290	100
22	210	1258	97
8	208	1246	96
3	207	1245	96
2	203	1215	94
21	197	1183	91
17	195	1173	91
31	195	1169	90
4	195	1167	90
26	194	1167	90
32	192	1151	89
6	188	1128	87
14	184	1106	86
5	183	1097	85
23	175	1051	81
27	173	1036	80
36 ¹	169	1016	79
7	168	1005	78
16	163	979	76
29	162	973	75
18	155	928	72
28	153	916	71
15	152	915	71
12	149	897	69
25	142	852	66
13	135	808	63
Média	194	1163	90
C.V. (%)	28		

¹ Testemunhas: 35 - 'Crioula' CRA e 36 - 'Crioula' COTRIJUÍ.

temperaturas superiores a 30°C (Field et al. 1976).

Em contraposição, foi constatada uma elevação em RFC e TPB ao longo do verão e com o agravamento da estiagem (Fig. 1). Quando à RFC, porém, trabalhos envolvendo a alfafa Crioula, conduzidos em condições semelhantes, têm apontado tendência de decréscimo com o avanço da estação quente (Bassols & Paim 1978 e Pozzobon et al. 1984). É provável que tal divergência de resultados, em termos de RFC, seja consequência apenas do efeito do estresse hídrico ocorrido no presente

trabalho. Já o comportamento do caráter TPB ao longo das colheitas parece refletir basicamente a variação em RFC, embora Halim et al. (1989) tenham observado aumento em TPB nas hastes de alfafa submetida ao estresse hídrico.

As correlações fenotípicas entre os caracteres avaliados estão apresentadas na Tabela 7. As variáveis geradas a partir de outras mostraram, obviamente, forte influência das originais, como pode ser observado nas correlações positivas ($p < 0,01$) entre AMP e TCA e entre RMS e RPB. Ao mesmo tempo, pode-se constatar que ritmos de

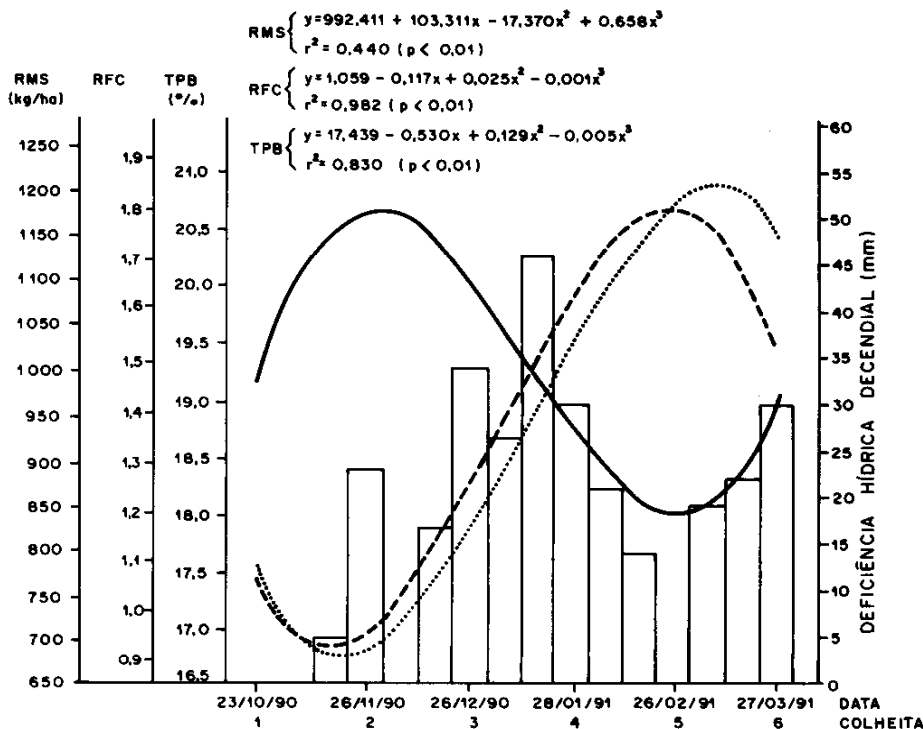


FIG. 1. Flutuação da média de RMS dos tratamentos e deficiências hídricas. Constatou-se elevação em RFC e TPB ao longo do verão e com agravamento da estiagem.

TABELA 7. Coeficientes de correlação fenotípica (r_p) entre os caracteres rendimento de matéria seca (RMS), altura média das plantas (AMP), taxa de crescimento em altura (TCA), relação folha/caule (RFC), teor de proteína bruta (TPB) e rendimento de proteína bruta (RPB).

Caráter	Caráter				
	AMP	TCA	RFC	TPB	RPB
RMS	0,165	0,010	0,271	0,087	0,847** ¹
AMP		0,885**	-0,194	-0,084	0,019
TCA			-0,315*	0,111	-0,108
RFC				0,187	0,256
TPB					0,205

¹ Significativo ao nível de 5% (*) ou 1% (**) de probabilidade.

crescimento (TCA) mais intensos afetaram negativamente ($p < 0,05$) o índice de folhosidade da forragem (RFC).

As estimativas da herdabilidade no sentido restrito (h^2) e do ganho esperado (R) para RMS e

TPB são mostradas na Tabela 8. Para o cálculo de R, admitiu-se distribuição normal da população para estes caracteres, e considerou-se a seleção de 20% das plantas e, por conseguinte, uma intensidade de seleção (i) igual a 1,40 (Wricke & Weber 1986, p.161). O ganho predito em RMS ficou um pouco aquém dos valores obtidos por Kehr & Gardner (1960) e Dudley et al. (1969), que obtiveram, para seleções dentro de 'Ranger' e 'Cherokee', 9% e 9,3%, respectivamente.

Nenhuma praga ou doença causou dano de importância às progênies.

TABELA 8 Estimativas de herdabilidade (h^2) e do ganho esperado (R) para os caracteres rendimento de matéria seca (RMS) e teor de proteína bruta (TPB).

Caráter	h^2	R
RMS	0,50	471,71 (kg/ha) (7,92%)
TPB	0,55	1,17 (% PB) (6,22%)

É proposta a formação de uma cultivar sintética reunindo as plantas 1/1, 4/7, 4/8, 4/16, 8/8, 9/4, 10/20 e 11/1. As progênies destas plantas, que compõem o número de pais considerado ideal para um sintético de alfafa (Hill Junior & Elgin Junior 1981), superaram a média e a melhor testemunha em RMS e RPB ($p > 0,05$), considerados os caracteres que sintetizam os aspectos quantitativos e qualitativos da produção de forragem, em seleção.

CONCLUSÕES

1. A população da alfafa, objeto deste estudo, apresenta variabilidade genética suficiente para as características ligadas ao rendimento e à qualidade de forragem estudadas, permitindo seleção.

2. O teste de progênies de policruzamento é eficiente para a avaliação de plantas individuais e para estimar a sua capacidade geral de combinação.

3. Sugere-se que se forme uma cultivar sintética pela composição dos indivíduos 1/1, 4/7, 4/8, 4/16, 8/8, 9/4, 10/20 e 11/1.

4. Na presença de déficit hídrico, aumentam a relação folha/caule e o teor de proteína bruta da forragem.

REFERÊNCIAS

- BASSOLS, P.A.; PAIM, N.R. Estudo comparativo de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) introduzidas no Rio Grande do Sul. *Anuário Técnico do IPZFO*, Porto Alegre, v.5, n.1, p.349-416, 1978.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. *Experimental designs*. New York: J. Wiley, 1957. 617p.
- DUDLEY, J.W.; BUSBICE, T.H.; LEVINGS III, C.S. Estimates of genetic variance in 'Cherokee' alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Crop Science*, Madison, v.9, n.2, p.228-231, 1969.
- FALCONER, D.S. *Introduction to quantitative genetics*. 2.ed. London: Longman, 1981. 340p.
- FICK, G.W.; HOLT, D.A.; LUGG, D.G. Environmental physiology and crop growth. In: HANSON, A.A.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R.R. *Alfalfa and alfalfa improvement*. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p.163-194.
- FIELD, T.R.O.; PEARSON, C.J.; HUNT, L.A. Effects of temperature on the growth and development of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Herbage Abstracts*, Wallingford, v.46, n.4, p.145-150, 1976.
- HALM, R.A.; BUXTON, D.R.; HATTENDORF, M.J.; CARLSON, R.E. Water-stress effects on alfalfa forage quality after adjustment for maturity differences. *Agronomy Journal*, Madison, v.81, n.2, p.189-194, 1989.
- HILL JUNIOR, R.R.; ELGIN JUNIOR, J.H. Effect of the number of parents on performance of alfalfa synthetics. *Crop Science*, Madison, v.21, n.2, p.298-300, 1981.
- KEHR, W.R.; GARDNER, C.O. Genetic variability in Ranger alfalfa. *Agronomy Journal*, Madison, v.52, n.1, p.41-44, 1960.
- KEMPTHORNE, O. *An introduction to genetic statistics*. New York: J. Wiley, 1957. 545p.
- POZZOBON, M.T.; PAIM, N.R.; SCHIFINO, M.T.; RIBOLDI, J. Teste de progênies de policruzamento e cultivares de alfafa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.9, p.1123-1130, 1984.
- SAIBRO, J.C. de. Produção de alfafa no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 7., 1984. Piracicaba. *Anais*. Piracicaba: FEALQ, 1985. p.61-106.
- SAIBRO, J.C. de; MARASCHIN, G.E.; BARRETO, I.L.; STAMMEL, J.G.; GOMES, D.B. Avaliação preliminar de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) no Rio Grande do Sul. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. *Relatório de pesquisa, período 1965/72*. Porto Alegre: UFRGS/FA/Departamento de Fitotecnia/Setor de Plantas Forrageiras, 1972. p.57-60.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188p. (UFRGS/Departamento de Solos. Boletim Técnico, 5).
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The water balance*. Centerton: Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Laboratory of Climatology. Publications in Climatology, 8).
- WRICKE, G.; WEBER, W.E. *Quantitative genetics and selection in plant breeding*. Berlin: W. de Gruyter, 1986. 406p.