

Análise de Trilha para Rendimento de Sementes em Trevo Vermelho (*Trifolium pratense* L.)

Daniel Portella Montardo¹, Miguel Dall'Agnol², Andréa Facchini Crusius³, Nilton Rodrigues Paim⁴

RESUMO - O trevo vermelho é uma leguminosa forrageira de clima temperado que apresenta bom potencial de produção de matéria seca e qualidade de forragem, sendo indicado para complementar a dieta dos animais durante a estação fria do ano no sul do Brasil. O objetivo do trabalho foi, por meio da realização de uma análise de trilha para rendimento de sementes em trevo vermelho, obter informações básicas para utilização em programas de melhoramento e/ou estratégias de manejo que levem à maior produção de sementes e, conseqüentemente, maior ressemeadura natural, proporcionando condições para maior persistência da espécie na pastagem. Foram analisadas as seguintes características: rendimento de sementes, número de hastes por planta, número de inflorescências por planta, número de inflorescências por haste e peso de mil sementes. A variável que mais se correlacionou com o rendimento de sementes foi o número de inflorescências por planta ($r = 0,710$), sendo que essa correlação se deu praticamente apenas pelo efeito direto da mesma. As demais variáveis apresentaram menores valores de correlação com o rendimento de sementes (r entre $0,175$ e $0,578$), com efeitos diretos reduzidos ou negativos sobre essa última característica. Portanto, o número de inflorescências por planta mostrou-se como a principal característica a ser considerada na busca de maior produção de sementes em trevo vermelho.

Palavras-chave: forrageiras, melhoramento genético, pastagem, persistência

Path Analysis for Seed Production in Red Clover (*Trifolium pratense* L.)

ABSTRACT - Red clover is a temperate legume species that shows good dry matter yield potential and forage quality, being indicated to supplement livestock animals during the cool season in the Southern part of Brazil. The objective of this experiment was to study seed yield in red clover through the use of path analysis, aiming to generate basic information to be used on breeding program or in management strategies, which lead to an increase on seed yield, natural reseeding and thus to a greater pasture persistence. The following variables were analyzed: seed yield, number of stems per plant, number of seed head per plant, number of seed head per stem and weight of one thousand seeds. The number of seed head per plant was the variable with the greatest correlation with seed yield ($r = .710$), basically through its direct effect on seed yield. The other variables showed smaller correlation coefficients with seed yield (r values from $.175$ to $.578$) as well as presented negative or small direct effects on it. Therefore, the number of seed head per plant showed to be the main characteristic to be considered when an increase in the red clover seed yield is required.

Key Words: forages, plant breeding, pastures, persistence

Introdução

A base da pecuária de corte no Rio Grande do Sul é seu campo nativo, o qual é composto, basicamente, por espécies subtropicais de ciclo estival. Por isso, durante a estação fria, o campo nativo cessa seu crescimento, reduz sua qualidade e os animais entram em um período de perda de peso. Uma alternativa para superar essa lacuna deixada pelo campo nativo é a introdução de espécies forrageiras de estação fria, entre as quais cita-se o trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.), por sua produtividade de matéria seca e qualidade da forragem.

Entretanto, as cultivares de trevo vermelho utilizadas no Estado - Kenland, Estanzuela 116 e Quiñiqueli (Paim, 1988), não foram desenvolvidas aqui e, apesar de apresentarem alguma adaptação, também apresentam problemas, principalmente quanto à persistência. Para tentar resolver essa questão, diferentes estratégias poderiam ser traçadas: uma seria fazer um trabalho de melhoramento buscando-se maior persistência das plantas por meio da seleção de genótipos mais adaptados às condições edafo-climáticas do estado; outra seria melhorar a produção de sementes, com a intenção de perenizar a pastagem por meio da ressemeadura natural das plantas, al-

¹ Eng. Agron., MSc., doutorando do curso de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: daniel-montardo@fepagro.rs.gov.br

² Eng. Agron., PhD., Professor Adjunto do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. CxP. 776. Porto Alegre, RS. Bolsista CNPq. E-mail: miguel@d.ufrgs.br (autor para correspondência).

³ Eng. Agron., MSc., Rua Jacinto Vila Nova, 386/308, CEP: 99010-290, Passo Fundo, RS.

⁴ Eng. Agron., PhD., Professor Titular do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. CxP. 776. Porto Alegre, RS. E-mail: niltom.paim@ufrgs.br

ternativa para qual a espécie apresenta grande potencial; e há ainda uma terceira, que seria a tentativa de melhorar as duas características concomitantemente.

Considerando-se a hipótese de tentar melhorar a produção de sementes, inicialmente é necessária a realização de estudos preliminares para se conhecer de que maneira essa característica é expressa pelas plantas, ou seja, quais os componentes e variáveis relacionadas que determinam o rendimento de sementes. A importância disso recai sobre dois aspectos fundamentais do melhoramento genético vegetal: em primeiro lugar, é comum que, em se tratando do melhoramento para uma característica quantitativa, a seleção indireta por meio de características relacionadas apresente maior eficiência em termos de ganho de seleção; além disso, Vencovsky & Barriga (1992) afirmaram que o conhecimento e a consideração das variáveis relacionadas com determinada característica de interesse, por parte de um programa de melhoramento, permitem que não se perca o controle sobre o comportamento e o equilíbrio harmônico entre os componentes da produtividade, requisito básico para boa caracterização de uma cultivar. Annicchiarico (1993) lembrou ainda que, atualmente, a maioria dos programas de melhoramento de plantas forrageiras procura aliar alta produção de sementes, adequada produção de forragem e maior persistência, o que não é algo fácil de ser obtido. Daí a importância de trabalhos que revelem melhor detalhamento de como se dá a expressão de tais características, possibilitando uma atuação mais precisa por parte do melhorista.

Uma das formas para avaliar a relação entre variáveis é por intermédio da análise de correlações. Porém, esse tipo de análise não permite concluir sobre relações de causa e efeito, sendo apenas uma medida de associação entre as variáveis. No entanto, Li (1956) adaptou e popularizou uma metodologia, denominada análise de coeficiente de trilha, que já havia sido utilizada por outros autores, e que permite melhor compreensão sobre as relações entre as variáveis que definem ou influenciam determinada característica de interesse. Segundo Dewey & Lu (1959), um coeficiente de trilha é simplesmente um coeficiente de regressão parcial estandardizado e, como tal, avalia a influência direta de uma variável sobre a outra e permite a subdivisão do coeficiente de correlação em componentes de efeitos diretos e indiretos.

A metodologia de análise de trilha foi adaptada para investigar as relações entre os componentes do rendimento de sementes em culturas produtoras de

grãos, situação na qual é muito utilizada (Zaffaroni et al., 1998; Agrama, 1996; Maia et al., 1997; Archana-Thorat et al., 1999; Board et al., 1999; Dencic et al., 2000; Moghaddam et al., 1997; Akanda & Mundt, 1996). Porém, a mesma também se faz presente em trabalhos com plantas forrageiras, avaliando os componentes do rendimento de sementes (Iannucci & Martiniello, 1998; Lord & Kelly, 1999), bem como os componentes da produção de matéria seca (Gumber et al., 1988; Shukla & Malaviya, 1989; Kephart et al., 1992).

O objetivo do presente trabalho foi determinar, por meio da análise de coeficiente de trilha, quais variáveis estão envolvidas no rendimento de sementes de trevo vermelho, suas inter-relações e importância relativa. Buscou-se, dessa forma, levantar informações que permitam traçar estratégias de melhoramento e manejo que levem à produção de sementes e, conseqüentemente, à maior ressemeadura natural das pastagens.

Material e Métodos

Os dados utilizados na análise de trilha foram coletados por Crusius (1997) durante a condução de seu trabalho de mestrado segundo a metodologia descrita a seguir.

Inicialmente foi realizada uma semeadura em vasos na casa de vegetação do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, da Faculdade de Agronomia da UFRGS, no dia 15/05/1995. Foram colocadas três sementes por vaso e, após a emergência, realizou-se um desbaste deixando-se apenas uma planta por vaso. Utilizaram-se sementes de trevo vermelho de duas populações distintas: uma proveniente de linhagens melhoradas no Chile, e já multiplicadas uma vez na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS (EEA), em Eldorado do Sul; e outra proveniente de plantas naturalizadas há muitos anos na própria EEA.

No dia 04/08/1995, foi realizado o transplante de 150 plantas de cada população para o campo, em uma área da EEA. Foi utilizado um espaçamento de um metro entre plantas por um metro entre linhas, alternando plantas de uma e outra população. O solo onde foi instalado o experimento pertence à unidade de mapeamento Arroio dos Ratos, sendo classificado como Plintossolo pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Mello et al., 1966). O mesmo foi adubado e corrigido conforme as necessidades da cultura e de acordo com a análise de solo realizada.

As plantas foram avaliadas individualmente no campo até abril de 1996 e não sofreram nenhum corte durante o estágio vegetativo. A colheita se deu a partir do dia 05/12/95, sempre que as mesmas atingiam a maturação (inflorescências secas com coloração marrom). As plantas eram então cortadas a 10 cm de altura do solo e tinham seus componentes de produção avaliados.

As variáveis consideradas no presente trabalho foram as seguintes: número de hastes por planta, número de inflorescências por planta, número de inflorescências por haste, rendimento de sementes em gramas por planta e peso de mil sementes em gramas. A avaliação das duas primeiras características foi realizada por contagem direta, enquanto que para número de inflorescências por haste foi considerado o valor médio por planta. Após contadas, as inflorescências foram destacadas das plantas e colocadas para secar em local arejado. Mais tarde as mesmas foram trilhadas e se procedeu a limpeza e pesagem das sementes. Por fim, três amostras de 200 sementes foram pesadas para se estimar, através da média, o peso de mil sementes para cada planta.

A análise estatística dos dados envolveu a análise das correlações fenotípicas entre as variáveis estudadas, e a análise de trilha propriamente dita, utilizando-se os aplicativos computacionais SANEST (Alves et al., 1993) e GENES (Cruz, 2001), respectivamente.

Resultados e Discussão

As correlações fenotípicas entre as características avaliadas são apresentadas na Tabela 1. Nota-se que todas as variáveis apresentaram correlações

positivas e significativas com o rendimento de sementes por planta em trevo vermelho, demonstrando que influenciaram, de algum modo, a expressão dessa característica. O peso de mil sementes foi a variável que se correlacionou menos com o rendimento de sementes e não apresentou correlação significativa com nenhuma outra característica. Ressalta-se ainda as fortes correlações positivas entre o número de hastes por planta e o número de inflorescências por planta, e entre essa última característica e o número de inflorescências por haste.

Se todas essas variáveis influenciaram o rendimento de sementes, e algumas delas apresentaram fortes correlações entre si, pode-se inferir que ocorre um sistema de inter-relações entre essas características e que, por meio desse sistema, determinada variável poderia interferir no rendimento de sementes através de outra característica correlacionada. O maior detalhamento de como isso poderia acontecer é dado pela análise de trilha, cuja representação gráfica para o presente caso encontra-se na Figura 1. Nessa é possível visualizar as diferentes formas através das quais as variáveis consideradas podem se relacionar, gerando efeitos diretos e indiretos sobre o rendimento de sementes. Exemplificando-se, pode-se supor que, além do efeito direto do número de hastes por planta sobre o rendimento de sementes, essa primeira variável também poderia apresentar efeitos indiretos através de todas as demais variáveis correlacionadas em conjunto. Finalmente, parte da variação ocorrida no rendimento de sementes pode não ser atribuída a nenhuma das variáveis consideradas, sendo, então, computada como erro ou resíduo. Dewey & Lu (1959) chamaram a atenção para o fato

Tabela 1 - Correlações fenotípicas entre as características avaliadas

Table 1 - Phenotypic correlations among the characteristics evaluated

	Rendimento sementes <i>Seed yield</i>	Hastes/ planta <i>Stem/Plant</i>	Inflorescências/ planta <i>Seed head/plant</i>	Inflorescências/ haste <i>Seed head/stem</i>	Peso mil sementes <i>Weight 1000 seeds</i>
Rendimento sementes <i>Seed yield</i>	-	0,385**	0,710**	0,578**	0,175**
Hastes/planta <i>Stem/Plant</i>		-	0,746**	-0,092	0,077
Inflorescências/planta <i>Seed head/plant</i>			-	0,558**	0,081
Inflorescências/haste <i>Seed head/stem</i>				-	0,016
Peso mil sementes <i>Weight 1000 seeds</i>					-

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

** Significant at 1% level of probability by the t test.

do pesquisador ser o responsável, no momento de montar o diagrama, por apontar as relações de causa e efeito entre as variáveis, baseado em uma determinação a priori ou em evidências experimentais.

O resultado da análise de trilha pode ser visualizado na Tabela 2. Observa-se que, apesar de haver uma correlação positiva entre o número de hastes por planta e rendimento de sementes (primeiro total na Tabela 2), o efeito direto da primeira variável em relação a segunda é negativo. Isso indica que, isolando-se os efeitos indiretos de todas as demais variáveis correlacionadas, quanto maior o número de hastes por planta menor seria o rendimento de sementes em trevo vermelho. A correlação positiva entre essas duas variáveis se deu, indiretamente, pelo efeito do número de inflorescências por planta.

Entre as variáveis consideradas, a que mais se correlacionou com rendimento de sementes foi o número de inflorescências por planta. Jahufer & Gawler (2000), avaliando os componentes do rendimento de sementes em trevo branco, também relataram que a maior correlação observada se deu entre o número de inflorescências e a produção de sementes. Quando os componentes do rendimento em trevo branco foram avaliados com base na parcela (Annicchiarico, 1993), também o número de inflorescências por área figurou como a característica mais correlacionada com a produção de sementes. No presente trabalho, é interessante observar que a correlação entre essas duas características se deu praticamente apenas pelo efeito direto da primeira variável sobre a segunda (Tabela 2). Portanto, o número de inflorescências por planta se mostrou

como a principal característica na determinação da produção de sementes em trevo vermelho.

O número de inflorescências por haste também apresentou uma boa correlação com rendimento de sementes, porém, essa se deve muito pouco ao seu efeito direto. Novamente o que proporcionou essa correlação foi, basicamente, o efeito indireto via número de inflorescências por planta.

Embora tenha sido considerada significativa, a correlação entre o peso de mil sementes e o rendimento de sementes foi pequena (Tabela 1). Porém, a análise de trilha mostrou que a mesma foi, em grande parte, explicada através do seu efeito direto. Isso demonstra que, aparentemente, essa variável atua com maior independência em relação às demais, a exemplo do que acontece com o número de inflorescências por planta. Uma das possíveis razões para baixa correlação entre variáveis é a ocorrência de pouca variabilidade em uma das mesmas, uma vez que esse tipo de análise procura identificar uma eventual associação na variação das características em estudo. Assim, se uma das variáveis apresenta uma baixa variabilidade, provavelmente não será possível determinar uma associação entre essa característica e qualquer outra, ou essa associação apresentará pequeno coeficiente de correlação. Ao analisar esse mesmo conjunto de dados em sua dissertação, Crusius (1997) verificou baixa variabilidade para peso de mil sementes, ratificando a possibilidade explicitada acima. Iannucci & Martiniello (1998), estudando quatro espécies de *Trifolium*, também constataram que a menor variabilidade entre todas as características avaliadas foi para o peso de mil sementes. Por outro lado, Annicchiarico (1993) encontrou alta correlação positiva ($r = 0,89$) entre peso de mil sementes e produção de sementes em populações naturais de trevo branco (*Trifolium repens* L.). Assim, essa característica, dependendo da sua variabilidade em determinada população, pode mostrar-se significativa na determinação do rendimento de sementes. Além disso, essa variável também é importante, por refletir o vigor das sementes e, em trevo vermelho, pode ser influenciada por vários fatores, como: umidade, temperatura, corte das plantas, vigor da haste na qual as sementes são formadas, precocidade etc (Winch & Tossel, 1960; Howkins, 1965; Rampton, 1969; Clifford & Anderson, 1979).

Não foi encontrado na literatura consultada nenhum trabalho com análise de trilha para rendimento de sementes em trevo vermelho. Estudos realizados

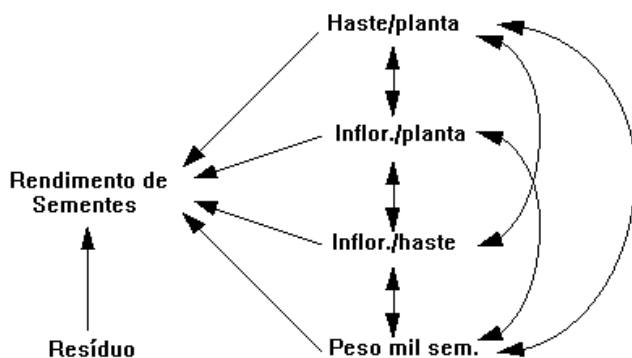


Figura 1 - Diagrama das variáveis consideradas na análise de trilha com suas inter-relações.

Figure 1 - Diagram of variables considered on path analysis and its relationships.

Tabela 2 - Resultado da análise de trilha para rendimento de sementes em trevo vermelho
 Table 2 - Path analysis results for seed yield in red clover

Variável considerada: Hastes/planta	
<i>Variable: Stem/plant</i>	
Efeito direto sobre rendimento	-0,138911
<i>Direct effect on yield</i>	
Efeito indireto via inflorescências/planta	0,529816
<i>Indirect effect through seed head/plant</i>	
Efeito indireto via inflorescências/haste	-0,015387
<i>Indirect effect through seed head/stem</i>	
Efeito indireto via peso de mil sementes	0,009659
<i>Indirect effect through weight 1000 seeds</i>	
Total = r	0,385178
<i>Total = r</i>	
Variável considerada: Inflorescências/planta	
<i>Variable: Seed head/plant</i>	
Efeito direto sobre rendimento	0,710502
<i>Direct effect on yield</i>	
Efeito indireto via hastes/planta	-0,103585
<i>Indirect effect through stem/plant</i>	
Efeito indireto via inflorescências/haste	0,093155
<i>Indirect effect through seed head/stem</i>	
Efeito indireto via peso de mil sementes	0,010193
<i>Indirect effect through weight 1000 seeds</i>	
Total = r	0,710266
<i>Total = r</i>	
Variável considerada: Inflorescências/haste	
<i>Variable: Seed head/stem</i>	
Efeito direto sobre rendimento	0,166803
<i>Direct effect on yield</i>	
Efeito indireto via hastes/planta	0,012814
<i>Indirect effect through stem/plant</i>	
Efeito indireto via inflorescências/planta	0,396799
<i>Indirect effect through seed head/plant</i>	
Efeito indireto via peso de mil sementes	0,001964
<i>Indirect effect through weight 1000 seeds</i>	
Total = r	0,578379
<i>Total = r</i>	
Variável considerada: Peso de mil sementes	
<i>Variable: Weight 1000 seeds</i>	
Efeito direto sobre rendimento	0,125175
<i>Direct effect on yield</i>	
Efeito indireto via hastes/planta	-0,010719
<i>Indirect effect through stem/plant</i>	
Efeito indireto via inflorescências/planta	0,057859
<i>Indirect effect through seed head/plant</i>	
Efeito indireto via inflorescências/haste	0,002617
<i>Indirect effect through seed head/stem</i>	
Total = r	0,174931
<i>Total = r</i>	
Coeficiente de determinação	0,5695122
<i>Coefficient of determination</i>	
Efeito da variável residual	0,6561157
<i>Residual variable effect</i>	

com outras espécies do gênero constataram que os principais componentes a afetar o rendimento de sementes variam muito conforme a espécie (Iannucci & Martiniello, 1998), o que ressalta a importância do

presente trabalho. Esses autores ainda afirmaram que em espécies de *Trifolium* caracterizadas por um ciclo de crescimento curto (*T. incarnatum* L. e *T. resupinatum* L.), a característica que mais influ-

enciou o rendimento de sementes foi a produção de matéria seca, enquanto espécies com ciclo de crescimento maior (*T. alexandrinum* L.) apresentaram inter-relações mais complexas entre os componentes de produção, onde tanto o peso de sementes, quanto o número de sementes por inflorescência e o número de inflorescências por haste mostraram-se importantes. Apesar de o trevo vermelho ser uma espécie perene e, portanto, com longo ciclo de crescimento, a análise de trilha deixou claro que, para o conjunto de genótipos avaliados em condições de plantas espaçadas, o número de inflorescências por planta foi o principal componente a afetar o rendimento de sementes, não demonstrando a complexidade observada pelos autores supracitados.

Outra maneira de se avaliarem as relações entre os componentes do rendimento de sementes é através da análise de componentes principais. Utilizando essa forma de análise, Crusius (1997) afirmou que a produção de sementes em trevo vermelho foi estimada significativamente pelo número de sementes por planta, número de inflorescências por planta e número de hastes por planta. Ao contrário do presente trabalho, a autora não destacou nenhuma dessas três variáveis em particular como tendo uma maior participação na formação do rendimento de sementes de trevo vermelho. Annicchiarico (1993), também através da análise de componentes principais, afirmou que o peso de mil sementes e o número de flores por inflorescência foram as características que mais influenciaram o rendimento de sementes em trevo branco, o que novamente demonstra as grandes diferenças que podem existir entre espécies.

No presente trabalho, os resultados da análise de correlação e da análise de trilha foram muito semelhantes, ambos apontando o número de inflorescências por planta como a principal variável a influenciar o rendimento de sementes em trevo vermelho. Apesar disso, ressalta-se a importância da análise de trilha pelo fato da mesma decompor a análise de correlação em efeitos diretos e indiretos, o que imprime uma maior segurança no momento de se eleger as características que deverão ser melhor trabalhadas para se chegar ao objetivo final, que no caso é um maior rendimento de sementes.

Os resultados permitem afirmar que os mecanismos fisiológicos que ocorrem após a determinação do número de inflorescências por planta parecem ter menor importância na composição do rendimento de sementes em trevo vermelho. Maior sucesso na

produção de sementes e ressemeadura natural em trevo vermelho pode ser alcançado se forem concentrados esforços, tanto do ponto de vista de melhoramento, quanto do ponto de vista de manejo, em eventos que ocorram até o momento da determinação do número de inflorescências por planta.

Portanto, programas de melhoramento em trevo vermelho que objetivem acréscimos na produção de sementes e ressemeadura natural devem priorizar a seleção de genótipos que apresentem maior número de inflorescências por haste e por planta, enquanto sistemas de manejo devem ser trabalhados no sentido de promover as condições favoráveis para que isso ocorra.

Conclusões

O número de inflorescências por planta foi a característica que mais se correlacionou com o rendimento de sementes em trevo vermelho ($r = 0,710$).

A correlação entre o número de inflorescências por planta e rendimento de sementes deveu-se integralmente ao efeito direto da primeira variável sobre a segunda.

O número de inflorescências por planta é a principal característica a ser trabalhada em programas de melhoramento que visem o aumento da produção de sementes em trevo vermelho.

As demais variáveis apresentaram menores valores de correlação com o rendimento de sementes (r entre 0,175 e 0,578), e com efeitos diretos reduzidos ou negativos sobre essa última característica.

O rendimento de sementes de trevo vermelho é mais influenciado por fatores que atuam até o momento da determinação do número de inflorescências por planta.

A análise de trilha mostrou-se um procedimento útil, preciso e de fácil aplicação no detalhamento das correlações entre as variáveis estudadas.

Literatura Citada

- AGRAMA, H.A.S. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. **Plant Breeding**, v.115, n.5, p.343-346, 1996.
- AKANDA, S.I.; MUNDT, C.C. Path coefficient analysis of the effects of stripe rust and cultivar mixtures on yield and yield components of winter wheat. **Theoretical and Applied genetics**, v.92, n.6, p.666-672, 1996.
- ALVES, M.I.F.; MACHADO, A.A.; ZONTA, E.P. Tópicos especiais de estatística experimental utilizando o SANEST (Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores). In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EX-

- PERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 5; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 38., 1993, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Matemática, Departamento de Estatística, 1993. p.1-110.
- ANNICCHIARICO, P. Variation for dry matter yield, seed yield and other agronomic traits in Ladino white clover landraces and natural populations. **Euphytica**, v.71, n.1-2, p.131-141, 1993.
- ARCHANA-THORAT; NARKHEDE, M.N.; GITE, B.D. et al. Path coefficient analysis in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Journal of Soils and Crops**, v.9, n.2, p.250-251, 1999.
- BOARD, J.E.; KANG, M.S.; HARVILLE, B.G. Path analysis of the yield formation process for late-planted soybean. **Agronomy Journal**, v.91, n.1, p.128-135, 1999.
- CLIFFORD, P.T.P.; ANDERSON, A.C. Red clover seed production; research and practice. In: CONFERENCE HELD AT LINCOLN COLLEGE, 1979, Canterbury. **Proceedings ...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1979. p.76-79.
- CRUSIUS, A.F. **Avaliação da variabilidade de características agronômicas de uma população de *Trifolium pratense* L.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. 98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, opção Plantas Forrageiras) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes: Versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- DENCIC, S.; KASTORI, R.; KOBILJSKI, B. et al. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. **Euphytica**, v.113, n.1, p.43-52, 2000.
- DEWEY, D.R.; LU, K.H. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. **Agronomy Journal**, 1959, 51, p.515-518.
- GUMBER, R.K.; SOHOO, M.S.; BERI, S.M. Path coefficient analysis in Persian clover. **Crop Improvement**, 1988, 15: 2, p.167-169.
- HOWKINS, R. P. Factors affecting the yield of seed produced by different varieties of red clover. **Journal of Agricultural Science**, v.65, n.2, p.245-253, 1965.
- IANNUCCI, A.; MARTINIELLO, P. Analysis of seed yield components in four Mediterranean annual clovers. **Field Crops Research**, v.55, n.3, p.235-243, 1998.
- JAHUFER, M.Z.Z.; GAWLER, F.I. Genotypic variation for seed yield components in white clover (*Trifolium repens* L.). **Australian Journal of Agricultural Research**, v.51, n.6, p.657-663, 2000.
- KEPHART, K.D.; TWIDWELL, E.K.; BORTNEM, R.; BOE, A. Alfalfa yield components responses to seeding rate several years after establishment. **Agronomy Journal**, v.84, n.5, p.827-831, 1992.
- LI, C.C. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. **Biometrics**, v.12, p.190-210, 1956.
- LORD, J.M.; KELLY, D. Seed production in *Festuca novae-zelandiae*: the effect of altitude and pre-dispersal predation. **New Zealand Journal of Botany**, v.37, n.3, p.503-509, 1999.
- MAIA, J.D.G.; OSUNA, J.A.; TOZETTI, A.D. Seleção recorrente e análise de trilha em progênies S1 de milho (*Zea mays* L.). **Ecosistema**, v.22, p.68-73, 1997.
- MELLO, O.; LEMOS, R.C.; ABRÃO, P.U. et al. Levantamento em série dos solos do Centro Agronômico. **Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRGS**, v.8, p.7-155, 1966.
- MOGHADDAM, M.; EHDAIE, B.; WAINES, J.G. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. **Euphytica**, v.95, n.3, p.361-369, 1997.
- PAIM, N.R. Manejo de leguminosas de clima temperado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1988. p.341-358.
- RAMPTON, H.H. Influence of planting rates and mowing on yield and quality of crimson clover seed. **Agronomy Journal**, v.61, n.1, p.92-95, 1969.
- SHUKLA, G.P.; MALAVIYA, D.R. Consistency of correlations and path coefficients across the environments in Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum* L.). In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, Nice, France. **Proceedings...** Nice: 1989. p.335-336.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.
- WINCH, J.E.; TOSSEL, W.E. Management of medium red clover for seed. **Canadian Journal of Plant Science**, v.4, n.1, p.21-28, 1960.
- ZAFFARONI, E.; TERRES, A.L.; BEVILAQUA, G.A.P. et al. Análise de caminho nos componentes do rendimento de genótipos de arroz no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.1, p.43-48, 1998.

Recebido em: 08/04/02

Aceito em: 10/09/03