

## Métodos de semeadura empregados como critério de avaliação fenotípica em melhoramento de feijão

**Naine Martins do Vale**

**Leiri Daiane Barili**

**Fabiani da Rocha**

**Diane Simon Rozzetto**

**Tomás Pelizzaro Pereira**

**Jefferson Luís Meirelles Coimbra\***

**Altamir Frederico Guidolin**

**Juliano Garcia Bertoldo**

Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias  
Instituto de Melhoramento e Genética Molecular (IMEGEM)  
Avenida Camões 2090, CEP 88520-000, Lages – SC, Brasil

\*Autor para correspondência  
coimbrajefferson@cav.udesc.br

Submetido em 01/02/2009  
Aceito para publicação em 17/08/2009

### Resumo

No melhoramento de plantas é de grande importância a obtenção de ganhos genéticos para um conjunto simultâneo de caracteres agrícolas. O objetivo deste trabalho foi obter estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica e avaliar os desdobramentos destas correlações em efeitos diretos e indiretos em relação aos diferentes métodos de semeadura realizados. Foram avaliados oito caracteres de importância agrônoma (ciclo vegetativo, estatura de planta, inserção do primeiro legume, número de legumes por planta, número de grãos por legume; comprimento do legume, peso de mil grãos e o rendimento de grãos). Sendo utilizados três métodos de semeadura: *i*) semeadura em covas, *ii*) semeadura em linha cheia e *iii*) semeadura em linha com planta espaçada. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, sendo cada parcela composta por cinco linhas de quatro metros, com espaçamento de 0,5m. Os dados obtidos demonstram uma associação significativa e diferenciada entre o rendimento de grãos e os seus componentes em relação aos três métodos de semeadura, comparativamente. O caráter número de grãos por legume mostrou uma influência significativa na composição do rendimento de grãos independentemente do método de condução avaliado.

**Unitermos:** correlação fenotípica, melhoramento genético, *Phaseolus vulgaris* L.

### Abstract

**Sowing method a criterion for phenotypic evaluation in bean improvement.** In plant breeding it is of great importance to obtain genetic gains for a group of agricultural characters, simultaneously. The objective

of this work was to make estimates of phenotypic correlation and to evaluate the direct and indirect effects of such correlation, in relation to the different sowing methods. The experimental design used consisted of random blocks with three replications. Three sowing methods were employed: *i*) sowing on a hill, *ii*) sowing in a full line, and *iii*) sowing in line, with spaces between the plants. Eight traits of agronomic importance were evaluated (vegetative cycle, plant height, first bean insertion, number of beans per plant, number of grains per bean; bean length, grain weight and grain yield). Each treatment consisted of five lines of four meters, with line spacing of 0.5m. The obtained data showed a significant and differentiated association between grain yields and their components in relation to the three sowing methods, comparatively. The trait “number of grains per bean” showed a significant influence on the composition of grain yield which was independent of the sowing method.

**Key words:** genetic improvement, *Phaseolus vulgaris* L., phenotypic correlation

## Introdução

O conhecimento sobre a participação do ambiente na manifestação do efeito fenotípico permite aos melhoristas exercerem uma pressão de seleção diferenciada na escolha de genótipos superiores em qualquer ambiente de cultivo. A existência de respostas diferenciadas de genótipos aos ambientes tem sido frequentemente constatada nas várias espécies plantas cultivadas (Marchioro et al., 2005). O componente da interação genótipo x ambiente reduz significativamente a correlação entre o genótipo e o fenótipo, ou seja, planta vigorosa e produtiva, num determinado ambiente, pode não repetir o mesmo desempenho quando cultivada num outro ambiente.

Para maximizar a produtividade de grãos tanto das pequenas propriedades quanto das com maior nível tecnológico, é essencial a utilização de genótipos mais adaptados e produtivos. Para o desenvolvimento destes genótipos, o uso de técnicas que aprimorem o desempenho da seleção, pode aumentar significativamente a eficiência na obtenção de cultivares de feijão com elevado desempenho. Entretanto, caracteres complexos, controlados por vários genes, com baixa herdabilidade e elevada interação com o ambiente podem dificultar a escolha de métodos que permitam a identificação de genótipos superiores.

A importância da correlação entre caracteres no melhoramento genético de plantas reside no fato de se poder avaliar o quanto da alteração de um caráter pode afetar, direta ou indiretamente, os demais na sua manifestação fenotípica (Coimbra et al., 2004). Para o melhoramento da espécie de interesse esta avaliação é de suma importância, uma vez que se necessita obter

ganhos para um conjunto de variáveis. Para poder inferir a respeito da magnitude da interferência de uma variável sobre outra, algumas técnicas têm sido utilizadas como a análise de trilha “*Path analysis*”. Esta análise consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de caracteres explicativos sobre a variável principal básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, em que as variáveis são previamente padronizáveis (Wright, 1921; 1923). Esta técnica tem sido amplamente utilizada por melhoristas, em culturas como a batata doce (Miranda et al., 1988), o arroz (Gravois e Helms, 1992), o feijão guandu (Santos et al., 1994) e o feijão (Coimbra et al., 1999).

Li (1956) adaptou e popularizou a metodologia, denominada coeficiente de trilha. Esta metodologia permite uma melhor compreensão sobre as relações de causa e efeito, ou seja, permite compreender as relações entre as variáveis que definem ou influenciam um determinado caráter, como por exemplo, o número de grãos por legume ou número de legumes por planta na cultura do feijão.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de ambiente sobre o relacionamento entre caracteres de importância agrícola de feijão submetido a diferentes métodos de semeadura.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto de Melhoramento e Genética Molecular (IMEGEM), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no município de Lages, localizado no Planalto Sul de Santa Catarina, de coordenadas

geográficas 27°52'30"S e 50°18'20"W, com altitude média de 930m caracterizado pela presença de verões brandos com chuvas bem distribuídas durante todo o ano (Epagri, 2008). O preparo do solo foi realizado segundo as recomendações técnicas da cultura. A adubação de base foi realizada conforme as necessidades indicadas por meio de análise de solo e a de cobertura conforme as necessidades da cultura efetuada no estágio de duas folhas trifolioladas (V4), sendo 50kg.ha<sup>-1</sup> de N (ureia).

Foram utilizadas sementes de duas cultivares de feijão registradas no Serviço Nacional de Proteção a Cultivares (SNPC), sendo: IPR Uirapuru e Pérola. A semeadura foi realizada manualmente e de acordo com a época recomendada pelo Zoneamento Agroclimático de Santa Catarina, dentro do período preferencial para cultura, no Planalto Catarinense. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, onde cada parcela foi composta por cinco linhas de quatro metros, espaçadas em 0,5m. Utilizaram-se três diferentes métodos de semeadura, sendo *i*) semeadura em cova, no qual cada linha era composta por 10 covas, espaçadas 40cm, com oito sementes por cova, *ii*) semeadura em linha cheia, com 15 sementes por metro linear, e *iii*) semeadura em linha com planta espaçada, na qual a cada 40cm era semeado um conjunto de 8 sementes. Quando as plantas de feijão apresentaram a segunda folha trifolioladas expandida, foi realizado o raleio a fim de manter uma densidade de 250.000 plantas por hectare, independentemente do método de semeadura testado.

Para determinação das correlações fenotípicas e posterior análise dos coeficientes de trilha, foram utilizadas seis plantas por parcela das quais foram avaliados oito caracteres adaptativos para o feijão, conforme descrito no Ipgri (2001): *i*) ciclo da cultura em dias (CIC); *ii*) estatura de planta em centímetros (EST); *iii*) diâmetro do caule em centímetros (DIAM); *iv*) número de legumes por planta (NLP); *v*) número de grãos por legume (NGL); *vi*) comprimento do legume em centímetros (COMP); *vii*) peso de mil grãos em gramas (PMG) e; *viii*) rendimento de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (REND). As análises foram realizadas com auxílio dos programas computacionais GENES (Cruz, 2001) e SAS

9.0 (SAS Institute, 2004). As estimativas das correlações fenotípicas foram obtidas pelo método proposto por Steel e Torrie (1980) e particionadas em efeitos diretos e indiretos pela análise de trilha (Wright, 1921).

O grau de multicolinearidade da matriz X'X foi estabelecido com base no respectivo número de condições (NC), que é a razão entre o maior e o menor autovalor da matriz (Montgomery e Peck, 1981). Se NC < 100, a multicolinearidade é denominada fraca e não constitui problema para análise; se 100 < NC < 1.000, é considerada de moderada à forte; e se NC > 1.000 o grau de multicolinearidade é determinado como severo. A análise dos autovalores da matriz foi feita para identificar a natureza da dependência linear existente entre os caracteres, detectando aquelas que contribuíram para o aparecimento da multicolinearidade (Belsley et al., 1980).

## Resultados e Discussão

Os resultados encontrados para os coeficientes de correlações e dos pares de correlações canônicas entre os caracteres agronômicos tanto do grupo primário quanto do secundário, bem como o nível de significância, estão na Tabela 1. Somente os dois primeiros pares canônicos foram significativamente diferentes de zero, pelo teste do qui-quadrado. Pode ser observado que os diferentes métodos de semeadura avaliados revelaram um relacionamento distinto entre os grupos primário e secundário. Por exemplo, para o método de semeadura em covas, a associação entre o grupo primário foi estabelecida pelo maior ciclo vegetativo (CIC), maior estatura de planta (EST) e maior número de legumes por planta (NLP), em relação ao grupo secundário, o qual foi determinado, quase que integralmente, pelo incremento no rendimento de grãos (REND) e do número de grãos por legume (NGL). Por outro lado, o método de semeadura em linha com planta espaçada mostrou um comportamento completamente oposto ao relatado anteriormente.

TABELA 1: Estimativas das correlações (r) e pares canônicos entre os caracteres agrônômicos primários e secundários do rendimento de grãos de feijão conduzidos por meio de três métodos de semeadura. Lages/SC, 2008/09.

Caracteres	Métodos de semeadura					
	Espaceada		Cheia		Cova	
	Coeficientes canônicos					
	1º par	2º par	1º par	2º par	1º par	2º par
<b>Primários (p)</b>						
<b>REND</b>	0,041	0,192	-0,109	-1,036	0,396	0,564
<b>PMG</b>	0,984	-0,995	0,002	1,146	-0,879	0,399
<b>NGL</b>	1,348	-0,161	1,070	0,552	1,077	0,865
<b>Secundários (q)</b>						
<b>CIC</b>	-0,602	-0,406	-0,512	1,131	0,787	0,349
<b>EST</b>	-2,034	-0,819	-2,157	0,931	2,550	1,399
<b>INS</b>	-1,245	0,399	1,255	-0,277	-2,066	-1,499
<b>NLP</b>	0,847	1,100	-0,464	0,180	0,681	1,758
<b>COMP</b>	-1,201	-0,735	0,499	0,324	0,681	0,693
<b>r</b>	0,878	0,530	0,751	0,458	0,820	0,519
<b>Significância (P&lt;)</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Os coeficientes de correlações simples e canônicas estimam somente o grau de associação entre variáveis. Frequentemente, quando é avaliada a associação entre caracteres de natureza complexa como, por exemplo, o rendimento de grãos, pode ser necessário a obtenção de efeitos diretos e indiretos de cada caráter sobre a variável principal com o benefício de entender o seu inter-relacionamento legítimo (Vencovsky e Barriga, 1992).

Se um coeficiente de correlação fenotípico entre um fator causal e o caráter de maior importância for igual ou semelhante ao seu efeito direto, em magnitude e sinal, esta correlação explica a verdadeira associação existente. Neste estudo, a situação que mais se aproxima à exposta é a que envolve o caráter número de grãos por legume, pois sua correlação com o rendimento de grãos é alta (0,930) e o efeito direto (0,727) é elevado e de mesmo sinal (Tabela 2).

Para fins de melhoramento, é importante identificar dentre as variáveis explicativas de correlação com a variável básica, aqueles de maior efeito direto em sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente (Cruz et al., 2004). A correlação de sinal positivo, associada ao efeito direto, também positivo, indica que quando há aumento das

variáveis explicativas pode ser aumentada a variável básica, culminando no aumento da produtividade de grãos, por exemplo. As correlações são, em geral, explicadas pelo efeito epistático dos genes bem como pela ligação gênica, afetando dois caracteres simultaneamente (Carvalho et al., 2004; Nunes et al., 2008).

De modo geral, se a estimativa do coeficiente de correlação fenotípico entre os caracteres avaliados e o caráter rendimento de grãos apresentar um valor semelhante ao seu efeito direto tanto em magnitude quanto no seu sinal, esta correlação pode explicar sua autêntica associação existente. Tal fato pode viabilizar sobremaneira a seleção direta sobre o referido caráter secundário podendo melhorar o caráter rendimento de grãos. De acordo com os dados inseridos nas Tabelas 2, 3 e 4, a situação que mais se aproxima da supracitada é a que envolve o número de grãos por legume (NGL), pois sua correlação com o rendimento de grãos e o efeito direto estimado é elevado e de mesmo sinal, independentemente do método de semeadura avaliado. Por outro lado, os valores encontrados nos coeficientes de correlação fenotípico para o caráter peso de mil grãos revelam uma forte inconsistência em relação aos métodos de semeadura, comparativamente.

Os dados encontrados para os métodos de semeadura em linha com planta espaçada (Tabela 2) e em covas (Tabela 4) para o caráter peso de mil grãos apresentou uma estimativa negativa tanto para o coeficiente de correlação quanto para o efeito direto deste caráter em relação ao

rendimento de grãos. Já para o método de semeadura em linha cheia (Tabela 3) o valor da correlação fenotípica foi relativamente alto e positivo, mas o efeito direto revelou uma estimativa irrelevante, mostrando assim, que os efeitos indiretos devem ser considerados simultaneamente no processo de seleção.

TABELA 2: Estimativa dos efeitos diretos e indiretos dos componentes da produção sobre a variável principal rendimento de grãos conduzido no método de condução em linha com planta espaçada. Lages/SC, 2008/09.

Caracteres	Efeito	Caracteres	Efeito
	Efeito direto		Efeito direto
	-0,087		-0,391
	Efeito indireto via EST		Efeito indireto via CIC
	0,239		0,053
	Efeito indireto via INS		Efeito indireto via INS
	0,004		0,003
CIC	Efeito indireto via NLP	EST	Efeito indireto via NLP
	-0,008		0,026
	Efeito indireto via NGL		Efeito indireto via NGL
	0,216		0,005
	Efeito indireto via COMP		Efeito indireto via COMP
	0,008		-0,046
	Efeito indireto via PMG		Efeito indireto via PMG
	-0,070		0,099
Total	0,296	Total	-0,285
	Efeito direto		Efeito direto
	-0,015		0,043
	Efeito indireto via CIC		Efeito indireto via CIC
	0,020		0,017
	Efeito indireto via EST		Efeito indireto via EST
	0,079		-0,242
INS	Efeito indireto via NLP	NLP	Efeito indireto via INS
	-0,021		0,007
	Efeito indireto via NGL		Efeito indireto via NGL
	-0,026		0,411
	Efeito indireto via COMP		Efeito indireto via COMP
	-0,054		0,001
	Efeito indireto via PMG		Efeito indireto via PMG
	0,118		0,125
Total	0,100	Total	0,366
	Efeito direto		Efeito direto
	0,727		0,110
	Efeito indireto via CIC		Efeito indireto via CIC
	-0,026		-0,006
	Efeito indireto via EST		Efeito indireto via EST
	-0,003		0,163
NGL	Efeito indireto via INS	COMP	Efeito indireto via INS
	0,001		0,007
	Efeito indireto via NLP		Efeito indireto via NLP
	0,024		-0,0002
	Efeito indireto via COMP		Efeito indireto via NGL
	-0,033		-0,224
	Efeito indireto via PMG		Efeito indireto via PMG
	0,175		-0,162
Total	0,930	Total	-0,101
	Efeito direto		Efeito direto
	-0,251		
	Efeito indireto via CIC		
	-0,024		
	Efeito indireto via EST		
	0,154		
PMG	Efeito indireto via INS		
	0,007		
	Efeito indireto via NLP		
	-0,021		
	Efeito indireto via NGL		
	-0,505		
	Efeito indireto via COMP		
	0,071		
Total	-0,592		
Coeficiente de determinação	0,914		
Efeito residual	0,293		

<sup>1</sup>CIC = Ciclo da cultura em dias; EST = estatura de planta em cm; INS = Inserção do primeiro legume em cm; NLP = Número de legumes por planta; NGL = Número de grãos por legume; COMP = Comprimento do legume e; PMG = peso de mil grãos.

TABELA 3: Estimativa dos efeitos diretos e indiretos dos componentes da produção sobre a variável principal rendimento de grãos conduzido no método de linha cheia. Lages/SC, 2008/09.

Caracteres	Efeito	Caracteres	Efeito
	Efeito direto		Efeito direto
	-0,532		0,008
	Efeito indireto via EST		Efeito indireto via CIC
	-0,005		0,325
	Efeito indireto via INS		Efeito indireto via INS
	-0,009		0,161
CIC	Efeito indireto via NLP	EST	Efeito indireto via NLP
	0,024		-0,020
	Efeito indireto via NGL		Efeito indireto via NGL
	0,229		-0,296
	Efeito indireto via COMP		Efeito indireto via COMP
	-0,026		0,101
	Efeito indireto via PMG		Efeito indireto via PMG
	0,001		0,013
<b>Total</b>	<b>-0,367</b>	<b>Total</b>	<b>0,293</b>
	Efeito direto		Efeito direto
	0,247		0,038
	Efeito indireto via CIC		Efeito indireto via CIC
	0,021		-0,327
	Efeito indireto via EST		Efeito indireto via EST
	0,005		-0,004
INS	Efeito indireto via NLP	NLP	Efeito indireto via INS
	-0,003		-0,022
	Efeito indireto via NGL		Efeito indireto via NGL
	0,194		0,221
	Efeito indireto via COMP		Efeito indireto via COMP
	0,112		0,036
	Efeito indireto via PMG		Efeito indireto via PMG
	0,018		0,005
<b>Total</b>	<b>0,617</b>	<b>Total</b>	<b>-0,049</b>
	Efeito direto		Efeito direto
	0,691		0,172
	Efeito indireto via CIC		Efeito indireto via CIC
	-0,176		0,080
	Efeito indireto via EST		Efeito indireto via EST
	-0,003		0,005
NGL	Efeito indireto via INS	COMP	Efeito indireto via INS
	0,069		0,161
	Efeito indireto via NLP		Efeito indireto via NLP
	0,012		0,008
	Efeito indireto via COMP		Efeito indireto via NGL
	0,014		0,056
	Efeito indireto via PMG		Efeito indireto via PMG
	0,002		0,020
<b>Total</b>	<b>0,672</b>	<b>Total</b>	<b>0,517</b>
	Efeito direto		
	0,022		
	Efeito indireto via CIC		
	-0,033		
	Efeito indireto via EST		
	0,005		
PMG	Efeito indireto via INS		
	0,209		
	Efeito indireto via NLP		
	0,008		
	Efeito indireto via NGL		
	0,077		
	Efeito indireto via COMP		
	0,158		
<b>Total</b>	<b>0,448</b>		
Coefficiente de determinação	0,912		
Efeito residual	0,296		

<sup>1</sup>CIC = Ciclo da cultura em dias; EST = estatura de planta em cm; INS = Inserção do primeiro legume em cm; NLP = Número de legumes por planta; NGL = Número de grãos por legume; COMP = Comprimento do legume e; PMG = peso de mil grãos.

TABELA 4: Estimativa dos efeitos diretos e indiretos dos componentes da produção sobre a variável principal rendimento de grãos conduzido no método de condução em covas. Lages/SC, 2008/09.

Caracteres	Efeito	Caracteres	Efeito
CIC	Efeito direto	EST	Efeito direto
	Efeito indireto via EST		Efeito indireto via CIC
	Efeito indireto via INS		Efeito indireto via INS
	Efeito indireto via NLP		Efeito indireto via NLP
	Efeito indireto via NGL		Efeito indireto via NGL
	Efeito indireto via COMP		Efeito indireto via COMP
	Efeito indireto via PMG		Efeito indireto via PMG
<b>Total</b>	<b>0,383</b>	<b>Total</b>	<b>-0,108</b>
INS	Efeito direto	NLP	Efeito direto
	Efeito indireto via CIC		Efeito indireto via CIC
	Efeito indireto via EST		Efeito indireto via EST
	Efeito indireto via NLP		Efeito indireto via INS
	Efeito indireto via NGL		Efeito indireto via NGL
	Efeito indireto via COMP		Efeito indireto via COMP
	Efeito indireto via PMG		Efeito indireto via PMG
<b>Total</b>	<b>0,001</b>	<b>Total</b>	<b>0,646</b>
NGL	Efeito direto	COMP	Efeito direto
	Efeito indireto via CIC		Efeito indireto via CIC
	Efeito indireto via EST		Efeito indireto via EST
	Efeito indireto via INS		Efeito indireto via INS
	Efeito indireto via NLP		Efeito indireto via NLP
	Efeito indireto via COMP		Efeito indireto via NGL
	Efeito indireto via PMG		Efeito indireto via PMG
<b>Total</b>	<b>0,695</b>	<b>Total</b>	<b>-0,276</b>
PMG	Efeito direto		Efeito direto
	Efeito indireto via CIC		Efeito indireto via CIC
	Efeito indireto via EST		Efeito indireto via EST
	Efeito indireto via INS		Efeito indireto via INS
	Efeito indireto via NLP		Efeito indireto via NLP
	Efeito indireto via NGL		Efeito indireto via NGL
	Efeito indireto via COMP		Efeito indireto via COMP
<b>Total</b>	<b>-0,600</b>		
Coefficiente de determinação	0,880		
Efeito residual	0,365		

<sup>1</sup>CIC = Ciclo da cultura em dias; EST = estatura de planta em cm; INS = Inserção do primeiro legume em cm; NLP = Número de legumes por planta; NGL = Número de grãos por legume; COMP = Comprimento do legume e; PMG = peso de mil grãos.

A participação do ambiente na composição do efeito fenotípico para o caráter número de grãos por legume foi irrelevante, o que pode ter favorecido a expressão máxima do potencial genético, para todos os três métodos de semeadura avaliados. O conhecimento sobre a participação do ambiente na manifestação do fenótipo proporciona a otimização da seleção, pois permite a escolha de ideótipos de plantas superiores em qualquer ambiente (Coimbra et al., 2009). De maneira contrária, para o caráter peso de mil grãos tal fato não foi evidenciado, devido ao efeito de competitividade, que segundo Silva e Carvalho (1977) aumenta à medida que ocorre redução do espaçamento entre plantas. Portanto, o efeito competitividade entre as plantas dentro da linha parece ser de extrema importância para incrementar a expressão do efeito genotípico, em detrimento do efeito de ambiente.

O sistema de semeadura em covas parece ser menos propício para minimizar o efeito do ambiente na composição do valor fenotípico na cultura do feijão. De modo contrário os autores Marchioro et al. (2005) trabalhando com populações  $F_3$  de aveia concluíram que o sistema de semeadura em cova permitia reduzir a participação do ambiente na expressão dos caracteres avaliados, possibilitando que as diferenças entre os caracteres se expressem quase que exclusivamente pela constituição genética. Porém, de acordo com Coimbra et al. (2005) que trabalharam com os mesmos caracteres em aveia, tanto o efeito dos componentes da variância das populações quanto o efeito da interação simples população x métodos de semeadura, revelaram baixa contribuição para a variância total no melhoramento de plantas.

Existe um relacionamento diferenciado entre o rendimento de grãos e os seus componentes primários, em relação aos diferentes métodos de semeadura testados. O caráter número de grãos por legume reduz a participação do ambiente, independente do método de semeadura testado, devido ao seu alto coeficiente de herdabilidade.

## Agradecimentos

Agradecemos à UDESC, ao CNPq e à FAPESC, pela concessão de bolsa e apoio financeiro no desenvolvimento deste trabalho.

## Referências

- Belsley, D. A.; Kuh, E.; Welsch, R. E. 1980. **Regression diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity**. J. Wiley, New York, USA, 292pp.
- Carvalho, F. I. F.; Lorencetti, C.; Benin, G. 2004. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. UFPel, Pelotas, Brasil, 142pp.
- Coimbra, J. L. M.; Bertoldo, J. G.; Elias, H. T.; Hemp, S.; Vale, N. M.; Toaldo, D.; Rocha, F.; Barili, L. D.; Garcia S. H.; Guidolin, A. F.; Kopp, M. M. 2009. Mineração da interação genótipo x ambiente em *Phaseolus vulgaris* L. para o estado de Santa Catarina. **Ciência Rural**, **39** (2) (On-line).
- Coimbra, J. L. M.; Carvalho, F. I. F. de; Oliveira, A. C. de; Silva, J. A. G. da; Lorencetti, C. 2005. Comparação entre mutagênicos físico e químico em populações de aveia. **Ciência Rural**, **35** (1): 46-55.
- Coimbra, J. L. M.; Guidolin, A. F.; Almeida, M.; Sangoi, L.; Ender, M.; Meroto, A. 2004. Análise de trilha dos componentes de rendimento de grãos em genótipos de canola. **Ciência Rural**, **34** (5): 1421-1428.
- Coimbra, J. L. M.; Guidolin, A. F.; Carvalho, F. I. F. de; Coimbra S. M. M.; Marchioro, V. S. 1999. Análise de trilha I: Análise do rendimento de grãos e seus componentes. **Ciência Rural**, **29** (2): 213-218.
- Cruz, C. D. 2001. **Programa Genes (Versão Winddows): Aplicativo computacional em genética e estatística**. UFV, Viçosa, Brasil, 648pp.
- Cruz, C. D.; Regazzie, A. J.; Caneiro, P. C. S. 2004. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ª ed. UFV, Viçosa, Brasil, 480pp.
- Epagri. 2008 **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Disponível em <<http://ciram.epagri.rct-sc.br>>. Acesso em 20 de setembro de 2008.
- Gravois, K. A.; Helms, R. S. 1992. Phat analysis of riceyield and yiel components as affectd by seeding rate. **Agronomy Journal**, **84** (1): 1-4.
- Ipgri. 2001. **Descritores para Phaseolus vulgaris L.** International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 54pp.
- Li, C. C. 1956. The concept of path coefficient and its impact on populations genetics. **Biometrics**, **Arlington**, **12**: 190-210.
- Marchioro, V. S.; Carvalho, F. I. F. de; Oliveira, A. C. de; Lorencetti, C.; Benin, G.; Silva, J. A. G. da; Hartwing, I.; Schmidt, D.; Cargnin, A.; Simioni, D. 2005. Métodos de semeadura na condução de populações segregantes de aveia e suas interações com o ambiente de seleção. **Ciência Rural**, **35** (2): 290-294.
- Montgomery, D. C.; Peck, E. A. 1981. **Introduction to linear regression analysis**. J. Wiley, New York, USA, 504pp.
- Miranda, J. E. C.; Cruz, C. D.; Pereira, A. S. 1988. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. **Revista Brasileira de Genética**, **11** (4): 881-904.
- Nunes, G. H. S.; Barros, A. K. A.; Queiroz, M. A.; Silva, R. A.; Lima, L. L. 2008. Correlações entre características de meloeiro. **Revista Caatinga**, **21** (1): 107-112.
- Santos, C. A. F.; Menezes, E. A.; Pains, J. N.; Cruz C. D. 1994. Coeficiente de trilha no estudo dos componentes primários e

- secundários na produção de grãos do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Ceres**, **41** (235): 299-305.
- SAS Institute. 2004. **SAS certification prep guide: Base programming**. SAS Institute, Cary, USA, 836pp.
- Silva, A. C. F.; Carvalho, F. I. F. 1977. Estimativa dos efeitos da competição intergenotípica através do uso de genes marcados em trigo (*Triticum aestivum* L.): Mistura mecânica de cultivares. **Ciência e Cultura**, **30** (10): 533-541.
- Steel, R. G. D.; Torrie, J. H. 1980. **Principles and procedures of statistics: A biometrical approach**. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw-Hill, New York, USA, 631pp.
- Vencovsky, R.; Barriga, P. 1993. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, Brasil, 496pp.
- Wright, S. 1921. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, **20** (7): 557-585.
- Wright, S. 1923. Theory of path coefficients. **Genetics**, **8**: 239-285.