

**ANÁLISE DE ESTABILIDADE FENOTÍPICA E USO DE ÍNDICES
PARA SELEÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJÃO-VAGEM**

CAILLET DORNELLES MARINHO

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
FEVEREIRO – 2012**

**ANÁLISE DE ESTABILIDADE FENOTÍPICA E USO DE ÍNDICES
PARA SELEÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJÃO-VAGEM**

CAILLET DORNELLES MARINHO

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.”

Orientador: Prof. Geraldo de Amaral Gravina

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
FEVEREIRO – 2012

ANÁLISE DE ESTABILIDADE FENOTÍPICA E USO DE ÍNDICES
PARA SELEÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJÃO-VAGEM

CAILLET DORNELLES MARINHO

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.”

Aprovada em 14 de fevereiro de 2012.

Comissão Examinadora:

Dr. Felipe Lopes Silva (D.Sc., em Genética e Melhoramento) – EPAMIG

Prof. Rogério Figueiredo Daher (D.Sc., em Produção Vegetal) – UENF

Dr. Leandro Simões de Azeredo Gonçalves (D.Sc., em Genética e Melhoramento)
UENF

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., em Fitotecnia) – UENF
(Orientador)

Ao meu pai, Cláudio de Souza Marinho, *in memoriam*,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Fabrícia e ao meu filho João Pedro (meu “amigãozão”), pelo amor, carinho, apoio, paciência, amizade e felicidade. Obrigado pela nossa família, sem a qual jamais teria alcançado meus objetivos. Vocês contribuíram com, simplesmente, tudo, amo vocês e muito obrigado por existirem em minha vida.

À minha amada mãe, pela educação, carinho, apoio, amor, confiança e todas as outras coisas que, jamais, poderei retribuir.

Às minhas tias-avós, Bebel e Dindinha, por todo cuidado e suporte que têm comigo, e, principalmente, pela felicidade proporcionada até hoje.

À minha inestimável sogra, Cormaria, por toda presteza, carinho, solicitude e amizade.

À minha irmã e sobrinha, Caillane e Manuela, pela compreensão por eu não poder estar perto em momentos de precisão.

Aos meus cunhados, Ruth e Adriano, pela amizade e momentos de alegria.

A todos os meus tios, tias, primos e primas, que, mesmo longe, torcem e rezam por mim.

Aos companheiros de curso, Janeo, Artur, Bianca, Hellen, Hérica, Lucas, Mauricio, Pablo, Guilherme, Rodrigo, Pedro, Soraia, Tarcísio, Ismael e Thiago, pela amizade e solidariedade em compartilhar novos conhecimentos.

Aos Doutores Leandro Gonçalves e Lílian Cândido, por toda atenção e

humildade em sanar minhas dúvidas e contribuir com meu aprendizado.

Ao meu orientador, Geraldo de Amaral Gravina, pela confiança, apoio, ensinamentos e tranquilidade em me orientar.

Aos professores, Rosana, Rogério, Telma e Messias, pelo doutrinamento dentro e fora de sala.

Ao professor Amaral, em especial, por contribuir com minha formação de forma tão efetiva e me ajudar, quando mais precisei.

Ao secretário do programa, Daniel, por ser, sempre, prestativo e eficiente.

A todos os funcionários do LMGV.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – RJ, pela oportunidade de formação sem igual.

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro – FAPERJ, pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos parceiros, Lanusse e Sebastião, por cederem, gentilmente, parte de seus dados de pesquisa.

Ao meu pai Cláudio (*in memoriam*) e irmão Rômulo (*in memoriam*), por olharem por mim aí de cima.

E, finalmente, a Deus, por me fazer levantar todos os dias da minha vida com grandes objetivos e grandes pessoas ao meu lado.

*“Duas estradas bifurcaram no meio da minha vida,
Ouvi um sábio dizer.
Peguei a estrada menos usada.
E isso fez toda a diferença cada noite e cada dia.”*
(Larry Norman)

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Botânica, Origem e Evolução do feijão-vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	4
2.2. Classificação e Comercialização	5
2.3. Importância Econômica.....	7
2.4. Interação entre genótipos x ambientes (GA).....	8
2.5. Estabilidade e Adaptabilidade.....	10
2.6. Metodologias para análise de estabilidade fenotípica.....	12
2.6.1. Método tradicional (1938).....	12
2.6.2. Método de Plaisted e Peterson (1959)	13
2.6.3. Método de Wricke (1965).....	13
2.6.4. Método de Lin e Binns (1988) e adaptação de Carneiro (1998)	14
2.6.5. Método de Kang e Phan (1991).....	15
2.7. Comparação entre metodologias de análise de estabilidade.....	15
2.8. Índices de seleção	17
2.9. Índices não paramétricos ou não lineares.....	18
2.9.1. Índice de Elston (1963).....	18
2.9.2. Índice de Schwarzbach (1972)	20
2.9.3. Índice de Mulamba e Mock (1978).....	20
2.9.4. Índice de Garcia (1998)	21
2.10. Utilização e comparação de alguns índices.....	24

3. TRABALHOS.....	28
3.1. COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ANÁLISE DE ESTABILIDADE FENOTÍPICA EM FEIJÃO-VAGEM.....	28
3.1.1. RESUMO.....	28
3.1.2. ABSTRACT.....	29
3.1.3. INTRODUÇÃO.....	30
3.1.4. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1.4.1. Local, instalação e delineamento experimental.....	32
3.1.4.2. Características avaliadas	33
3.1.4.3. Análise de variância individual e conjunta.....	34
3.1.4.4. Decomposição da interação em parte complexa.....	35
3.1.4.5. Estimadores de estabilidade fenotípica	36
3.1.4.5.1. Método de Yates e Cochran – Tradicional (1938)	36
3.1.4.5.2. Método de Plaisted e Peterson (1959)	36
3.1.4.5.3. Método de Wricke (1965)	37
3.1.4.5.4. Método de Lin e Binns (1988) e adaptação por Carneiro (1998).....	37
3.1.4.5.5. Metodo de kang e Phan (1991)	38
3.1.4.6. Coeficiente de correlação de Spearman (ρ).....	39
3.1.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1.5.1. Análise de variância individual	39
3.1.5.2. Análise de variância conjunta.....	44
3.1.5.3. Estimativas das interações complexas.....	46
3.1.5.4. Análise das estimativas de estabilidade fenotípica.....	49
3.1.5.4.1. Método Tradicional, proposto por Yates e Cochran (1938)	49
3.1.5.4.2. Método de Plaisted e Peterson (1959)	50
3.1.5.4.3. Método de Wricke (1965)	52
3.1.5.4.4. Metodologia de Kang e Phan (1991)	53
3.1.5.4.5. Método de Lin e Binns (1988) e adaptação de Carneiro (1998)	57
3.1.5.4.6. Associação entre os métodos de estabilidade.....	60
3.1.6. CONCLUSÕES.....	65
3.1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
3.2. ÍNDICES DE SELEÇÃO: COMPARAÇÃO ENTRE PROCEDIMENTOS NÃO PARAMÉTRICOS EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-VAGEM.....	74
3.2.1. RESUMO.....	74
3.2.2. ABSTRACT.....	75
3.2.3. INTRODUÇÃO.....	76
3.2.4. MATERIAL E MÉTODOS	77
3.2.4.1. Local, instalação e delineamento experimental.....	77

3.2.4.2. Características avaliadas	79
3.2.4.3. Análise de variância individual e conjunta	80
3.2.4.4. Índices não paramétricos ou não lineares	81
3.2.4.4.1. Índice de Elston (1963).....	81
3.2.4.4.2. Índice de Mulamba e Mock (1978).....	82
3.2.4.4.3. Índice de Schwarzbach (1972)	82
3.2.4.4.4. Índice de Garcia (1998)	83
3.2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	85
3.2.5.1. Análise de variância	85
3.2.5.2. Análise dos índices de seleção	87
3.2.5.2.1. Índice de Elston (1963).....	87
3.2.5.2.2. Índice de Mulamba e Mock (1978).....	90
3.2.5.2.3. Índice de Schwarzbach (1972)	91
3.2.5.2.4. Índice de Seleção de Cultivares (Garcia, 1998)	94
3.2.5.2.5. Correlação entre os índices.....	97
3.2.5.3. Avaliação dos índices de seleção por locais	98
3.2.6. CONCLUSÕES.....	105
3.2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
4. RESUMO E CONCLUSÕES	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
ANEXOS	131

RESUMO

MARINHO, Caillet Dornelles, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, fevereiro 2012. Análise de estabilidade fenotípica e uso de índices para seleção de linhagens de feijão-vagem. Orientador: Geraldo de Amaral Gravina. Professores Conselheiros: Antônio Teixeira do Amaral Júnior e Rogério Figueiredo Daher.

O objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência de diferentes métodos não paramétricos de análise de estabilidade fenotípica na avaliação do comportamento produtivo de genótipos de feijão-vagem, na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, assim como testar a eficiência de diferentes índices de seleção não paramétricos na indicação de linhagens superiores de feijão-vagem para tal região. Foram utilizadas 14 linhagens de feijão-vagem de hábito de crescimento indeterminado, mais duas variedades comerciais (Feltrin e Top Seed Blue Line) e um progenitor (UENF-1445). Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Bom Jesus do Itabapoana, ano de 2010 e 2011, e de Cambuci, ano de 2011. O delineamento empregado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: produtividade de vagens (PRODV), produtividade de grãos (PRODG), número médio de vagens por planta (NMVP), peso médio de vagem (PMV) e número médio de sementes por vagem (NMSV). Para estimar os parâmetros de estabilidade quanto à produtividade de vagens (PRODV), utilizaram-se os métodos de Yates e Cochran (1938), Plaisted e Peterson (1959), Wricke (1965), Kang e Phan (1991), Lin e Binns (1988) e modificação de Carneiro (1998). Quanto aos índices, foram

avaliados os propostos por Elston (1963), Mulamba e Mock (1978), Schwarzbach (1972), citado por Wricke e Werber (1986), e Garcia (1998). A análise de variância conjunta revelou diferenças significativas a 1% de probabilidade para PRODV e PMV, e a 5% de probabilidade para NMVP e NMSV. Porém, para a PRODG, não foram observadas diferenças significativas pelo teste F. Ademais, foram observadas diferenças significativas para o efeito de ambiente (A) e interação (GA), em nível de 5% de probabilidade. Os genótipos indicados pelo método Tradicional (1938) estão aliados à estabilidade, menor produtividade e mais recomendados a ambientes desfavoráveis. A utilização concomitante dos métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) é redundante, pois apresentaram igual ordenação dos genótipos. Estes estão associados a maior estabilidade, porém, independem da produtividade média e da adaptabilidade a ambientes gerais, favoráveis e desfavoráveis. A metodologia de Kang e Phan (1991) foi bastante útil em associar estabilidade à PRODV, demonstrando ser bastante útil no refinamento dos resultados. A metodologia de Lin e Binns (1988), como proposta, aliou seu parâmetro à PRODV, porém, indicando genótipos ligados a instabilidade. A adaptação feita por Carneiro (1988) aprimora a metodologia de Lin e Binns (1988) e proporciona melhor complementação deste procedimento com outros parâmetros de estabilidade. Quanto aos índices, estes apresentaram a mesma eficiência de seleção, para as condições do presente trabalho, com ligeira superioridade do índice de Garcia (1998), devido ao seu embasamento estatístico e estabelecimento de níveis mínimos aceitáveis. Todos os índices foram altamente correlacionados com os métodos de Lin e Binns (1988) e da adaptação de Carneiro (1988). E a associação das informações obtidas entre os índices de seleção e os métodos de análise de estabilidade possibilitou maior confiança na recomendação de linhagens superiores.

ABSTRACT

MARINHO, Caillet Dornelles, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, fevereiro 2012. Analysis of phenotypic stability and use of selection indices to indication of strains of snap beans. Advisor: Geraldo de Amaral Gravina. Committee Members: Antônio Teixeira do Amaral Júnior e Rogério Figueiredo Daher.

The present study aimed to compare the efficiency of different non-parametric methods of analysis of phenotypic stability, in the evaluation of the productive behavior of genotypes of snap bean in the northwestern State of Rio de Janeiro and assess the efficiency of different nonparametric selection indices in the indication of superior strains of snap beans for this region. Fourteen strains of bean with indeterminate growth habit, two other commercial varieties (Feltrin and Top Seed Blue Line) and one parent (UENF-1445) were used. The trials were conducted in Bom Jesus do Itabapoana, in 2010 and 2011, and in Cambuci, in 2011. The experiment was arranged in a randomized block design with four replications. The following characteristics were assessed: pod yield (PRODV), grain yield (PRODG), average number of pods per plant (NMVP), average weight of pods (PMV) and average number of seeds per pod (NMSV). The methods of Yates and Cochran (1938), Plaisted and Peterson (1959), Wricke (1965), Kang and Phan (1991), Lin and Binns (1988) and modification by Carneiro (1998) were used to estimate the parameters of stability for pod yield (PRODV). The indices proposed by Elston (1963), Mulamba and Mock (1978), Schwarzbach (1972), cited

by Wricke and Werber (1986) and Garcia (1998), were assessed. The joint analysis of variance revealed significant differences at 1% probability for PRODV and PMV, and 5% probability for NMVP and NMSV. However, no significant differences were observed by the F test for PRODG. Moreover, significant differences were observed for the environmental effect (A) and interaction (GA) at 5% probability. The genotypes indicated by the traditional method (1938) are related to stability and lower productivity, mainly recommended for unfavorable environments. The concomitant use of the methods of Plaisted and Peterson (1959) and Wricke (1965) is redundant, because they showed the same ordering of genotypes. These are associated with greater stability, but do not depend on average productivity and adaptability to general environments, either favorable or unfavorable. The method of Kang and Phan (1991) was very useful to associate stability PRODV, and proved to be very useful for refining the results. The methodology of Lin and Binns (1988), as proposed, associated its parameter to PRODV, but indicated genotypes related to instability. The modification carried out by Carneiro (1988) improves the methodology of Lin and Binns (1988) and provides better complementation of this procedure with other stability parameters. The indices presented the same selection efficiency under the conditions of this work, with slight superiority of the Garcia index (1998), due to its statistical basis and the establishment of minimum acceptable levels. All indexes were highly correlated with the methods of Lin and Binns (1988) and the modification by Carneiro (1998). Besides, the combination of the data obtained from the selection indices and methods of stability analysis confers greater confidence for recommending superior strains.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura, na região Noroeste do Rio de Janeiro, é baseada, fortemente, nas culturas da cana-de-açúcar e café (Souza et al., 2009). Dados do IBGE demonstram que essas culturas perfizeram 60% da área plantada nessa região, em 2010 e que as culturas do arroz, feijão e milho abrangeram 33% da mesma. Sendo assim, apenas, cinco culturas totalizaram 93% da área plantada no Noroeste Fluminense, em 2010 (IBGE, 2012). Desse modo, o setor agrícola, nessa região, apresenta pouca flexibilidade e grande fragilidade, o que vem contribuindo para o seu declínio e conseqüente êxodo da população rural.

Nesse contexto, novas opções de cultivo para a diversificação agrícola se tornam necessárias para melhoria das condições socioeconômicas desse setor. Dentre as opções, a olericultura é considerada uma excelente alternativa e, entre as culturas de valor econômico expressivo, está o feijão-vagem, que é uma olerícola pouco difundida na região Noroeste Fluminense, sendo mais desenvolvida na região serrana do estado. A cultura oferece condições de complementação financeira ao homem do campo e, inclusive, permite ao produtor manter, sob controle, a produção de suas próprias sementes.

Nas regiões de maior produção no Estado do Rio de Janeiro, têm sido utilizadas cultivares de hábito de crescimento indeterminado como uma opção de rotação de cultura em áreas já tradicionais no cultivo de tomate de mesa (Abreu, 2001; Vilela, 2008). Porém, a expectativa é de que novas cultivares que apresentem adaptação específica às condições regionais, maior produtividade e

qualidade de vagem, adequadas às exigências dos consumidores locais sejam desenvolvidas, resultando em maior retorno econômico e maior difusão da cultura.

Nesse intuito, a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) mantém um programa de melhoramento com feijão-vagem de hábito indeterminado, com o objetivo de selecionar genótipos produtivos e de qualidade comercial para o Norte e Noroeste Fluminense. O programa iniciou-se com a caracterização e estudo da diversidade genética de 25 acessos, de hábito indeterminado, do banco de germoplasma da UENF (Abreu et al., 2004).

Em continuidade, Silva et al. (2004) realizaram cruzamentos dialélicos entre cinco genótipos divergentes com características desejáveis, incluindo alta produtividade de vagens, que resultou em dez híbridos. Desse material, foram selecionadas quatro populações segregantes F_2 por Vilela (2008), que foram submetidas ao teste de geração precoce e subsequente avanço de geração pelo método de melhoramento SSD (*Single Seed Descent*) até F_6 , onde foram feitas avaliações quanto a sete características de interesse agrônomo. Concomitantemente, Barbé (2008) estudou a diversidade genética das 120 linhas recombinadas ($F_{6.7}$) de feijão-vagem com base em características morfoagronômicas em associação com a genealogia.

Logo após, Vilela (2008) implantou a geração F_7 com as 30 melhores linhagens detectadas na geração anterior, caracterizou-as morfológicamente e estudou a interação genótipos x ambientes em três localidades do Estado do Rio de Janeiro (Bom Jesus do Itabapoana, Campos dos Goytacazes e Itaocara).

Outro trabalho realizado dentro do programa de melhoramento de feijão-vagem da UENF foi realizado por Trindade (2010), que avaliou a capacidade combinatória, a natureza e os mecanismos da herança da resistência ao Crestamento Bacteriano Comum (CBC) em genótipos de feijão-vagem de hábito determinado de crescimento, visando à obtenção de cultivares resistentes ao CBC e adaptadas à região do Norte Fluminense.

Contudo, a recomendação de genótipos superiores de feijão-vagem adaptados à região Norte e Noroeste fluminense, ainda, não foi efetivada, sendo este o próximo objetivo do programa de melhoramento da UENF.

No entanto, a interação genótipos x ambientes (GA) pode trazer dificuldades na identificação dos melhores indivíduos, pois, quando há interação

complexa, certos genótipos podem ser superiores em um ambiente e não em outros (Cruz e Regazzi, 2001). Assim, torna-se necessário o estudo da interação GA nos programas de melhoramento de plantas para melhorar a eficiência da recomendação de novas cultivares (Finlay e Wilkinson, 1963; Eberhart e Russell, 1966; Cruz e Regazzi, 1994).

Ademais, há necessidade de comparar os genótipos promissores com testemunhas comerciais existentes no mercado a fim de comprovar a superioridade. E tal comparação deve ser embasada em uma gama de características desejáveis e não, apenas, em uma; portanto, o emprego de índices de seleção resume, em um único valor, informações de diversos caracteres, facilitando, assim, a comparação e classificação das cultivares. Portanto, a utilização de índices de seleção, em fases finais dos programas de melhoramento de plantas, é recomendada (Garcia e Souza Júnior, 1999).

Contudo, o objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência de diferentes métodos não paramétricos de análise de estabilidade fenotípica na avaliação do comportamento produtivo de genótipos de feijão-vagem, na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, assim como testar a eficiência de diferentes índices de seleção não paramétricos na indicação de linhagens superiores de feijão-vagem para tal região.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Botânica, Origem e Evolução do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.)

A classificação botânica do feijão-vagem é a mesma para o feijoeiro, tanto para o consumo de grãos secos quanto de vagens verdes. Classifica-se da seguinte maneira: Reino Vegetal; Ramo *Embryophytae Syphonogamae*; Subramo *Angiospermae*; Classe *Dicotyledoneae*; Subclasse *Archichlamydeae*; Ordem *Rosales*; Família *Fabaceae*; Subfamília *Papilionoideae*; Tribo *Phaseoleae*; Subtribo *Phaseolineae*; Gênero *Phaseolus* L.; Espécie *Phaseolus vulgaris* L. (Vieira et al., 2006).

O feijão-vagem é uma planta diplóide ($2n = 22$) e cleistógama, ou seja, a espécie se multiplica por autofecundação, e a polinização do estigma ocorre antes da abertura do botão floral ou antese (Filgueira, 2008).

Segundo Castellane et al (1988), o feijão-vagem apresenta caule volúvel, folhas trifolioladas, raízes superficiais, flores esbranquiçadas e vagens alongadas. E de acordo com Filgueira (2000), é uma fabácea anual, herbácea, podendo apresentar dois tipos de crescimento: o indeterminado, que é mais comum, e o determinado. Os frutos são vagens que apresentam polpa espessada e formato afilado, dentro das quais se desenvolvem as sementes. Nesse caso, esta planta olerácea se destina ao consumo do fruto, ou seja, das vagens; portanto, as cultivares mais produtivas que possuem menor teor de fibras, quando colhidas em ponto de comercialização, têm maior preferência comercial.

O gênero *Phaseolus* está, amplamente, distribuído pelo mundo, sendo cultivado em regiões tropicais, subtropicais e temperadas e, em muitos locais, é considerado alimento indispensável. Apesar de haver mais de 70 espécies silvestres do gênero *Phaseolus* descritas, apenas, cinco são domesticadas: *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus acutifolius*, *Phaseolus lunatus* e *Phaseolus dumosus*(Freitag e Debouck, 2002). Entre elas, o *Phaseolus vulgaris* é o mais importante, por ser a espécie cultivada mais antiga e, também, a mais utilizada nos cinco continentes (Singh, 2001; Broughton et al., 2003; Acosta-Gallegos et al., 2007).

A origem evolutiva do gênero *Phaseolus* e sua diversificação primária ocorreram nas Américas. Dados sugerem que as cultivares atuais de feijão provieram de múltiplos eventos de domesticação, com dois centros primários, um na América Central e o outro ao sul dos Andes (Sul do Peru, Bolívia, Norte da Argentina). Um terceiro centro é, ainda, sugerido na região da Colômbia (Gepts, 1998; Santalla et al., 2004).

Segundo Gepts e Debouck (1993), os genótipos existentes, hoje, no Brasil, podem ter sido introduzidos depois de percorrerem uma longa rota: originando-se no México, percorrendo a Guatemala, Colômbia e Venezuela, chegando ao Brasil; outra rota sugerida seria através dos Andes, no Peru; e uma terceira rota sugerida seria a introdução de feijões através de imigrantes vindos da Europa, no período colonial. Inicialmente houve uma distribuição do feijão silvestre, passando, posteriormente, por um período de domesticação e evolução do material. Pelo cultivo, forças evolutivas, como mutação e seleção, promoveram mudanças na planta do feijão comum, formando a morfologia, fisiologia e características genéticas das cultivares existentes atualmente.

De acordo com Singh et al. (1991), referendado por Krause (2008), o conhecimento genético sugere que o feijão-vagem foi originado do feijão comum, porque maiores mudanças genéticas seriam necessárias para que o feijão-vagem fosse originado de espécies silvestres de feijão.

2.2. Classificação e Comercialização

As características gerais da planta de feijão-vagem possibilitam agrupá-las segundo o porte, a cor da vagem e o corte transversal da mesma.

Considerando o porte da planta, o hábito de crescimento é um dos caracteres mais importantes para a classificação, pois é essencial tanto na descrição das cultivares quanto na escolha das mais adequadas para o plantio nas mais variadas condições de cultivo e, também, na obtenção de novas cultivares pelo melhoramento (Castellane et al., 1988).

As cultivares podem ser arbustivas, cujas plantas apresentam hábito de crescimento determinado, normalmente atingindo 0,50 m de comprimento, não formam guias e apresentam ciclo mais curto, ou trepadeiras com hábito de crescimento indeterminado, que necessitam de tutores para seu cultivo, podendo atingir até 2,5 m de comprimento. A cor da vagem pode ser verde, como no caso da maioria das cultivares comerciais tanto para consumo *in natura* quanto para a industrialização, ou amarela, que apresenta mercado mais restrito. Segundo o corte transversal da vagem, as cultivares podem ser classificadas em redondas, ovaladas ou achatadas. Tanto as de hábito determinado quanto indeterminado apresentam vagens unicarpelares, indeiscentes, ou tardiamente deiscentes, com número variável de sementes, que são, em geral, reniformes, com hilo branco, e vagens mais compridas que as do feijoeiro comum (Castellane et al., 1988).

No que se refere ao formato de vagem, classificam-se as cultivares comerciais em dois grupos, sendo o primeiro denominado grupo “Macarrão”, no qual as vagens possuem formato circular e o segundo, denominado “Manteiga”, quando as vagens possuem formato achatado (Rodrigues et al., 1998; Maluf, 2001; Filgueira, 2003)

As cultivares de feijão-vagem de crescimento indeterminado são apropriadas para cultivo com tutoramento, possibilitando sua exploração após cultura do tomate ou outras culturas de ciclos mais curtos. As diferentes cultivares dessa hortaliça são todas altamente nutritivas, frágeis, sensíveis à desidratação e entram, rapidamente, em senescência (Calbo, 2002 *apud* Francelino, 2008).

O início da colheita para cultivares de hábito indeterminado é feito aos 60 – 70 dias, sendo realizada quando as vagens apresentam-se imaturas, tenras e completamente expandidas, com polpa carnosa e espessa e sementes pouco desenvolvidas, porém antes de se tornarem fibrosas e com sementes salientes (Ruralnet, 2009). Segundo Maluf et al (2002), conhece-se esse ponto, na prática, quando as pontas das vagens são, facilmente, quebradas.

Filgueira (2000) cita que colheitas frequentes elevam a produtividade, não devendo deixar vagens passadas do ponto de colheita presas às plantas. No Brasil, a colheita é manual, uma operação trabalhosa e de baixo rendimento. Segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO), a produtividade média de feijão-vagem, no Estado, em 2006, foi de 17500 Kg.ha⁻¹ (Barbé, 2008).

Segundo Alves (1999), a produção de vagens frescas para consumo é a maior utilização da cultura do feijão-vagem no país, onde mínimas porções são destinadas à industrialização para conserva e exportação de vagens frescas ou refrigeradas.

2.3.Importância Econômica

Na concepção de Maluf et al.(2002), referendados por Silva (2003), o feijão-vagem apresenta um boa fonte de proteínas para consumo humano, determinando, assim, sua relevância mundial. As vagens são utilizadas em seu estado imaturo, podendo ser consumidas de diversas formas, como *in natura* ou, até mesmo, industrializadas.

No Estado do Rio de Janeiro, há maior cultivo das variedades de hábito indeterminado, por possibilitarem grande rendimento econômico, além de permitirem, quando adequadamente conduzidas, rotação de culturas em áreas já tradicionais no cultivo de tomate de mesa, tornando-se uma alternativa a mais na geração de empregos no meio rural e, por conseguinte, uma fonte de renda a mais aos produtores (Abreu et al., 2004).

No ano de 2010, foram comercializadas 7963,42 toneladas (t) de vagem em todas as Centrais de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (CEASA-RJ), sendo que 1554,19 toneladas foram do tipo Macarrão e 6409,23 (80.48%) toneladas do tipo Manteiga. Porém, para complementar a demanda, o Estado do Rio de Janeiro importa o produto de Estados vizinhos, como Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo (CEASA, 2011).

Ainda com base nos dados da CEASA-RJ, houve uma comercialização de, aproximadamente, 281,16 toneladas (3,53%) de feijão-vagem em 2010, provenientes das regiões Norte e Noroeste Fluminense, com produção de 275,01 e 6,15 toneladas, respectivamente, para cada região.

Dos nove municípios pertencentes à região Norte, apenas, Campos dos Goytacazes, São Fidélis, São Francisco do Itabapoana e São João da Barra (maior produtor desta região) produziram feijão-vagem. E, dos 13 municípios pertencentes à região Noroeste, apenas, Aperibé e Cambuci são produtores, observando-se que Cambuci contribuiu com 0,75 toneladas, o que representa, apenas, 0,009% do montante total comercializado no Estado.

Por outro lado, a maior comercialização, com 6213,09 toneladas, foi feita pela região Serrana, representando 79,02% do total comercializado nesse mesmo ano (CEASA, 2011).

Quanto ao preço, durante o período de janeiro de 2010 a janeiro de 2011, o valor médio do Kg do feijão-vagem foi de R\$ 2.83 (Macarrão) e R\$ 2.48 (Manteiga), sendo que o maior preço obtido para a vagem macarrão foi de R\$ 4.30 (junho) e R\$ 3.54 (janeiro de 2011) para a vagem manteiga (CEASA, 2011).

2.4. Interação entre genótipos x ambientes (GA)

A variação fenotípica é resultante da ação conjunta do genótipo, do ambiente e da interação entre genótipo e o ambiente (Allard, 1971), sendo que as modificações apresentadas pelos genótipos, perante as variações ambientais, resultam em mudanças no desempenho relativo das cultivares (Falconer e Mackay, 1996; Fehr, 1987). Dessa forma, o comportamento diferenciado dos genótipos, em virtude do cultivo em vários ambientes, é denominado interação genótipos x ambientes (Borém, 1997).

O genótipo de uma cultivar, bem como o ambiente onde é cultivada, interfere na expressão fenotípica de vários caracteres. De acordo com que as condições ambientais são modificadas, algumas cultivares apresentam variações; no entanto, outras, demonstram maior estabilidade em produção, alta ou baixa, em ampla faixa de ambientes (Comstock e Moll, 1963). Assim, torna-se necessário o estudo da interação genótipos x ambientes nos programas de melhoramento de plantas para melhorar a eficiência da recomendação de novas cultivares (Finlay e Wilkinson, 1963; Eberhart e Russell, 1966; Cruz e Regazzi, 1994).

A interação GA não deve ser vista como um problema ou fator indesejável, porém como uma interação biológica natural, cabendo ao melhorista conhecê-la bem, para tirar proveito desse fenômeno na hora da seleção (Chaves, 2001).

Nesse contexto, há autores que afirmam ser um desafio para os programas de melhoramento tal interação, sabendo que a indicação de genótipos de interesse é feita com seleção embasada na média de vários locais e anos, desse modo, a recomendação de genótipos superiores para cada ambiente fica comprometida (Ramalho et al., 1993). Porém, amenizam-se os efeitos da interação quando se identificam cultivares específicas para cada ambiente ou genótipos com baixa interação são obtidos. No primeiro caso, subdivide-se uma área heterogênea em glebas menores mais homogêneas. No entanto, mesmo com essa modificação, a interação pode permanecer alta devido ao efeito dos diferentes anos de cultivos (Eberhart e Russel, 1966; Scapim et al., 2000; Vilela, 2008).

Segundo Hoogerheide (2004), existem, pelo menos, três meios de amenizar o efeito da interação: a) identificar as cultivares específicas para cada ambiente; b) realizar o zoneamento ecológico; c) identificar cultivares com maior estabilidade fenotípica.

Contudo, o estudo da interação entre genótipos e ambientes é de fundamental importância em um programa de melhoramento, principalmente, na etapa de avaliação de linhagens para indicação de novas cultivares. Segundo Ramalho et al. (1993), uma das etapas de maior importância, em um programa de melhoramento de plantas, é a fase de avaliação de genótipos em diferentes ambientes para identificação e recomendação de cultivares superiores.

É esperada grande interação GA, em condições de elevada variação ambiental (Allard e Bradshaw, 1964), demonstrando a resposta diferencial dos genótipos nos diferentes ambientes, especialmente, para a produção de grãos (Pereira et al., 2009). Como o feijoeiro, no Brasil, é submetido a diversas condições ambientais, é esperado que a interação de genótipos por ambientes tenha grande importância na expressão fenotípica dessa cultura (Euzébio, 2008).

Ademais, por se tratar de uma espécie muito sensível às condições ambientais, o feijão tem sido alvo de intensas pesquisas sobre interação genótipos x ambientes (Miranda et al., 1993; Ramalho et al., 1993).

Desse modo, procura-se identificar cultivares com comportamento previsível e responsivas à melhoria do ambiente, por meio de métodos de análise de estabilidade e adaptabilidade que forneçam informações detalhadas sobre o comportamento das cultivares, seja em condições específicas ou amplas (Cruz e Regazzi, 2001).

2.5. Estabilidade e Adaptabilidade

Uma das formas de minimizar os efeitos da interação genótipos com ambientes é a utilização de diferentes metodologias de identificação de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade, sendo que, inicialmente, o primeiro problema dessa opção é a conceituação dos termos estabilidade e adaptabilidade (Cruz e Carneiro, 2003).

A estabilidade pode ser considerada como a habilidade dos genótipos apresentarem comportamento previsível em função das mudanças ambientais (Cruz et al, 2004). Para Finlay e Wilkinson (1963), estabilidade é caracterizada pela produção variável de uma cultivar de acordo com a capacidade dos ambientes em proporcionar altas ou baixas produtividades.

Segundo Verma et al. (1978), a definição de estabilidade, também, pode ser dita como a previsibilidade de sua adaptabilidade, ou, em termos estatísticos, como o ajuste da cultivar ao modelo estatístico.

No entanto, alguns autores apontam a estabilidade como maior capacidade apresentada por certos genótipos em se ajustarem às flutuações ambientais ao longo dos anos, dentro de um local (Vencovsky e Barriga, 1992).

De acordo com Becker (1981), estabilidade se enquadra em dois tipos: estabilidade biológica ou agrônômica. A estabilidade, no sentido biológico, é aquela que a cultivar mantém uma produtividade constante em diferentes ambientes. Já a estabilidade agrônômica refere-se à previsibilidade de rendimento das cultivares em relação ao potencial produtivo dos ambientes avaliados.

Por sua vez, a adaptabilidade pode ser definida como a capacidade dos genótipos se beneficiarem perante as modificações ambientais (Eberhart e Russel, 1966; Cruz e Regazzi, 1994). Verma et al. (1978) preconizam a adaptabilidade como a capacidade dos genótipos apresentarem alta produção

associada à alta estabilidade em ambientes desfavoráveis, além de serem responsivas às melhorias ambientais.

Para Finlay e Wilkinson (1963), quando certos genótipos apresentam respostas positivas em diversos ambientes contrastantes, denomina-se adaptabilidade geral, no entanto, se o melhor desempenho for demonstrado, apenas, em determinada condição, seja favorável ou desfavorável, caracteriza-se adaptabilidade específica.

As cultivares que apresentam ampla adaptabilidade, ou seja, podem ser cultivadas em diferentes locais, despertam maiores interesses às empresas produtoras de sementes, entretanto, para o produtor rural, seria importante a utilização de cultivares adaptadas às suas condições edafoclimáticas (Peixoto et al., 2002).

Para o feijão-vagem, assim como a maioria das hortaliças, existem, no mercado brasileiro, cultivares de boa aceitação comercial, recomendadas, quase exclusivamente, pela iniciativa privada. Ademais, a avaliação e recomendação de cultivares mais adaptadas a cada ambiente específico não vêm acontecendo no país (Hamasaki et al., 1998; Marinho et al., 2011). Dessa forma, é indispensável à pesquisa pública para este tipo de cultura, pois os agricultores utilizam qualquer cultivar disponível sem considerar as diferenças possíveis de comportamento ocasionadas pelos diversos ambientes.

Existem várias metodologias para analisar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares testadas em diferentes ambientes. Os próprios conceitos de estabilidade e os procedimentos biométricos de mensurar a interação entre cultivares e ambiente são os diferenciais dos métodos (Vencovsky e Barriga, 1992).

Na literatura, são citados inúmeros métodos, sendo todos fundamentados na presença significativa de interação GA. Alguns são mais simples ou mais complexos tanto na aplicação quanto interpretação (Cruz e Regazzi, 2001). Destacam-se os baseados em análise de variância, regressão linear simples, regressão linear bissegmentada, regressão quadrática, análise multivariada, análises que integram métodos univariados e multivariados, dentre outros (Vilela, 2008).

Para a escolha do método, é preciso levar em consideração a simplicidade matemática e facilidade de interpretação biológica do mesmo, além

do tipo de informação que se pretende obter e, principalmente, do número de ambientes disponíveis (Cruz e Regazzi, 2001; Lavoranti, 2003).

Segundo Cruz et al. (2004), alguns métodos são alternativos e outros complementares; dessa forma, a utilização conjunta dos métodos é altamente recomendada. Vilela et al. (2011) enfatiza a importância da utilização conjunta de diferentes métodos, porém, com alto grau de concordância em relação aos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, fornecendo, assim, informações acuradas na recomendação de cultivares.

Dentre os diferentes procedimentos citados na literatura, enfatizam-se os métodos propostos por Yates e Cochran (1938), Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965), que são baseados na análise de variância da interação GA; Finlay e Wilkison (1963) e Eberhart e Russel (1966), obtidos por regressão linear simples; Lin e Binns (1988), Huenh (1990), Kang e Phan (1991) e Annicchiarico (1992), que são métodos não paramétricos; Silva e Barreto (1986), Cruz et al. (1989) e Storck e Vencovsky (1994), obtidos por regressão linear múltipla; Brasil e Chaves (1994), regressão quadrática; e, Zobel et al. (1988), Crossa (1990), Hanson (1994) e Duarte e Vencovsky (1999), obtidos por técnicas de análise multivariada.

2.6. Metodologias para análise de estabilidade fenotípica

2.6.1. Método tradicional (1938)

Este método foi proposto por Yates e Cochran (1938) e se baseia na análise de grupos de experimentos, ou seja, na avaliação dos genótipos em vários ambientes. Nesse método, o estimador do parâmetro de estabilidade é a variação de ambientes dentro de cada genótipo, de forma que o genótipo mais estável é o que expressa a menor variância entre os ambientes estudados (Cruz e Carneiro, 2003).

Essa metodologia pode ser aplicada nas situações em que se dispõe de um número restrito de ambientes (mínimo três), sendo essa uma vantagem. Contudo, apresenta a desvantagem de utilizar um conceito de estabilidade pouco interessante ao melhorista, pois, geralmente, os genótipos que apresentam menor variância são os menos produtivos (Cruz e Regazzi, 1994).

Ademais, outras desvantagens são atribuídas à falta de informação dos ambientes testados e a imprecisão do parâmetro de estabilidade (Cruz et al., 2004).

2.6.2. Método de Plaisted e Peterson (1959)

Na propositura dessa metodologia, Plaisted e Peterson (1959), verificaram que, ao se avaliar os genótipos em vários ambientes, cada genótipo contribui com uma determinada porção para variância total da interação GA; dessa forma, o genótipo mais estável é o que menos contribui para a variação total entre genótipos x ambientes.

O método apresenta como vantagem a possibilidade de utilização em situações de reduzido número de ambientes. E suas principais desvantagens, de acordo com Cruz et al. (2004), devem-se à falta de informação sobre os ambientes testados, à imprecisão do parâmetro de estabilidade e do direcionamento da resposta dos genótipos à modificação ambiental.

2.6.3. Método de Wricke (1965)

O parâmetro de estabilidade proposto por Wricke (1965) baseia-se na decomposição da soma de quadrados da interação genótipos x ambientes em partes individuais atribuídas aos genótipos (Cruz e Carneiro, 2003). Essa estatística é denominada “ecoalência” e se refere, apenas, à estabilidade fenotípica. Logo, a cultivar que apresentar menor ecoalência é considerada a mais estável.

Em situações de pouco número de ambientes, é uma metodologia indicada, sendo essa uma vantagem. Segundo Rocha (2002), é um método indicado por sua praticidade, principalmente, nas seleções de progênies superiores, nas fases finais de um programa de melhoramento.

Entretanto, suas desvantagens, de acordo com Vilela (2008), são: imprecisão do parâmetro de estabilidade, composto por qualquer componente de variância, falta de informações sobre os ambientes testados e direcionamento da

resposta dos genótipos à modificação ambiental.

2.6.4. Método de Lin e Binns (1988) e adaptação de Carneiro (1998)

A metodologia de Lin e Binns (1988), caracterizada como estatística P_i , é obtida através do desvio do genótipo i em relação ao material de máximo desempenho em cada ambiente. Dessa forma, quanto menor o P_i , menor o desvio em torno do rendimento máximo, indicando uma superioridade geral do genótipo em questão. Assim, maior estabilidade estará, sempre, associada a maior produtividade (Lin e Binns, 1988; Farias et al., 1996; Carneiro, 1998; Cruz e Carneiro, 2006).

Segundo Murakami et al. (2004), esse método pondera, de maneira eficiente, os desvios dos comportamentos dos genótipos nos ambientes, pois não considera a distância simples, e sim o quadrado médio da distância em relação à resposta máxima em cada local.

Nos procedimentos que fazem uso de análises de regressão para avaliação do desempenho dos genótipos, o índice ambiental é definido como a diferença entre a média dos genótipos em cada local e a média geral. Assim, o coeficiente de regressão da média dos genótipos testados em cada local em função dos índices ambientais é igual à unidade (Cruz e Carneiro, 2003). Dessa forma, a estatística P_i é uma medida de adaptabilidade e a sua flutuação uma medida de estabilidade fenotípica (Scapim et al., 2000). Portanto, essas propriedades fazem desse método um procedimento eficaz para se avaliar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade fenotípica, mesmo não sendo esse o conceito mais atual para adaptabilidade (Cruz et al., 2004).

A estimativa P_i pode ser desdobrada em duas partes: a primeira, devida ao desvio genético em relação ao máximo (soma de quadrado de genótipos), esta, não implica, necessariamente, em alteração na classificação dos genótipos; e a segunda, atribuída à interação genótipos x ambientes, por sua vez, dificulta o trabalho de melhoristas, pois pode alterar a classificação dos materiais. Portanto, a situação desejada seria encontrar um material com menor P_i possível e com atribuição majoritária ao desvio genético (Lin e Binns, 1988).

Algumas observações e sugestões acerca da metodologia proposta por Lin e Binns (1988) foram feitas por Carneiro (1998) no intuito de aperfeiçoar a avaliação do comportamento genotípico. Esse autor sugeriu a decomposição da estatística P_i em ambientes favoráveis e desfavoráveis, atendendo à recomendação de cultivares para as duas condições ambientais. Essa proposição recebeu a denominação de Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento (MAEC).

Devido à simplicidade e facilidade de trabalhar com a MAEC, aliado à eficácia em recomendar genótipos superiores para ambientes contrastantes, sua utilização vem recebendo grande atenção (Faria et al., 1996; Daros et al., 2000; Botrel et al., 2005; Vilela, 2008; Pena, 2011).

2.6.5. Método de Kang e Phan (1991)

Kang e Phan (1991) propuseram a utilização da ponderação entre os parâmetros de estabilidade de métodos não paramétricos e as estimativas de produção, promovendo uma nova classificação dos genótipos, visando identificar cultivares mais estáveis e, ao mesmo tempo, com alto rendimento.

O emprego dessa metodologia é muito simples e de fácil interpretação. Baseia-se na atribuição de um ranqueamento para produtividade e outro para os valores do parâmetro de estabilidade, somam-se os “ranks” e a menor nota representa o genótipo mais desejável.

2.7. Comparação entre metodologias de análise de estabilidade

Nos últimos anos, vários autores vêm estudando diversos métodos de análise de estabilidade e adaptabilidade, porém não há nenhuma conclusão a respeito do método ideal para tal propósito. Nesse contexto, inúmeros trabalhos abordaram análises comparativas entre os métodos não paramétricos e paramétricos.

No intento de obter respostas comparativas entre métodos não paramétricos, o agrupamento por análise de escala multidimensional vem sendo

empregado, assim como a análise multivariada. O primeiro agrupamento averigua a dissimilaridade entre os métodos, já o segundo informa sobre a proximidade entre eles (Dehghani e Sabaghpour, 2006; Sabaghania et al., 2006; Mohammadi et al., 2007; Mohammadi e Amri, 2008).

A análise de correlação entre os métodos é a forma mais comumente utilizada entre os pesquisadores para comparar os procedimentos e averiguar a proximidade entre os resultados.

Fazendo uso dessa abordagem, Borges et al. (2000) estudaram vários métodos de avaliação da estabilidade fenotípica para o feijoeiro (Toler, 1990; Lin e Binns, 1988; Annicchiarico, 1992; Annicchiarico et al., 1995; Gauch e Zobel, 1988) e concluíram que nenhum método, por si só, demonstrou ser suficiente, exigindo complementariedade das informações com integração entre os métodos.

De forma semelhante, Backes et al. (2005) trabalharam com feijão comum, em dez localidades do Estado de Santa Catarina, utilizaram a metodologia de Yates e Cochran (1938) e a de Lin e Binns (1988) e obtiveram pouca concordância entre elas.

Prado et al. (2001), estudando o comportamento de genótipos de soja, utilizaram os métodos da ecovalência, Cruz et al. (1989) e Eberhart e Russel (1966), e concluíram que os métodos foram coerentes entre si, permitindo a identificação das cultivares com maior estabilidade e adaptabilidade. Oliveira et al. (2006a) verificaram concordância entre a metodologia de Lin e Binns (1988) e Eberhart e Russel (1966) em trabalhos com amendoim. Entretanto, Melo et al. (2007) não obtiveram correlação entre essas metodologias, em estudos com feijão comum.

Em análises de estabilidade e adaptabilidade de feijão comum, em seis municípios do estado de Minas Gerais, Oliveira et al. (2006b) avaliaram os métodos de Eberhart e Russel (1966), Cruz et al. (1989) e Carneiro (1998). O estudo destacou o método proposto por Carneiro (1998), pois este englobou os conceitos de adaptação, adaptabilidade e estabilidade.

Em trabalhos com milho-pipoca, Scapim et al. (2010) verificaram que os parâmetros de estabilidade de Eberhart e Russel (1966), Wricke (1965) e Huhner (1990) se correlacionaram positiva e significativamente. Ademais, o parâmetro de adaptabilidade de Eberhart e Russel (1966) correlacionou-se, negativa e significativamente, com o parâmetro de Lin e Binns (1988).

Contudo, observam-se divergências e similaridades entre diferentes métodos de análise de estabilidade e adaptabilidade. Dessa forma, a integração entre os procedimentos torna-se necessária para maior acurácia dos resultados. Portanto, a análise da correlação entre as metodologias é altamente indicada, revelando, assim, a proximidade entre os métodos utilizados.

2.8. Índices de seleção

Primeiramente, é importante ressaltar que o método de seleção, feita com base na escolha de uma única característica por vez, denomina-se seleção em “*tandem*”. Nesse caso, espera-se que os demais caracteres permaneçam inalterados, ou que, quando há correlação positiva, sejam melhorados indiretamente. Há, também, a seleção com base nos níveis independentes de eliminação, onde cada caráter recebe um valor de descarte (máximo ou mínimo), de modo que a escolha dos indivíduos é feita para os genótipos com desempenho superior ao nível de eliminação preestabelecido pelo melhorista (Cruz e Regazzi, 2001).

Nos programas de melhoramento genético, o emprego do índice de seleção é uma prática bastante utilizada com finalidade de selecionar, simultaneamente, caracteres de interesse agrônômico. Esses índices são constituídos de técnica multivariada que agrupa as propriedades genéticas das progênes testadas com informações relativas a várias características de interesse (Vilela, 2008).

Segundo Garcia e Souza Júnior (1999), índice de seleção é a combinação linear de valores fenotípicos em um único valor, o qual contém informações sobre os méritos e deméritos de cada genótipo para várias características. Nesse contexto, os genótipos selecionados passam a ter uma gama de atributos favoráveis capazes de se adequarem às exigências dos consumidores e produtores rurais (Farias, 2005).

Os índices, também, são utilizados para contornar as correlações genéticas entre as características importantes, que, muitas vezes, apresentam correlações negativas, ou seja, enquanto a seleção favorece uma, desfavorece outra. Nesse caso, o trabalho do melhorista fica bastante dificultado, e o índice de

seleção visa amenizar esse problema.

Cria-se, então, um valor numérico, teórico, resultante da combinação de múltiplas informações relativas a várias características selecionadas pelo pesquisador, sobre as quais se deseja manter seleção simultânea, aumentando, assim, as chances de êxito do programa de melhoramento (Cruz e Carneiro, 2003).

O primeiro índice de seleção no melhoramento de plantas foi proposto por Smith (1936), visando à seleção simultânea de duas ou mais características correlacionadas, combinando covariâncias genéticas e fenotípicas com os caracteres e seus respectivos valores econômicos. Posteriormente, Fisher (1936) sugeriu uma função linear dos valores fenotípicos observados, otimizando-se o índice. E, assim, seguiram-se outras modificações, a maioria, também, fundamentada em combinações lineares de valores fenotípicos observáveis, entre elas estão: Brim et al. (1959), Kempthorne e Nordskog (1959), Pesek e Baker (1969), Tai (1977) e Smith et al. (1981) (Garcia e Souza Júnior, 1999; Farias, 2005; Vilela, 2008).

Os índices citados, até então, recebem a denominação de índices paramétricos, pois requerem estimativas de parâmetros da população, logo são utilizados em situações específicas, sendo apropriados quando os genótipos formam uma amostra aleatória (Vilarinho et al., 2003; Lessa, 2010).

Para casos que envolvem genótipos que já passaram por processo seletivo (amostras fixas), existe o grupo dos índices não paramétricos, que não requerem estimativas de parâmetros. Esse grupo de índices pode ser utilizado, pelo menos teoricamente, tanto para amostras aleatórias, quanto fixas (Lessa, 2010).

2.9. Índices não paramétricos ou não lineares

2.9.1. Índice de Elston (1963)

Esse índice é caracterizado por não exigir o estabelecimento de pesos econômicos às características em estudo e a estimação de parâmetros genéticos,

daí, a denominação de índice “livre de pesos” e “livre de parâmetros”. Ademais, tal índice não pressupõe a existência de um valor genotípico populacional a ser melhorado, adaptando-se, assim, tanto aos programas de seleção recorrente, como a outras modalidades de melhoramento (Farias, 2005).

Outra vantagem dessa metodologia é a possibilidade de estabelecimento de níveis mínimos aceitáveis, imprescindível para etapas finas dos programas de melhoramento, abaixo dos quais os genótipos são sugeridos para o descarte.

O método proposto por Elston (1963) é, também, conhecido como índice multiplicativo, pois sua fórmula é embasada na multiplicação de seus fatores. Nesse contexto, todos os caracteres recebem a mesma importância, pois, ao se multiplicar qualquer caráter por um peso, apenas, a escala do índice será alterada, não resultando em priorização alguma de qualquer caractere (Farias, 2005). Contudo, quando a aferição de pesos é possível e desejável, isso se torna uma desvantagem.

Ademais, a pressuposição de que as observações fenotípicas são boas aproximações dos valores genotípicos, exige uma obtenção precisa dos dados experimentais, podendo se tornar uma desvantagem em determinados casos.

Garcia e Souza Júnior (1999) empregaram o índice multiplicativo em estudo com cultivares de milho, cujos dados provieram do Ensaio Nacional de cultivares, ano 1996/97, e verificaram que o referido não foi eficiente na recomendação dos melhores genótipos. Dentre as causas da inadequação, as principais foram: impossibilidade de inclusão de parâmetro de adaptabilidade, de pesos econômicos e teste de médias para comparar, estatisticamente, o desempenho dos genótipos.

Porém, essa metodologia apresentou bons resultados quando utilizada por Vilarinho (2001) em avaliação de famílias S_1 e S_2 de milho pipoca provenientes do programa de seleção recorrente intrapopulacional da Universidade Federal de Viçosa. Nesse caso, o índice proporcionou ganhos simultâneos de 70.7 Kg/ha para produção e 0.53 ml/g para capacidade de expansão.

Outro resultado positivo foi relatado por Granate et al. (2002), que obtiveram ganhos preditos de 6.64% em avaliação de famílias de meios irmãos, oriundas do composto CMS-43 de milho pipoca.

2.9.2. Índice de Schwarzbach (1972)

Método proposto por Schwarzbach (1972), referendado por Wricke e Weber (1986), baseado no cálculo das distâncias dos genótipos ao genótipo ideal, recebe a denominação de ideótipo e é definido pelo pesquisador, arbitrariamente, de acordo com seus objetivos e conhecimento sobre a cultura trabalhada.

O ideótipo é possuidor do melhor desempenho em todos os caracteres e pode nem existir na população sob seleção (Santos, 2005). Assim, calcula-se, a dissimilaridade dos genótipos em relação ao ideótipo, obtendo-se, então, o índice. Portanto, o genótipo que apresentar o menor valor, ou seja, maior proximidade do ideal é selecionado.

Ressalta-se que qualquer medida de distância pode ser empregada para a estimação do índice, porém, segundo Cruz e Regazzi (2001), as mais utilizadas, no melhoramento de plantas, têm sido a Distância Euclidiana e a Distância Generalizada de Mahalanobis.

2.9.3. Índice de Mulamba e Mock (1978)

O índice proposto por Mulamba e Mock (1978) tem como principal vantagem à facilidade de aplicação e interpretação. Consiste em proceder com a classificação dos genótipos em relação a cada uma das características, em ordem crescente, estabelecendo a primeira colocação ao melhor genótipo e assim sucessivamente; por fim, somam-se os postos de todos os caracteres, resultando na classificação final, que corresponde ao índice de soma de postos ou "*ranks*". Portanto, os melhores genótipos serão aqueles com menores índices.

Teoricamente, esse método pode ser empregado em qualquer situação, ademais, não requer, como os anteriores, estimação das variâncias e covariâncias genotípicas e fenotípicas. Não exige, também, o estabelecimento de pesos econômicos.

Porém, na prática, não permite descartar genótipos com desempenho abaixo do esperado, inviabilizando seu uso em etapas finais de seleção de cultivares, pois as cultivares aquém dos mínimos aceitáveis não deverão ser recomendadas como novos materiais para o mercado (Garcia, 1998).

2.9.4. Índice de Garcia (1998)

O índice proposto por Garcia (1998) tem como objetivo atender às exigências da seleção de genótipos em pré-recomendação de cultivares, que requer a fixação de valores mínimos de desempenho e utilização de testes de médias, concebendo embasamento estatístico aos resultados. Dessa forma, esse índice incorpora informações multivariadas, levando em consideração as diferenças estatísticas entre as características.

Em suma, o índice preconizado por Garcia (1998), que recebe a denominação de índice de Seleção de Cultivares, é embasado no cálculo da distância do genótipo ao ideótipo. Para maior esclarecimento, as etapas de aquisição do índice são descritas a seguir:

a) Agrupamento das médias e obtenção dos inversos

As médias de todas as características estudadas são agrupadas por meio do teste de Scott-knott (Scott e Knott, 1974), de forma a não ocasionar sobreposição de classes. Após esse procedimento, os valores originais dos caracteres sobre os quais a seleção tem como objetivo a diminuição da média são transformados por meio da obtenção dos inversos, de tal forma que, para todos os caracteres, sempre os maiores valores serão os de interesse.

Em seguida, calcula-se o desvio padrão, a média de cada uma das classes (formadas pelo teste de Scott-Knott) e a média geral de cada caráter. Os valores individuais, dentro de um mesmo grupo de classificação, são substituídos pela média do grupo a que ele pertence, considerando-se que as possíveis diferenças entre as médias individuais não são, estatisticamente, significativas dentro do grupo.

b) Definição dos níveis mínimos aceitáveis (N_m)

De acordo com Garcia (1998), um genótipo, para ser recomendado, precisa apresentar um desempenho mínimo para cada caráter, de forma que aqueles que demonstram valores inferiores a esses níveis previamente

estabelecidos, de acordo com o interesse do melhorista, não poderão ser selecionados, pois não possuirão atributos aceitáveis pelos agricultores e consumidores.

Dessa forma, os níveis mínimos aceitáveis (N_m) são considerados valores de descarte, que são atribuídos pelo pesquisador. Geralmente, podem ser considerados as médias dos experimentos ou incluir testemunhas comerciais e tomar suas médias como valores de descarte para cada caráter.

c) Estandarização dos dados

Esse procedimento é feito no intuito de permitir que todos os caracteres apresentem a mesma influência sobre a classificação final dos genótipos. As médias fenotípicas (P_m) de cada caráter são transformadas pela seguinte expressão:

$$P'_m = \frac{P_m - N_m}{s_m},$$

em que:

P'_m : média transformada do caráter m ;

P_m : a média do caráter m , após agrupamento e a obtenção dos inversos quando necessário;

N_m : nível mínimo de desempenho exigido para o caráter m , ou seja, o menor valor fenotípico aceito;

s_m : desvio padrão do caráter m .

Essa estandarização faz com que as observações fenotípicas passem a ser expressas em unidades de desvio padrão, porém centradas nos níveis mínimos aceitáveis e não na média amostral. Assim, são indicados para descarte os genótipos que tenham P'_m negativo ($P'_m < N_m$) para, pelo menos, um caráter, por não atingirem o desempenho mínimo estabelecido pelo melhorista (Santos, 2005).

d) Definição do ideótipo

O ideótipo é um genótipo que possui melhor valor para todos os caracteres considerados na obtenção do índice, podendo este existir ou não entre os genótipos que estão sendo testados (Santos, 2005). Normalmente, o desempenho máximo de cada caráter é agrupado para formação desse genótipo ideal.

Os valores atribuídos ao ideótipo são transformados na mesma escala em que foram obtidos os P'_m , para evitar problemas de escala. Esse ideótipo é usado como ponto de referência para classificação dos genótipos.

e) Cálculo do índice de seleção de cultivares (I_{sc})

A fundamentação do índice de Seleção de Cultivares é a escolha de genótipos que possuam maior proximidade ao genótipo ideal; portanto, utiliza-se uma medida de distância genética para cálculo do índice. Assim, quanto menor o valor da distância, melhor é o genótipo.

Na proposição original, Garcia (1998) utilizou a Distância Euclidiana Média estandardizada, já explicada anteriormente, por se tratar de um procedimento de fácil interpretação e ter a vantagem de poder ser empregada na falta de dados de um ou mais caracteres.

No entanto, Santos (2005), ao avaliar 88 genótipos de soja, em etapa final de recomendação, utilizando o índice de Garcia (1998), concluiu que os melhores resultados foram obtidos com o emprego da Distância Generalizada de Mahalanobis, por considerar as correlações entre as características.

f) Classificação e seleção dos genótipos superiores

Feita a aplicação de todos os passos descritos anteriormente, efetua-se a classificação dos genótipos com base na distância com relação ao ideótipo. A classificação é dada em ordem crescente de distância, ou seja, os genótipos com melhor classificação (menor distância) devem ser selecionados. Aqueles que apresentarem valores negativos nos dados transformados para alguma variável são sugeridos para descarte.

2.10. Utilização e comparação de alguns índices

Após a criação do primeiro índice, proposto por Smith (1936), vários outros foram desenvolvidos no intuito de atender a situações específicas, tanto para o melhoramento vegetal, quanto animal (Santos, 2005). Assim, muitos relatos são encontrados na literatura acerca da utilização dessas metodologias, e alguns pesquisadores têm realizado estudos comparativos entre elas.

Apesar da inconsistência dos resultados demonstrados pela aplicação do índice de seleção no melhoramento vegetal, sua utilização tem sido mais eficiente que a seleção com base nos níveis independentes de eliminação, que, por sua vez, é mais eficiente que a seleção em “*tandem*” (Cruz e Regazzi, 2001; Santos, 2005).

Em experimentos com a cultura da aveia para produção de grãos e de palhada, Eagles e Frey (1974) compararam o métodos de seleção com base nos níveis independentes de eliminação, na seleção truncada para a produção de grãos, na seleção truncada para a produção de palha, no índice base (Williams, 1962) e no índice otimizado (Smith, 1936); e concluíram que, para a melhoria das duas características, simultaneamente, o índice otimizado, o índice base e o método dos níveis independentes de eliminação obtiveram ganhos semelhantes.

Em comparação feita entre o índice base (Williams, 1962), o otimizado (Smith, 1936) e o multiplicativo (Elston, 1963), Coterill (1985) avaliou a altura de plantas, diâmetro do tronco, retidão do tronco e diâmetro dos ramos em *Pinus radiata* e *Pinus caribaea*. Esse autor concluiu que, para as duas espécies estudadas, o índice otimizado apresentou os melhores ganhos, ressaltando que, para a espécie *Pinus radiata*, tanto o índice base quanto o multiplicativo demonstraram resultados razoáveis.

Em dois casos de utilização de índices para melhorar uma característica sem alterar outra, negativamente correlacionadas, Holbrook et al. (1989) e Matzinger et al. (1989) empregaram o índice restrito (Kempthorne e Nordskog, 1959) para as culturas da soja e tabaco, respectivamente. Os primeiros autores obtiveram ganhos de 3.8% na produção sem alterar o teor de proteína. Os segundos observaram um aumento de 2.5% por ciclo no teor de alcaloides, sem redução significativa, estatisticamente, na produção de tabaco.

Para a cultura da batata, Barbosa e Pinto (1998) testaram vários índices e indicaram os preconizados por Smith (1936), Hazel (1943), Williams (1962), Pesek e Baker (1969) e Mulamba e Mock (1978), utilizando-se, nos dois primeiros, o desvio-padrão genético como peso econômico. Nesse estudo, os caracteres estudados foram: aparência e densidade de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos e produção de tubérculos.

Já Martins et al. (2006), quando empregaram os mesmos índice indicados pelos autores anteriores, em uma população de *Eucalyptus grandis*, concluíram que, apenas, o índice de Elston (1963) demonstrou respostas esperadas e equilibradas para a cultura trabalhada.

Santos e Araújo (2001) analisaram a aplicação dos índices de seleção na cultura do feijão de corda e, após a utilização dos índices propostos por Smith (1936) e Hazel (1943), Williams (1962), Elston (1963), Pesek e Baker (1969), Subandi et al. (1973) e Mulamba e Mock (1978), verificaram que, de modo geral, apesar dos índices não terem apresentando os maiores ou menores ganhos sobre um dado caráter em relação à seleção direta, foram eficientes no progresso conjunto das características; e, na comparação entre os índices, os que se sobressaíram foram: Mulamba e Mock (1978), Subandi et al. (1973) e Pesek e Baker (1969).

Granate et al. (2002), trabalhando com vários caracteres em milho pipoca, empregaram os índices de Smith (1936) e Hazel (1943), Pesek e Baker (1969), Williams (1962) e Elston (1963). Esses autores concluíram que o índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943) proporcionou os melhores ganhos preditos, e que os ganhos foram observados em mais caracteres que nos demais índices. Com essa mesma cultura, Freitas Júnior et al. (2009) testaram os mesmos índices, com a diferença de que foi utilizado o índice de Mulamba e Mock (1978) ao invés do índice de Elston (1963), e chegaram à conclusão de que o índice de Mulamba e Mock (1978), além de permitir a predição de ganhos negativos para número de espigas doentes e atacadas por pragas, número de plantas quebradas e acamadas e espigas mal empalhadas, para rendimento de grãos e capacidade de expansão, proporcionou ganhos superiores aos demais índices.

Em ensaios conduzidos no Distrito Federal, Silva et al. (2009) avaliaram uma população de cenoura em dois sistemas agroecológicos de produção. Os índices de seleção utilizados foram: clássico proposto por Smith (1936) e Hazel

(1943), base de Willians (1962), com base nos ganhos desejados de Pesek e Baker (1969) e livre de pesos e de parâmetros de Elston (1963). Os autores chegaram à conclusão de que o melhor índice para o trabalho foi o de Willians (1962), seguido pelo de Elston (1963).

Vasconcelos et al. (2010) verificaram que a seleção direta em alfafa proporciona maiores ganhos individuais para determinadas características, porém propicia efeitos indesejáveis em outras. Neste trabalho, os índices possibilitaram a escolha de um grupo de genótipos geneticamente superior e, os melhores índices foram: Mulamba e Mock (1978), genótipo-ideótipo (Schwarzbach, 1972) e Elston (1963).

Nessa revisão, pode-se notar a grande utilização do índice da soma de ranks (Mulamba e Mock, 1978) em diversas culturas, devido, principalmente, à sua facilidade de aplicação. Nota-se, também, que esse método tem obtido resultados positivos e, em muitos casos, sobressaído aos demais índices utilizados. Isso pode ser verificado, também, nos trabalhos de: Bárbaro et al. (2007), Gonçalves et al. (2007), Santos et al. (2007), Amaral Júnior et al. (2010), Lessa et al. (2010), Vasconcelos et al. (2010) e Rangel et al. (2011).

Contudo, a maioria dos relatos de comparações e aplicações dos índices no melhoramento vegetal é feito em programas de seleção recorrente ou em situações em que os genótipos são considerados aleatórios, ou seja, fazendo referência a uma população.

Em situação contrária, Garcia e Souza Júnior (1999) empregaram os índices não paramétricos propostos por Elston (1963), Mulamba e Mock (1978) e Schwarzbach (1972) na cultura do milho, e avaliaram a eficiência destes na obtenção de genótipos fixos, em etapa final de experimentação. Os resultados mostraram que os índices utilizados não foram adequados à seleção de cultivares por não priorizarem os caracteres mais importantes, além de não serem embasados em testes de médias.

No intuito de fornecer um índice que fosse mais adequado à situação acima exposta, Garcia (1998) desenvolveu o índice de seleção de cultivares que foi avaliado por Santos (2005) para cultura da soja, e, por Farias (2005) para cultura do algodoeiro. Esses autores corroboraram na eficiência desse índice na obtenção de materiais que pudessem ser recomendados aos produtores rurais.

Como se pode concluir, os índices apresentam grande concordância em certos casos, porém grande discrepância em outros. Ademais, em fases finais de recomendação de cultivares, faltam estudos com utilização de índices, principalmente, em relação ao índice de Garcia (1998) em comparação com os demais. Portanto, esse trabalho propõe essa avaliação, dando resultados práticos da utilização desses índices em estudo comparativo.

3. TRABALHOS

3.1. COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ANÁLISE DE ESTABILIDADE FENOTÍPICA EM FEIJÃO-VAGEM

3.1.1. RESUMO

O presente trabalho objetivou comparar a eficiência de diferentes métodos não paramétricos de análise de estabilidade fenotípica na avaliação do comportamento produtivo de genótipos de feijão-vagem, na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Foram avaliadas 14 linhagens de feijão-vagem de hábito de crescimento indeterminado, mais duas variedades comerciais (Feltrin e Top Seed Blue Line) e um progenitor (UENF-1445). Para estimar os parâmetros de estabilidade quanto à produtividade de vagens (PRODV), utilizaram-se os métodos de Yates e Cochran (1938), Plaisted e Peterson (1959), Wricke (1965), Kang e Phan (1991), Lin e Binns (1988) e modificação de Carneiro (1998). Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Bom Jesus do Itabapoana, ano de 2010 e 2011, e de Cambuci, ano de 2011. O delineamento empregado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os genótipos indicados pelo método Tradicional (1938) estão aliados à estabilidade, menor produtividade e mais recomendados a ambientes desfavoráveis. A utilização concomitante dos

métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) é redundante, pois apresentaram igual ordenação dos genótipos. Estes estão associados a maior estabilidade, porém, independem da produtividade média e da adaptabilidade a ambientes gerais, favoráveis e desfavoráveis. A metodologia de Kang e Phan (1991) foi eficiente em associar estabilidade à PRODV, demonstrando ser bastante útil no refinamento dos resultados. A metodologia de Lin e Binns (1988), como proposta, aliou seu parâmetro à PRODV, indicando, porém, genótipos ligados à instabilidade, necessitando, assim, de complementação de informações com outros métodos. A adaptação feita por Carneiro (1988) aprimora a metodologia de Lin e Binns (1988) e proporciona melhor complementação desse procedimento com outros parâmetros de estabilidade. Utilizando-se a complementariedade dos resultados entre os métodos, a linhagem 6 (UENF 7-5-1) foi indicada para o ambiente favorável; as linhagens 9 (UENF 7-10-1), 11 (UENF 7-14-1) e 12 (UENF 7-20-1), para o ambiente desfavorável; e, a linhagem 10 (UENF 7-12-1) para ambos.

3.1.2. ABSTRACT

This study aimed to compare the efficiency of different non-parametric methods of analysis of phenotypic stability in the assessment of the productive behavior of genotypes of snap beans in the northwestern Rio de Janeiro state. Fourteen strains of snap beans with indeterminate growth habit, two commercial varieties (Feltrin and Top Seed Blue Line) and one parent (UENF-1445) were assessed. The methods of Yates and Cochran (1938), Plaisted and Peterson (1959), Wricke (1965), Kang and Phan (1991), Lin and Binns (1988) and modified by Carneiro (1998) were used to estimate the parameters and stability for pod yield (PRODV). The experiments were conducted in Bom Jesus do Itabapoana, in 2010 and 2011; and in Cambuci, in 2011. The experiment was arranged in a randomized block design with four replications. The genotypes indicated by the traditional method (1938) are combined with stability, lower yield, mainly recommended for unfavorable environments. The concomitant use of methods of Plaisted and Peterson (1959) and Wricke (1965) is redundant, because they presented the

same ordering of genotypes, which are associated with greater stability, but do not depend on average productivity and adaptability to general environments, either favorable or unfavorable. The method of Kang and Phan (1991) was effective in associating stability to PRODV and proved to be very useful for refining the results. The methodology of Lin and Binns (1988), as proposed, allied its parameter to PRODV, but indicated genotypes linked to instability, thus requiring additional information from other methods. The adjustment made by Carneiro (1988) refines the methodology of Lin and Binns (1988) and provides better complementation of this procedure with other stability parameters. Using the complementarity of the results of different methods, strain 6 (UENF 7-5-1) was indicated for the favorable environment; strains 9 (UENF 7-10-1), 11 (UENF 7-14-1) and 12 (UENF 7-20-1), for the unfavorable environment; and strain 10 (UENF 7-12-1), for both.

3.1.3. INTRODUÇÃO

A variação fenotípica é resultante da ação conjunta do genótipo, do ambiente e da interação entre genótipo e o ambiente (Allard, 1971), sendo que as modificações apresentadas pelos genótipos perante as variações ambientais resultam em mudanças no desempenho relativo das cultivares (Falconer e Mackay, 1996; Fehr, 1987).

A interação genótipos x ambientes (GA) pode trazer dificuldades na identificação dos melhores indivíduos, pois, quando há interação, certos genótipos podem ser superiores em um ambiente e não em outros (Cruz e Regazzi, 2001). Assim, torna-se necessário o estudo da interação GA nos programas de melhoramento de plantas para melhorar a eficiência da recomendação de novas cultivares (Finlay e Wilkinson, 1963; Eberhart e Russell, 1966; Cruz e Regazzi, 1994).

A interação GA não deve ser vista como um problema ou fator indesejável, porém como uma interação biológica natural, cabendo ao melhorista conhecê-la bem, para tirar proveito desse fenômeno na seleção (Chaves, 2001).

Segundo Hoogerheide (2004), existem, pelo menos, três meios de amenizar o efeito da interação: a) identificar as cultivares específicas para cada ambiente; b) realizar o zoneamento ecológico; c) identificar cultivares com maior estabilidade fenotípica.

A estabilidade pode ser considerada como a habilidade dos genótipos apresentarem comportamento previsível em função das mudanças ambientais (Cruz et al, 2004). Por sua vez, a adaptabilidade pode ser definida como a capacidade dos genótipos se beneficiarem perante as modificações ambientais (Eberhart e Russel, 1966; Cruz e Regazzi, 1994).

Existem vários procedimentos estatísticos que permitem quantificar a adaptabilidade e a estabilidade. A escolha do método dependerá do número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e da informação desejada (Cruz e Regazzi, 2001). Segundo Vilela (2008), quando se dispõe de menos de cinco ambientes, as metodologias baseadas em análise de regressão ou multivariadas não são recomendadas, para tanto, existem os métodos baseados na variância da interação genótipos x ambientes, como: Yates e Cochran (1938), Plaisted e Peterson (1959), Wricke (1965); e métodos não paramétricos como o proposto por Lin e Binns (1988) e kang e Phan (1991).

Nos últimos anos, vários autores vêm estudando diversos métodos de análise de estabilidade e adaptabilidade, porém não há nenhuma conclusão a respeito do método ideal para tal propósito. Nesse contexto, inúmeros trabalhos com diferentes culturas abordaram análises comparativas entre diversos métodos. Algumas análises podem ser verificadas em: Farias et al. (1997), Borges et al. (2000), Mauro et al. (2000), Ribeiro et al. (2000), Prado et al. (2001), Rosse et al. (2002), Murakami et al. (2004), Backes et al. (2005), Silva e Duarte (2006), Oliveira et al. (2006), Cargnelutti Filho et al. (2007), Melo et al. (2007), Scapim et al. (2010) e Vilela et al. (2011).

No entanto, comparações de metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade para cultura do feijão-vagem carecem de pesquisas adicionais. Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência de diferentes métodos não paramétricos de análise de estabilidade fenotípica na avaliação do comportamento produtivo de genótipos de feijão-vagem, na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

3.1.4. MATERIAL E MÉTODOS

3.1.4.1. Local, instalação e delineamento experimental

Para o presente trabalho, foram avaliadas 14 linhagens de feijão-vagem de hábito de crescimento indeterminado, mais três testemunhas, compostas por duas variedades comerciais (Feltrin e Top Seed Blue Line) e um progenitor (UENF-1445) (Tabela 1).

Os experimentos foram conduzidos em três ambientes distintos. Como o primeiro, foi considerado o experimento realizado em 2010, no período de maio a agosto, implantado no colégio Técnico Agrícola Ildefonso bastos Borges (CTAIBB-UFF), em Bom Jesus do Itabapoana - RJ. O segundo experimento foi realizado na mesma localidade, no ano de 2011, no período de maio a setembro. E o terceiro, no Colégio Estadual Agrícola de Cambuci (CEAC), em Cambuci – RJ, no ano de 2011, período de maio a setembro.

A cidade de Bom Jesus do Itabapoana está localizada no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro (latitude 21° 08' 02" S, longitude 41° 40' 47" W; e altitude de 88 m), com clima do tipo tropical Aw e temperatura média de 23°C.

Cambuci situa-se a 21° 34' 31" de latitude sul e 41° 54' 40" de longitude, região Noroeste do Rio de Janeiro. Possui altitude de 35 m, clima quente e úmido, com temperatura média anual de 25°C e precipitação média anual em torno de 1170 mm.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições. A parcela experimental foi composta por 10 plantas, no espaçamento de 1,0 x 0,5 m e as análises foram realizadas com base nas 8 plantas centrais da fileira, sendo as duas plantas das extremidades mantidas para a produção de sementes. Utilizou-se de bordadura ao redor de todos os experimentos.

As necessidades hídricas da cultura foram sanadas pela irrigação por aspersão e todos os tratos culturais e fitossanitários realizados foram feitos conforme recomendação de Filgueira (2008). Em Bom Jesus do Itabapoana, no

ano de 2010, foram feitas sete colheitas ao logo do experimento, já nos demais ambientes, foram realizadas 10 colheitas.

Tabela 1 – Identificação dos 17 genótipos avaliados nos três ambientes (Bom Jesus do Itabapoana – 2010, Bom Jesus do Itabapoana – 2011 e Cambuci– 2011) com respectivos progenitores.

Nº DO GENÓTIPO	IDENTIFICAÇÃO	PROGENITORES
1	PROGENITOR 19 (UENF 1445)	-
2	FELTRIN	-
3	TOP SEED Blue Line	-
4	UENF 7-3-1*	UENF 1442 x UENF 1429
5	UENF 7-4-1*	UENF 1442 x UENF 1429
6	UENF 7-5-1*	UENF 1442 x UENF 1429
7	UENF 7-6-1*	UENF 1442 x UENF 1429
8	UENF 7-9-1*	UENF 1442 x UENF 1429
9	UENF 7-10-1*	UENF 1442 x UENF 1429
10	UENF 7-12-1*	UENF 1442 x UENF 1429
11	UENF 7-14-1*	UENF 1442 x UENF 1429
12	UENF 7-20-1*	UENF 1442 x UENF 1429
13	UENF 9-24-2*	UENF 1448 x UENF 1429
14	UENF 14-3-3*	UENF 1448 x UENF 1442
15	UENF 14-4-3*	UENF 1448 x UENF 1442
16	UENF 14-6-3*	UENF 1448 x UENF 1442
17	UENF 15-23-4*	UENF 1448 x UENF 1445

*Primeiro nº = população; segundo nº = família e terceiro nº = linha.

3.1.4.2. Características avaliadas

Foram avaliadas as seguintes características:

- 1) Número médio de vagens por planta (NMVP) – Obtido pela razão entre o número total de vagens colhidas em cada parcela e o número de plantas da parcela.
- 2) Peso médio de vagem (PMV) – Obtido pela razão entre o peso total e o número total de vagens de cada parcela, expresso em g.
- 3) Número médio de sementes por vagem (NMSV) - Obtido pela contagem do número médio de sementes produzidas por vagem, em uma amostra de 10 vagens por planta.
- 4) Produtividade de vagem (PRODV) – Média obtida pela razão entre o peso total de vagens por parcela e o número total de plantas da parcela, com

posterior estimativa para o 20.000 plantas (número de plantas do estande em 1 ha), sendo expressa em $t.ha^{-1}$.

5) Produtividade de grãos (PRODG) – Média obtida pela pesagem dos grãos, extraídos de uma amostra de 10 vagens por planta, após secagem ideal e subsequente estimativa para o número total de vagens por planta; *a posteriori*, estimou-se a média expressa em $t.ha^{-1}$.

3.1.4.3. Análise de variância individual e conjunta

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância, conforme o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, de acordo com o seguinte modelo estatístico (Hallauer e Miranda Filho, 1986):

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij},$$

em que:

Y_{ij} : valor médio do genótipo i no bloco j ;

μ : média geral;

G_i : efeito do genótipo i ; $i = 1, 2, \dots, g$;

B_j : efeito do bloco j ; $j = 1, 2, \dots, b$;

ε_{ij} : erro experimental;

O modelo estatístico da ANOVA conjunta foi expresso por:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + B/A_{k(j)} + \varepsilon_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} : o valor observado do genótipo i , no bloco j , no local k ;

μ : média geral;

G_i : efeito do genótipo i ; $i = 1, 2, \dots, g$;

A_j : efeito do local ou ambiente j ; $j = 1, 2, \dots, l$;

GA_{ij} : efeito do genótipo i com o ambiente j ;

$B/A_{k(j)}$: efeito do bloco k dentro do ambiente j ; $k = 1, 2, \dots, b$;

ε_{ijk} : erro experimental

As fontes de variação foram consideradas aleatórias, com exceção dos genótipos. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa GENES (Cruz, 2006).

Tabela 2 – Análise de variância individual.

FV	GL	QM	E (QM)
Blocos	b - 1	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Genótipos (G)	g - 1	QMG	$\sigma^2 + b\theta_g$
Erro	(b - 1) (g - 1)	QMR	σ^2
Total	bg - 1		

Tabela 3 – Análise de variância conjunta.

FV	GL	QM	E (QM)
Blocos/Ambientes	a (b - 1)	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Genótipos (G)	g - 1	QMG	$\sigma^2 + r l \sigma_{ga}^2 + ar\theta_g$
Ambientes (A)	a - 1	QMA	$\sigma^2 + g\sigma_b^2 + gr \sigma_a^2$
G x A	(g - 1) (a - 1)	QMGA	$\sigma^2 + r l \sigma_{ga}^2$
Erro	a (b - 1) (g - 1)	QMR	σ^2
Total	abg - 1		

$$\theta_g = \frac{\sum G_i^2}{g-1} \quad l = \frac{g}{g-1}$$

3.1.4.4. Decomposição da interação em parte complexa

De acordo com a proposição de Cruz e Castoldi (1991), a interação é decomposta em parte complexa através da expressão: $C = \sqrt{(1-r)^3} \sqrt{Q_1 Q_2}$, sendo Q1 e Q2 os quadrados médios de genótipos nos ambientes 1 e 2, respectivamente, e r a correlação entre as médias de genótipos nos dois ambientes

3.1.4.5. Estimadores de estabilidade fenotípica

3.1.4.5.1. Método de Yates e Cochran – Tradicional (1938)

O método consiste na análise conjunta dos experimentos, considerando todos os ambientes e o posterior desdobramento da soma de quadrados dos efeitos de ambientes e da interação genótipos por ambientes, em efeitos de ambientes dentro de cada genótipo. Seu estimador é:

$$QM_{(A/Gi)} = \frac{r}{(a-1)} \left[\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(Y_i)^2}{a} \right],$$

em que:

Y_{ij} é a média do genótipo i ($i = 1, 2, \dots, g$) no ambiente j ($j = 1, 2, \dots, a$); e r é o número de repetições associados ao genótipo.

3.1.4.5.2. Método de Plaisted e Peterson (1959)

Segundo Cruz e Regazzi (2001), o estimador do parâmetro que descreve a estabilidade (Θ) desse método é a média aritmética dos componentes de variância da interação entre pares de genótipos por ambientes [$\sigma^2_{(ga)ii'}$] que envolve um determinado genótipo, ou seja:

$$\theta_i = \frac{1}{g-1} \left[\sum_{i'=1}^g \hat{\sigma}^2_{(ga)ii'} \right] \quad (i \neq i')$$

em que:

$\sigma^2_{(ga)ii'}$ é o componente da interação G x A, estimado pela ANOVA, a partir da análise conjunta de todos os ambientes, para um par de genótipos.

3.1.4.5.3. Método de Wricke (1965)

A estatística de estabilidade do método de Wricke é denominada “ecovalência” e é estimada decompondo-se a soma de quadrados da interação genótipos por ambientes nas partes devidas a genótipos isolados. É obtida por:

$$\omega_i = r \sum_j (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})^2,$$

em que:

Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j ;

$\bar{Y}_{i.}$: média do genótipo i ;

$\bar{Y}_{.j}$: média do ambiente j ; e

$\bar{Y}_{..}$: média geral.

3.1.4.5.4. Método de Lin e Binns (1988) e adaptação por Carneiro (1998)

A metodologia de Lin e Binns (1988) é expressa por:

$$P_i = \sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2 / 2n,$$

em que:

P_i : índice de superioridade da cultivar i ;

X_{ij} : produtividade da i -ésima cultivar plantada no j -ésimo local;

M_j : resposta máxima obtida entre todas as cultivares no local j ; e

n : número de locais

Com desdobramento em:

$$P_i = \left[n(\bar{X}_i - \bar{M})^2 + \sum (X_{ij} - \bar{X}_i - M_j + \bar{M})^2 \right] / 2n,$$

em que:

$$\bar{X}_j = \sum_{j=1}^n X_{ij} / n \text{ e } \bar{M} = \sum_{j=1}^n M_j / n$$

Sendo:

X_i : a média das produtividades das cultivares obtidas nos “n” ambientes; e

\bar{M} : a média das respostas máximas de todas as cultivares em todos os ambientes.

A decomposição da estatística (P_i) para os ambientes favoráveis foi estimada conforme a seguir:

$$p_{if} = \sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2 / 2f$$

em que:

X_{ij} : produtividade da i-ésima cultivar plantada no j-ésimo local;

M_j : resposta máxima obtida entre todas as cultivares no local j.

f: número de ambientes favoráveis;

Da mesma forma, para os ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos, tem-se:

$$p_{id} = \sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2 / 2d$$

Em que, d é o número de ambientes desfavoráveis.

3.1.4.5.5. Metodo de kang e Phan (1991)

Foi feito o ranqueamento das linhas com base nos estimadores de Yates e Cochran (1938); Θ_i , de Plaisted e Peterson (1959); e ecovalência, de Wricke (1965).

Para a realização da hierarquização das linhas, classificaram-se os genótipos em ordem crescente com base nos estimadores de estabilidade citados e, posteriormente, em ordem decrescente, com base nas estimativas nas médias

de produção. Os valores do ranqueamento de cada genótipo foram somados, obtendo-se, assim, a soma das classificações, que constituiu o estimador de Kang e Phan (1991).

Dessa forma, os genótipos com menores valores da soma de classificações são os mais estáveis e produtivos.

3.1.4.6. Coeficiente de correlação de Spearman (ρ)

O coeficiente de Spearman mede a intensidade da relação entre variáveis ordinais, utilizando-se, apenas, a ordem das observações ao invés dos valores.

A expressão para cálculo do coeficiente de Spearman é dada por:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Em que, ρ é o coeficiente de correlação de Spearman, d_i é a diferença entre as ordenações e n é o número de pares de ordenações.

O coeficiente varia entre -1 e 1, e, quanto mais próximo estiver desses extremos, maior será a associação entre as variáveis, sendo que o sinal negativo indica que as variáveis variam em sentidos opostos.

3.1.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1.5.1. Análise de variância individual

Para a fonte de variação genótipos, dentre as cinco características avaliadas em Bom Jesus do Itabapoana, no ano de 2010 (ambiente 1), apenas, o peso médio de vagem (PMV) não apresentou diferença significativa. Nos demais caracteres, foram observadas diferenças significativas a 1% ou a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 4).

O menor coeficiente de variação experimental (CVe) foi de 8,92%, atribuído ao número médio de sementes por vagem (NMSV), e o maior foi de 26,55%, relativo ao peso médio de vagem (PMV). A produtividade média de vagens obteve um coeficiente experimental de 14,19%, muito abaixo do CVe (31,19%) obtido por Vilela et al. (2009), trabalhando com feijão-vagem na mesma localidade.

A produtividade média de grãos (PRODG) e o número médio de vagens por planta (NMVP) apresentaram coeficientes de variação experimental de 22,61% e 20,83%, respectivamente. Segundo Costa et al. (2002), Garcia (1989) e Judice et al. (2002), esses valores são considerados médios. Ademais, Oliveira et al. (2009), em sua revisão sobre precisão experimental com a cultura do feijoeiro, definiram como limite máximo aceitável do CVe, para essas características, os valores de 24,86% e 26,30%, respectivamente.

Para a produtividade de vagem, característica de maior interesse, foi verificada uma amplitude de $13,35 \text{ t.ha}^{-1}$, entre o menor e o maior rendimento. Ressalta-se que a maior produtividade foi apresentada pelo progenitor UENF 1445 (testemunha), com $39,6 \text{ t.ha}^{-1}$ e a menor pela linhagem 16 (UENF 14-6-3), com produtividade igual a $26,25 \text{ t.ha}^{-1}$. A média geral do experimento ficou em $33,49 \text{ t.ha}^{-1}$. Esses valores referentes às médias de produtividade de vagens se encontram na Tabela 1A (Anexo).

Tabela 4 – Valores e significâncias dos quadrados médios e dos coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para cinco características avaliadas em 17 linhagens F₈ de feijão-vagem, Bom Jesus do Itabapoana – RJ, 2010.

FV	GL	Quadrado Médio ^{1/}				
		PRODV	PRODG	NMVP	PMV	NMSV
Blocos	3	113,99	0,74	268,57	2,95	0,61
Genótipos	16	55,08**	0,78**	434,70**	0,67 ^{ns}	1,156*
Resíduo	48	22,57	0,19	148,06	0,39	0,50
Média Geral		33,49	1,93	58,43	2,36	8,00
CVe (%)		14,19	22,61	20,83	26,55	8,92
Limite Superior		39,60	2,86	91	3,18	9,20
Limite Inferior		26,25	1,33	46,31	1,56	7,05
Testemunhas		-	-	-	-	-
Top Seed Blue Line		36,86	1,98	65,19	2,83	8,08
Feltrin		29,57	1,58	55,19	1,56	7,05
UENF 1445		39,60	2,69	57,38	2,26	8,48

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagens por planta; PMV = peso médio de vagem, em g; NMSV = número médio de sementes por vagem, ^{ns} = Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F; ** = Significativo em nível de 0,01; e * = Significativo em nível de 0,05.

No ambiente 2 (Bom Jesus do Itabapoana, ano 2011), em todas as características, foram obtidas diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, exceto para o número médio de sementes por vagem (NMSV), que apresentou significância a 5% de probabilidade (Tabela 5).

No geral, foram verificados menores coeficientes de variação experimental para esse ambiente, o que indica menor interferência ambiental em 2011. O menor coeficiente (5,77%) foi obtido pelo peso médio de vagem (PMV), e o maior (13,82%), pelo número médio de vagens por planta (NMVP). Todos os coeficientes de variação se encontram na faixa entre baixo a médio, segundo Pimentel Gomes (2000).

A média geral desse experimento para produtividade de vagem foi de 36,81 t.ha⁻¹ e os limites superior e inferior foram de 46,90 e 25,11 t.ha⁻¹, respectivamente (Tabela 5). Na Tabela 1A, verifica-se que a linhagem que obteve a maior produtividade foi a de ordem 7 (UENF 7-6-1) e a de menor produtividade foi a 9 (UENF 7-10-1). Considerando que a média, no Estado do Rio de Janeiro, segundo dados da PESAGRO, referendados por Barbé (2008), é de 17,5 t.ha⁻¹, pode-se enfatizar a grande chance de sucesso na recomendação de materiais superiores para a região.

A maior produtividade do ambiente 2, em relação ao ambiente 1, pode ter sido influência da melhor distribuição de colheitas ao longo do ciclo. De modo que, no ambiente 1, foram realizadas sete colheitas e, no segundo, dez. Desse modo, conclui-se que, assim como recomendado por Filgueira (2003), maior número de colheitas com menor espaçamento temporal entre elas contribui na obtenção de maior produtividade de vagens.

Tabela 5 – Valores e significâncias dos quadrados médios e dos coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para cinco características avaliadas em 17 linhagens F₉ de feijão-vagem, Bom Jesus do Itabapoana - RJ, 2011.

FV	GL	Quadrado Médio ^{1/}				
		PRODV	PRODG	NMVP	PMV	NMSV
Blocos	3	241,58	1,14	10577,43	0,40	0,84
Genótipos	16	116,57**	0,90**	7414,03**	7,23**	0,88*
Resíduo	48	24,00	0,18	925,54	0,24	0,42
Média Geral		36,81	3,30	220,15	8,57	8,75
CVe (%)		13,42	12,67	13,82	5,77	7,42
Limite Superior		46,90	4,10	302,75	11,40	9,50
Limite Inferior		25,11	2,48	110,25	5,55	7,50
Testemunhas		-	-	-	-	-
Top Seed Blue Line		32,70	3,65	190,25	8,61	8,75
Feltrin		40,41	4,10	214,00	9,44	8,50
UENF 1445		37,12	2,48	215,75	8,58	8,75

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagens por planta; PMV = peso médio de vagem, em g; NMSV = número médio de sementes por vagem, ^{ns} = Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F; ** = Significativo em nível de 0,01; e * = Significativo em nível de 0,05.

A análise de variância individual realizada em Cambuci, no ano de 2011 (ambiente 3), está representada na Tabela 6. Não foram observadas diferenças significativas para a produtividade de grãos (PRODG) e para o número médio de sementes por vagem (NMSV) pelo teste F a 5% de probabilidade. Para a produtividade de vagens (PRODV) e número médio de vagens por planta (NMVP), foram detectadas diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste F. E, por fim, o peso médio de vagem (PMV) expressou diferença significativa a 1% de probabilidade.

Pelo coeficiente de variação experimental (CVe), pode-se inferir que, nessa localidade, houve maior influência ambiental que nos demais ambientes. O

maior CVe foi de 33,69% para produtividade de grãos (PRODG), e o menor foi de 8,84% para número médio de sementes por vagem (NMSV). A produtividade de vagens (PRODV) apresentou CVe de 21,04%, sendo, portanto, maior que nas demais localidades: ambiente 1 (14,19%) e ambiente 2 (13,42%). O número médio de vagens por planta (NMVP) e o peso médio de vagem (PMV) obtiveram CVe de 19,91% e 9,26%, respectivamente. Esses coeficientes foram maiores que no ambiente 2 (13,82% e 5,77%) e menores que no ambiente 1 (20,83% e 26,55%).

Quanto à produtividade de vagens, houve uma amplitude de 18,63 t.ha⁻¹ entre o genótipo de maior e o de menor rendimento. O limite inferior obteve produtividade de 20,94 t.ha⁻¹, representado pela linhagem 15 (UENF 14-4-3), e o limite superior chegou a 39,57 t.ha⁻¹, linhagem 9 (UENF 7-10-1) (Tabela 1A).

Assim, conclui-se que o ambiente desfavorável, dentre os três estudados, foi o de Cambuci – RJ, que obteve os menores rendimentos e os maiores coeficientes de variação experimental. Outro detalhe que se faz notar é que a linhagem 9, genótipo de melhor produtividade em Cambuci, obteve a menor produtividade (25,11 t.ha⁻¹) no melhor ambiente (Bom Jesus do Itabapoana – RJ, 2011). Desse modo, essa linha merece atenção quanto à recomendação para ambientes desfavoráveis.

Tabela6 – Valores e significâncias dos quadrados médios e dos coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para cinco características avaliadas em 17 linhagens F₉ de feijão-vagem, Cambuci – RJ, 2011.

FV	GL	Quadrado Médio ^{1/}				
		PRODV	PRODG	NMVP	PMV	NMSV
Blocos	3	202,09	0,46	3608,25	0,62	0,33
Genótipos	16	78,29*	0,16 ^{ns}	788,32*	4,64**	0,52 ^{ns}
Resíduo	48	35,65	0,12	338,98	0,49	0,57
Média Geral		28,38	1,04	92,46	7,54	8,56
CVe (%)		21,04	33,69	19,91	9,26	8,84
Limite Superior		39,57	1,57225	129	9,7475	9,25
Limite Inferior		20,94	0,6875	72,5	5,1825	8,00
Testemunhas		-	-	-	-	-
Top Seed Blue Line		26,93	0,89	87,50	7,59	8,75
Feltrin		26,44	1,16	83,00	7,93	8,00
UENF 1445		27,44	0,95	91,25	7,56	8,50

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagem; PMV = peso médio de vagem, em g; NMSV = número médio de sementes por vagem, ^{ns} = Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F; ** = Significativo em nível de 0,01; e * = Significativo em nível de 0,05.

Na Tabela 1A, em suma, para Bom Jesus do Itabapoana – RJ (2010), as três linhagens que apresentaram os melhores resultados quanto à produtividade de vagens foram: Progenitor 19 (UENF 1445), 9 (UENF 7-10-1) e 3 (Top Seed Blue Line). Para Bom Jesus de Itabapoana – RJ (2011), foram: 7 (UENF 7-6-1), 6 (UENF 7-5-1) e 14 (UENF14-3-3). E, para Cambuci – RJ (2011), foram: 9 (UENF 7-10-1), 11 (UENF 7-14-1) e 3 (Top Seed Blue Line).

De forma análoga, também na Tabela 1A, os três piores resultados, no primeiro ambiente, foram observados para as linhagens 2 (Feltrin), 15 (UENF 14-4-3) e 16 (UENF 14-6-3). Para o segundo ambiente, foram: 3 (Top Seed Blue Line), 17 (UENF 15-23-4) e 9 (UENF 7-10-1). E, para o terceiro, foram: 15 (UENF 14-4-3), 16 (UENF 14-6-3) e 5 (UENF 7-4-1).

3.1.5.2. Análise de variância conjunta

Verificou-se a presença de interação GA significativa para todas as características, exceto para NMSV. Para a PRODG, NMVP e PMV, as diferenças

foram significativas a 1% de probabilidade, já para a PRODV, foi a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 7). Desse modo, evidencia-se que, para essas quatro características, o comportamento das cultivares não foi consistente entre os diferentes ambientes, justificando-se o estudo detalhado da interação genótipo por ambiente, visando identificar as linhagens com ampla ou específica adaptação.

O efeito significativo para ambientes demonstra divergência entre eles, mesmo nos ambientes representados por anos, o que torna interessante avaliar a estabilidade fenotípica dos genótipos.

Ainda na Tabela 7, pode-se constatar que houve homogeneidade das variâncias residuais para todas as características avaliadas, uma vez que as estimativas não ultrapassaram a relação de 7:1, considerado como limite de aceitação por Cruz e Regazzi (2001).

Quanto à fonte de variação representada pelos genótipos, houve diferenças significativas a 1% de probabilidade para PRODV e PMV, e a 5% de probabilidade para NMVP e NMSV. Porém, para a PRODG, não foram observadas diferenças significativas pelo teste F.

O CVe variou de 8,40% (NMSV) a 19,29% (PRODG), ficando abaixo do limite aceitável definido pelo Ministério da Agricultura para condução de ensaios de determinação de valor de cultivo e uso (VCU) para o feijoeiro, que estabelece CVe máximo de 25% (Brasil, 2012). Isso indica adequada precisão experimental na condução dos experimentos.

A média geral conjunta, para PRODV, foi de 33,13 t.ha⁻¹, estimativa esta superior às testemunhas comerciais Feltrin (32.14 t.ha⁻¹) e Top Seed Blue Line (32.16 t.ha⁻¹), evidenciando o potencial produtivo dos genótipos estudados (Tabela 7).

O limite superior, para PRODV (38.69 t.ha⁻¹), foi obtido pela linha 9 (UENF 7-10-1) e o inferior pela linha 16 (UENF 14-6-3). Nas análises individuais, a linhagem 9, também, ficou entre as três melhores nos ambientes 1 e 3; e a linhagem 16, entre as três piores nesses mesmos ambientes (Tabela 1A).

Tabela 7 – Análise de variância conjunta e significância dos quadrados médios para cinco características avaliadas, médias, coeficientes de variação experimental (CVe) e relação entre o maior e o menor quadrado médio residual entre os ambientes (QMr⁺/QMr⁻) de três grupos de experimentos de feijão-vagem.

FV	GL	Quadrado Médio ^{1/}				
		PRODV	PRODG	NMVP	PMV	NMSV
Bloco/Ambiente	9	182,87	0,78	4818,09	1,32	0,59
Genótipos (G)	16	126,50**	0,71 ^{ns}	4713,99*	7,16**	1,44*
Ambiente (A)	2	1432,82*	88,57**	494304,99**	754,04**	10,37**
G x A	32	43,49*	0,56**	1961,53**	2,69**	0,55 ^{ns}
Resíduo	144	27,24	0,16	470,86	0,37	0,50
Média	-	33,13	2,10	123,68	6,16	8,44
CVe (%)	-	15,76	19,29	17,55	9,94	8,40
QMr ⁺ /QMr ⁻	-	1,58	1,56	6,25	1,99	1,36
Limite Superior	-	38,69	2,61	162,23	7,64	9,23
Limite Inferior	-	27,36	1,69	77,63	4,29	7,85
Testemunhas						
Top Seed Blue Line		32.16	2,18	114,31	6,34	8,53
Feltrin		32.14	2,28	117,40	6,31	7,85
UENF 1445		34.72	2,04	121,46	6,13	8,58

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagens por planta; PMV = peso médio de vagem, em g; NMSV = número médio de sementes por vagem, ^{ns} = Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F; ** = Significativo em nível de 0,01; e * - Significativo em nível de 0,05.

3.1.5.3. Estimativas das interações complexas

A análise do tipo de interação ocorrida entre os dois anos (2010 x 2011), na região de Bom Jesus do Itabapoana – RJ, encontra-se na Tabela 8. Percebe-se que, exceto para o NMVP, todas as características avaliadas apresentaram estimativas percentuais acima de 50%, caracterizando interação do tipo complexa, ou seja, na mesma localidade, variando, apenas, o ano agrícola, o comportamento dos genótipos não foi consistente. Isso se deve às condições climáticas contrastantes entre os dois anos, que divergiram na temperatura média, onde 2011 apresentou clima mais ameno que 2010.

Nota-se, ainda, pela Tabela 8, que a estimativa percentual para PRODG ultrapassou os 100%; isso significa que a correlação entre os genótipos para essa característica, nos diferentes anos (2010 e 2011), em Bom Jesus do Itabapoana, foi negativa, indicando variação em direções opostas.

Tabela 8 – Estimativas das Interações Complexas (%C) em 17 linhagens de feijão-vagem. Bom Jesus do Itabapoana - RJ (2010) x Bom Jesus do Itabapoana – RJ (2011).

Características ^{1/}	Estimativas Absolutas das Interações Complexas	Estimativas Percentuais das Interações Complexas
PRODV	11,92	87,60
PRODG	0,22	101,21
NMVP	168	21,95
PMV	0,79	69,42
NMSV	0,19	90,21

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagens por planta; PMV = peso médio de vagem, em g; e NMSV = número médio de sementes por vagem.

Na avaliação do tipo de interação entre Bom Jesus do Itabapoana – RJ (2011) e Cambuci – RJ (2011), observou-se que PRODG, NMVP e PMV apresentaram estimativas percentuais abaixo de 50%, sendo, então, enquadrada como interação simples (Tabela 9). Porém, o NMSV e a PRODV (característica de maior enfoque), novamente, apresentaram interações do tipo complexa, com estimativas percentuais de 81% e 78,51%, respectivamente. Portanto, percebe-se que, apesar da maioria das características terem apresentado interação simples entre os genótipos nestas localidades, não houve resposta similar entre os genótipos para PRODV, supondo recomendação específica para cada região.

Tabela9 – Estimativas das Interações Complexas (%C) em 17 linhagens de feijão-vagem. Bom Jesus do Itabapoana – RJ (2011) x Cambuci – RJ (2011).

Características ^{1/}	Estimativas Absolutas das Interações Complexas	Estimativas Percentuais das Interações Complexas
PRODV	9,59	78,51
PRODG	0,03	36,72
NMVP	78,15	13,58
PMV	0,01	11,23
NMSV	0,10	81,00

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagens por planta; PMV = peso médio de vagem, em g; e NMSV = número médio de sementes por vagem.

Na tabela 10, está a comparação entre Bom Jesus do Itabapoana- RJ (2010) e Cambuci – RJ (2011), onde se nota que, somente, o NMSV demonstrou interação do tipo simples (44,32%). A PRODV apresentou a menor estimativa percentual das interações complexas entre todas as comparações (60,80%), podendo-se concluir que houve uma maior concordância entre o desempenho dos genótipos entre esses ambientes, apesar de, ainda assim, serem interações complexas.

Tabela 10 – Estimativas das Interações Complexas (%C) em 17 linhagens de feijão-vagem. Bom Jesus do Itabapoana - RJ (2010) x Cambuci – RJ (2011).

Características ^{1/}	Estimativas Absolutas das Interações Complexas	Estimativas Percentuais das Interações Complexas
PRODV	4,13	60,80
PRODG	0,10	80,25
NMVP	113,87	87,37
PMV	0,65	81,71
NMSV	0,03	44,32

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagens por planta; PMV = peso médio de vagem, em g; e NMSV = número médio de sementes por vagem.

Contudo, os resultados obtidos demonstram que a maioria das características detiveram valores superiores a 50%, caracterizando, conforme Cruz e Castoldi (1991), predominância da interação do tipo complexa. Esse resultado diverge do encontrado por Vilela et al. (2011), onde se obteve predomínio da interação do tipo simples, trabalhando-se com feijão-vagem nas localidades de Campos dos Goytacazes – RJ, Bom Jesus do Itabapoana – RJ e Itaocara – RJ, no ano de 2007.

Portanto, pode-se concluir que, perante as condições ambientais diferenciadas, os genótipos avaliados não apresentaram respostas similares, necessitando, assim, de estudos mais detalhados de estabilidade e adaptabilidade.

3.1.5.4. Análise das estimativas de estabilidade fenotípica

3.1.5.4.1. Método Tradicional, proposto por Yates e Cochran (1938)

A Tabela 11 expressa as estimativas do parâmetro de estabilidade desse método para o estudo em questão e a contribuição percentual de cada genótipo para a interação total. Os resultados estão colocados em ordem decrescente de estabilidade, ou seja, da linhagem mais estável até a de menor estabilidade. Na última coluna, estão as estimativas médias de produtividade de vagens (PRODV) nos três ambientes. Assim, pode-se melhor comparar o nível de estabilidade dos genótipos e a respectiva PRODV.

Percebe-se que a linha 9 (UENF 7-10-1) apresentou o menor quadrado médio (5,36%), sendo, portanto, a mais estável. Destaca-se que esta foi a linhagem com maior média de PRODV, considerando os três ambientes (38,69 t.ha⁻¹), contrariando as situações, normalmente, encontradas na literatura com utilização do método tradicional, onde os genótipos que mantêm comportamento regular entre os ambientes são, em geral, pouco produtivos (Cruz e Regazzi, 2001). Isso pode ser ratificado nos estudos feitos por Miranda et al. (1997), com feijão comum; Oliveira et al. (2002), com sorgo; Vicente et al. (2004), com soja; Cargnelutti Filho et al. (2007), com milho; Vilela et al. (2011), com feijão-vagem; e Pena (2011), com milho-pipoca.

No entanto, analisando-se as linhagem nos ambientes individuais (Tabela 1A), pode-se verificar que a linha 9 foi a pior no ambiente favorável (Bom Jesus do Itabapoana – RJ, 2011), ou seja, coincidiu com a afirmação de Vilela et al. (2011) de que esse método indica como estáveis as linhagens pouco adaptadas a ambientes favoráveis.

A linhagem 4 (UENF 7-3-1) foi considerada como a segunda mais estável e obteve uma produtividade de vagens igual a 31,52 t.ha⁻¹, valor abaixo da média geral, 33,13 t.ha⁻¹. Ademais, os genótipos 14 (UENF 14-3-3) e 7 (UENF7-6-1), classificados como penúltimo e último em estabilidade, apresentaram médias de 34,99 e 37,22 t.ha⁻¹, respectivamente; valores esses que classificaram a linha 7 como a segunda maior média em PRODV geral e a linha 14 como a sexta (Tabela 1A).

Entretanto, nota-se uma falta de correlação entre PRODV e estabilidade pelo método proposto por Yates e Cochran (1938), pois, dentre as mais estáveis, estão genótipos muito produtivos, como, também, abaixo da média e, de modo contrário, dentre as linhagens menos estáveis, estão linhagens muito e pouco produtivas.

Tabela 11 – Estimativas de parâmetros de estabilidade pelo método Tradicional (1938), para produtividade de vagens (PRODV).

FV	GL	QM (A/Gi) ^{1/}	PRODV
Ambiente (A)	2	1432,81787*	-
Genótipo (G)	16	126,50267**	-
Interação G x A	32	43,4923*	-
Amb/Gen	34	125,21733	-
Amb/Gen-9	2	5,36	38,69
Amb/Gen-4	2	26,35	31,52
Amb/Gen-11	2	41,56	34,77
Amb/Gen-12	2	42,53	35,63
Amb/Gen-17	2	73,47	30,24
Amb/Gen-13	2	84,88	30,76
Amb/Gen-3	2	99,37	32,16
Amb/Gen-10	2	100,83	35,69
Amb/Gen-5	2	107,67	29,63
Amb/Gen-16	2	128,05	27,36
Amb/Gen-6	2	163,07	36,34
Amb/Gen-1	2	165,28	34,72
Amb/Gen-8	2	170,11	33,27
Amb/Gen-15	2	187,38	28,1
Amb/Gen-14	2	213,28	34,99
Amb/Gen-2	2	214,99	32,14
Amb/Gen-7	2	304,58	37,22
Média geral	-	-	33,13

^{1/}QM (A/Gi) = parâmetro de estabilidade fenotípica; ** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; e * = Significativo ao nível de 5% de probabilidade; PRODV= produtividade de vagens, em t.ha⁻¹.

3.1.5.4.2. Método de Plaisted e Peterson (1959)

A Tabela 12 contém os valores estimados do parâmetro de estabilidade para o método de Plaisted e Peterson (1959) e, assim como na tabela anterior, os genótipos foram classificados em ordem decrescente de estabilidade, começando pelos mais estáveis.

As quatro primeiras posições, genótipos mais estáveis, contêm as linhas 13 (9-24-2), 10 (7-12-1), 5 (UENF 7-4-1) e 16 (UENF 7-5-1). Todas, exceto a linha 10, tiveram médias de produtividade abaixo da média geral. Além disso, a linha 16 obteve a pior média de produtividade geral (Tabela 1A).

A linhagem 9 (UENF 7-10-1), considerada a de menor estabilidade por essa metodologia, é a de maior produtividade geral. Assim, esse parâmetro de estabilidade foi contrário ao parâmetro anterior, que classificou a linha 9 como a mais estável.

Ao se analisar, de forma geral, a Tabela 12, pode-se notar a falta de concordância entre estabilidade e produtividade de vagens desse método, ainda maior que o método proposto por Yates e Cochran (1938). Resultados que corroboram este foram observados por Daros e Amaral júnior (2000), Daher et al. (2003) e Vilela et al. (2011). Portanto, esse resultado condiz com a afirmação de Cargnelutti Filho et al. (2007), de que esse procedimento está ligado à estabilidade, porém independe da produtividade média e da adaptabilidade a ambientes gerais, favoráveis e desfavoráveis.

Tabela 12 – Estimativas de parâmetros de estabilidade (θ_i) pelo método de Plaisted e Peterson (1959), para produtividade de vagens (PRODV).

Genótipo	θ_i	θ_i (%)	PRODV
13	-1,31	-1,89	30,75
10	-1,17	-1,69	35,68
5	-0,62	-0,90	29,62
16	0,01	0,02	27,36
6	0,44	0,63	36,34
12	0,52	0,75	35,63
4	1,01	1,46	31,52
15	1,33	1,93	28,10
14	2,62	3,79	34,99
11	4,15	6,01	34,76
8	4,23	6,12	33,27
2	5,11	7,41	32,14
1	6,81	9,87	34,72
3	7,65	11,08	32,16
7	9,75	14,12	37,21
17	12,77	18,50	30,24
9	15,74	22,80	38,68
Média geral	-	-	33,13

3.1.5.4.3. Método de Wricke (1965)

Segundo Cruz e Regazzi (2001), a metodologia proposta por Plaisted e Peterson (1959) está, fortemente, relacionada com o método de Wricke (1965), já que este é baseado na decomposição da soma de quadrado da interação entre genótipos x ambientes e aquela pela decomposição de σ_{ga}^2 . Dessa forma, resultados muito semelhantes têm sido relatados entre essas duas metodologias (Cruz et al., 2004). Tal fato foi constatado no presente trabalho, pois as duas metodologias apresentaram ordenação idêntica dos genótipos (Tabela 12 e 13).

Portanto, a mesma conclusão pode ser firmada quanto ao método proposto por Wricke (1965), ou seja, o parâmetro de estabilidade obtido, nesse trabalho, por esta metodologia, não está associado com maior produtividade de vagens (Tabela 13).

Vilela et al. (2011) tiraram as mesmas conclusões em trabalho com feijão-vagem. Elias et al. (2005) demonstraram que o método de Wricke (1965) indicou como estáveis os genótipos de feijão comum com rendimento pouco satisfatório para o Estado de Santa Catarina. Vilhegas et al. (2001), trabalhando com milho safrinha no Noroeste do Paraná, também, notaram a mesma falta de associação, assim como Cargnelutti Filho et al. (2007) em experimentos com milho comum.

Tabela 13 – Estimativas de parâmetros de estabilidade pelo método de Wricke (1965) para produtividade de vagens (PRODV).

Genótipos	Ecovalência (Wi)	Wi (%)	PRODV
13	1,03	0,07	30,75
10	3,15	0,23	35,68
5	11,38	0,82	29,62
16	20,88	1,50	27,36
6	27,29	1,96	36,34
12	28,49	2,05	35,63
4	35,86	2,58	31,52
15	40,74	2,93	28,10
14	60,14	4,32	34,99
11	83,21	5,98	34,76
8	84,34	6,06	33,20
2	97,70	7,02	32,14
1	123,32	8,86	34,72
3	135,92	9,77	32,16
7	167,51	12,04	37,21
17	213,00	15,30	30,24
9	257,79	18,52	38,68
Média geral	-	-	33,13

3.1.5.4.4. Metodologia de Kang e Phan (1991)

O ranqueamento de Kang e Phan (1991), quando aplicado ao método Tradicional (1938), destacou as linhas 9 (UENF 7-10-1), 12 (UENF 7-20-1) e 11 (UENF 7-14-1). Essas linhagens obtiveram o 1º, 5º e 7º lugar, respectivamente, em PRODV. Pode-se observar, pela Tabela 15, que o procedimento de Kang e Phan (1991) ao método Tradicional modificou, apenas, um genótipo dentre os três melhores colocados. Sem a ponderação, o método havia classificado as linhas 9, 4 e 11, como melhores colocadas.

Nota-se, no geral, que as linhagens mais produtivas passaram a ocupar melhores posições após a ponderação. O genótipo de número 7, que possui a 2º melhor produtividade, foi considerado como o mais instável pelo método Tradicional (1938), e, após a ponderação, passou a ocupar o 8º lugar. Ademais, a produtividade média das três melhores linhagens, antes do algoritmo, era de 34,17 t.ha⁻¹ e passou para 36,36 t.ha⁻¹.

Como os métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) obtiveram correlação perfeita, a aplicação do procedimento de Kang e Phan

(1991) resultou em uma mesma classificação dos genótipos; portanto, a discussão será uma só para ambos os parâmetros de estabilidade.

As três melhores linhagens, pelos métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965), antes e depois da ponderação de Kang e Phan (1991), são as seguintes: 13, 10 e 5 (antes); e 10, 6 e 12 (depois). Percebe-se, pela Tabela 15, que as três linhagens ocupantes das três melhores posições, antes do algoritmo de Kang e Phan (1991), possuem o 13º, 4º e 15º lugar, respectivamente, em PRODV. Já as linhagens reclassificadas possuem o 4º, 3º e 5º lugar, respectivamente.

A média de produtividade de vagens entre os genótipos pertencentes às três melhores posições, antes da ponderação, foi de 31,89 t.ha⁻¹, já após, foi de 35,89 t.ha⁻¹. Nesse contexto, percebe-se que a utilização do método de Kang e Phan (1991), nas metodologias de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965), surtiu maior efeito do que quando aplicado no método Tradicional (1938), já que proporcionou um aumento de 4 t.ha⁻¹ na média de PRODV, para as três linhas melhores colocadas, contra 2,19 t.ha⁻¹ na ponderação para o método Tradicional (1938). Portanto, dentre os métodos em que foi aplicada a metodologia de Kang e Phan (1991), Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) foram os que modificaram mais os resultados (Tabela 14 e 15).

Mesmo com o uso da metodologia de Kang e Phan (1991) aplicada a todos os métodos baseados na análise de variância (ANOVA), verifica-se que não houve boa concordância entre os procedimentos. No entanto, pode-se notar que o genótipo 10 (UENF 7-12-1) apresentou certa supremacia, pois obteve a 4ª posição em PRODV, 5ª posição pelo método Tradicional (1938) ponderado, e 1ª posição pelos métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) quando ponderados. Assim, urge a necessidade de maiores estudos com essas linhagens para averiguar seu fidedigno valor para os locais avaliados nesse estudo.

Tabela 14 – Ranqueamento dos genótipos pela metodologia de Kang e Phan (1991) aplicado aos procedimentos Tradicional (1938), Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965), para produtividade de vagens (PRODV).

Genótipos	PRODV	“Rank” PRODV	“Rank” $QM_{(A/Gi)}$	Σ “Ranks” $QM_{(A/Gi)}$	“Rank” θ_i	Σ “Ranks” θ_i	“Rank” ω_i	Σ “Ranks” ω_i
1	34,72	8	12	20	13	21	13	21
2	32,14	11	16	27	12	23	12	23
3	32,16	10	7	17	14	24	14	24
4	31,52	12	2	14	7	19	7	19
5	29,63	15	9	24	3	18	3	18
6	36,34	3	11	14	5	8	5	8
7	37,22	2	17	19	15	17	15	17
8	33,27	9	13	22	11	20	11	20
9	38,69	1	1	2	17	18	17	18
10	35,69	4	8	12	2	6	2	6
11	34,77	7	3	10	10	17	10	17
12	35,63	5	4	9	6	11	6	11
13	30,76	13	6	19	1	14	1	14
14	34,99	6	15	21	9	15	9	15
15	28,10	16	14	30	8	24	8	24
16	27,36	17	10	27	4	21	4	21
17	30,24	14	5	19	16	30	16	30

$QM_{(A/Gi)}$ = parâmetro de estabilidade pelo método Tradicional (1938); θ_i = parâmetro de estabilidade pelo método de Plaisted e Peterson (1959); ω_i = parâmetro de estabilidade pelo método de Wricke (1965); Σ = somatório dos “ranks” da PRODV com o(s) referido(s) parâmetro(s) de estabilidade.

Tabela 15 – Ordenação crescente dos genótipos referente aos parâmetros de estabilidade antes e após a ponderação de Kang e Phan (1991) e à produtividade de vagens (PRODV).

Classifi- cação	PRODV	$QM_{(A/Gi)}$	K&P/ $QM_{(A/Gi)}$	θ_i	K&P/ θ_i	ω_i	K&P/ ω_i
1 ^o	linha 9	linha 9	linha 9	linha 13	linha 10	linha 13	linha 10
2 ^o	linha 7	linha 4	linha 12	linha 10	linha 6	linha 10	linha 6
3 ^o	linha 6	linha 11	linha 11	linha 5	linha 12	linha 5	linha 12
4 ^o	linha 10	linha 12	linha 10	linha 16	linha 13	linha 16	linha 13
5 ^o	linha 12	linha 17	linha 4	linha 6	linha 14	linha 6	linha 14
6 ^o	linha 14	linha 13	linha 6	linha 12	linha 7	linha 12	linha 7
7 ^o	linha 11	linha 3	linha 3	linha 4	linha 11	linha 4	linha 11
8 ^o	linha 1	linha 10	linha 7	linha 15	linha 5	linha 15	linha 5
9 ^o	linha 8	linha 5	linha 13	linha 14	linha 9	linha 14	linha 9
10 ^o	linha 3	linha 16	linha 17	linha 11	linha 4	linha 11	linha 4
11 ^o	linha 2	linha 6	linha 1	linha 8	linha 8	linha 8	linha 8
12 ^o	linha 4	linha 1	linha 14	linha 2	linha 1	linha 2	linha 1
13 ^o	linha 13	linha 8	linha 8	linha 1	linha 16	linha 1	linha 16
14 ^o	linha 17	linha 15	linha 5	linha 3	linha 2	linha 3	linha 2
15 ^o	linha 5	linha 14	linha 2	linha 7	linha 3	linha 7	linha 3
16 ^o	linha 15	linha 2	linha 16	linha 17	linha 15	linha 17	linha 15
17 ^o	linha 16	linha 7	linha 15	linha 9	linha 17	linha 9	linha 17

$QM_{(A/Gi)}$ = parâmetro de estabilidade pelo método Tradicional (1938); K&P/ $QM_{(A/Gi)}$ = Kang e Phan(1991) aplicado ao Método Tradicional; θ_i = parâmetro de estabilidade pelo método de Plaisted e Peterson (1959); K&P/ θ_i = Kang e Phan (1991) aplicado ao método de Plaisted e Peterson (1959); ω_i = parâmetro de estabilidade pelo método de Wricke (1965); K&P/ ω_i = Kang e Phan (1991) aplicado ao método de Wricke (1965).

3.1.5.4.5. Método de Lin e Binns (1988) e adaptação de Carneiro (1998)

O método classificou os materiais mais produtivos como os mais estáveis, sendo os três melhores genótipos os de número 9, 7 e 6 (UENF 7-10-1, UENF 7-6-1 e UENF 7-5-1, respectivamente). Porém, contiveram percentuais genéticos para interação igual a 36,72%, 60,03% e 80,88%, respectivamente. Portanto, grande parte do alto desempenho não pode ser atribuída ao efeito genético dos genótipos, com exceção para a linha 6, que demonstrou percentagem considerável. Nota-se, com isso, que, apesar dos genótipos indicados pelo método serem mais produtivos, estes estão associados com grande contribuição para a interação (Tabela 16).

Material de destaque pode ser considerado o genótipo 12 (UENF 7-20-1), que obteve o 4º menor P_i , 5ª maior produtividade e 97,29% de desvio genético (Tabela 16). Assim, essa linha demonstra ser um genótipo estável e adaptado às localidades estudadas.

Tabela 16 – Estimativas de parâmetros de estabilidade pelo método de Lin e Binns (1988), para produtividade de vagens (PRODV).

Genótipos	PRODV	P_i Geral	Desvio		% Genética	Contribuição para interação (%)
			Genético	Interação		
9	38,69	15,15	5,56	9,59	36,72	10,04
7	37,22	19,24	11,55	7,69	60,03	8,05
6	36,34	19,96	16,14	3,82	80,88	4,00
12	35,63	21,00	20,43	0,57	97,29	0,60
10	35,69	21,95	20,07	1,89	91,41	1,98
11	34,77	26,81	26,31	0,50	98,14	0,52
14	34,99	32,17	24,73	7,44	76,87	7,79
8	33,27	40,17	38,3	1,86	95,36	1,95
1	34,72	40,45	26,66	13,79	65,90	14,43
2	32,14	52,50	48,82	3,68	92,99	3,85
4	31,52	58,10	55,15	2,95	94,93	3,09
3	32,16	61,48	48,62	12,87	79,07	13,47
13	30,76	65,14	63,45	1,69	97,40	1,77
5	29,63	81,59	76,86	4,73	94,20	4,95
17	30,24	84,54	69,42	15,12	82,12	15,82
15	28,10	102,61	96,88	5,73	94,42	6,00
16	27,36	109,09	107,45	1,64	98,49	1,72

Os ambientes com índice positivo, portanto, considerados como favoráveis, neste trabalho, foram Bom Jesus do Itabapoana - RJ, ano de 2010 (ambiente 1), e, Bom Jesus do Itabapoana – RJ, ano de 2011 (ambiente 2), com supremacia do ambiente 2, já que obteve as maiores médias em relação aos demais ambientes (Tabela 1A). Como desfavorável, foi caracterizado Cambuci – RJ (2011). Na Tabela 17, constam os resultados da decomposição proposta por Carneiro (1998).

Analisando, de forma geral, a Tabela 17, percebe-se que os melhores genótipos, nos ambientes favoráveis, não foram os melhores no desfavorável, ou seja, nenhum genótipo foi possuidor de adaptabilidade e estabilidade conjuntamente, com ressalva para o genótipo 10, que obteve a quarta colocação tanto nos ambientes favoráveis, como no desfavorável, com média de PRODV de 35,53 t.ha⁻¹ 40,79 t.ha⁻¹ e 30,83 t.ha⁻¹ (ambiente 1, 2 e 3, respectivamente). Conclui-se, então, que a linha 10 (UENF 7-12-1) torna-se uma boa opção para as condições de baixa tecnologia como também de alta tecnologia, pois é um genótipo estável e responsivo (adaptação ampla).

Quando considerados, apenas, os ambientes favoráveis, destacou-se a linhagem 7 (UENF 7-6-1), com menor P_i e com média de produção de vagens iguala 34,79 t.ha⁻¹ (ambiente 1) e 46,90 t.ha⁻¹ (ambiente 2). Entretanto, no ambiente desfavorável, essa linha produziu, apenas, 29,96 t.ha⁻¹. Portanto, o genótipo 7 (UENF 7-6-1) possui recomendação específica para Bom Jesus do Itapaboana – RJ, sendo responsiva a melhoria ambiental. Outras linhagens consideráveis para tal recomendação são as de número 6 e 14 (UENF 7-5-1 e UENF 14-3-3), pois, também, apresentaram desempenho superior no ambiente favorável e abaixo do esperado no desfavorável.

Já no ambiente desfavorável, destacaram-se as linhas 9, 11 e 12 (UENF 7-10-1, UENF 7-14-1 e UENF 7-20-1). Essas obtiveram as três maiores médias de produção de vagens nesse ambiente (Tabela 17). Fato interessante é que essas três linhagens foram, também, consideradas como as mais estáveis pelo método de Kang e Phan (1991), quando aplicado ao método Tradicional (1938). No entanto, existe a necessidade de novas avaliações para comprovação dos resultados.

Tabela 17 – Estimativas de parâmetros de estabilidade pelo método de Lin e Binns (1988), adaptado por Carneiro (1998), para produtividade de vagens (PRODV).

Ordem (P _{if})	Ambientes favoráveis ^{1/}				Ordem (P _{id})	Ambiente desfavorável ^{2/}		
	P _i	Genótipos	PRODV (1)	PRODV (2)		P _i	Genótipos	PRODV (3)
1º	5,79	7	34,79	46,90	1º	0,00	9	39,57
2º	7,07	6	36,24	42,78	2º	18,16	11	33,54
3º	9,88	14	36,14	41,65	3º	21,45	12	33,02
4º	13,49	10	35,53	40,79	4º	38,87	10	30,83
5º	20,77	12	34,59	39,29	5º	45,73	6	30,01
6º	22,73	9	39,12	25,11	6º	46,15	7	29,96
7º	23,88	1	39,60	37,13	7º	57,79	8	28,82
8º	31,14	11	32,34	38,43	8º	59,42	4	28,67
9º	31,35	8	30,24	40,79	9º	73,60	1	27,44
10º	35,68	2	29,57	40,41	10º	76,74	14	27,18
11º	52,29	3	36,86	32,70	11º	79,87	3	26,93
12º	52,90	13	30,70	35,39	12º	82,42	17	26,73
13º	57,44	4	32,25	33,64	13º	86,15	2	26,44
14º	60,31	5	31,28	33,79	14º	89,63	13	26,18
15º	67,17	15	28,79	34,58	15º	124,15	5	23,81
16º	85,60	17	35,02	28,97	16º	148,33	16	22,35
17º	89,47	16	26,25	33,50	17º	173,47	15	20,95
Média	-	-	33,49	36,81	-	-	-	28,38

^{1/} Bom Jesus do Itabapoana – RJ, ano 2010 (ambiente 1) e Bom Jesus do Itabapoana – RJ, ano 2011 (ambiente 2).

^{2/} Cambuci – RJ, ano 2011 (ambiente 3).

3.1.5.4.6. Associação entre os métodos de estabilidade

Na Tabela 18, estão resumidos, conjuntamente, os resultados encontrados em todos os métodos de análise de estabilidade avaliados no presente trabalho. Sumarizaram-se, apenas, as 1^o, 2^o, 3^o, 15^o, 16^o e 17^o colocações dos genótipos para cada metodologia, de forma que se podem observar as melhores e as piores linhagens no quesito estabilidade. Ademais, foi inserida a média geral de produtividade de vagens (PRODV), com disposição de classificação análoga à citada acima (Tabela 18). Com isso, percebem-se as discrepâncias e semelhanças entre os métodos e entre os métodos e a PRODV.

Ainda pela Tabela 18, nota-se, nas colunas referentes a cada linhagem, a classificação de cada genótipo pelos diferentes métodos. Assim, destacaram-se as linhagens 6, 9, 10, 11 e 12 (UENF 7-5-1, UENF 7-10-1, UENF 7-10-1, UENF 7-14-1 e UENF 7-20-1, respectivamente), pois receberam as melhores indicações. Percebe-se, também, a complementariedade de informações dos métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) com o método de Lin e Binns (1988), pois os dois primeiros estimaram o genótipo 9 como o mais instável e o segundo como o mais estável, porém com percentagem genética para interação de, apenas, 36,72%. Isso indica que o genótipo é bastante variável frente às modificações ambientais e que os métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) detectaram essa instabilidade. Já ao parâmetro de Lin e Binns (1988) se associou, apenas, a produtividade.

Outra complementação de resultados é vista entre o método Tradicional (1938) e Pi desfavorável. O primeiro indicou, nas quatro primeiras posições, os genótipos 9, 4, 11 e 12 como os mais estáveis e o segundo, nas três primeiras posições, as linhas 9, 11 e 12. Conclui-se, então, que o método Tradicional está associado à melhor indicação a ambientes desfavoráveis. Conclusão semelhante é observável em Cargnelutti Filho et al. (2007).

A linhagem 7 (UENF 7-6-1) foi caracterizada como muito instável pelos métodos Tradicional (1938), Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965). No entanto, como estável por Lin e Binns (1988), por ter sido responsiva a melhoria de ambiente (Tabela 18). Isso, mais uma vez, enfatiza a falta de associação entre estabilidade e produtividade da metodologia de Lin e Binns (1988), neste trabalho.

Quanto às linhagens mais variantes, os métodos coincidiram bastante em indicar os genótipos 2, 15, 16 e 17 (Feltrin, UENF 14-4-3, UENF 14-6-3 e UENF 15-23-4, respectivamente) (Tabela 18).

Outra percepção que se faz, ainda pela Tabela 18, refere-se às testemunhas 1 (Progenitor 19), 2 (Feltrin) e 3 (Top Seed Blue Line). Em termos de estabilidade fenotípica, a primeira obteve comportamento mediano, a segunda e a terceira, comportamento instável por alguns métodos e mediano por outros. Portanto, enfatiza-se a necessidade de obtenção de cultivares de feijão-vagem adaptados à região Noroeste Fluminense.

Tabela 18 – Classificação das três primeiras e três últimas linhagens selecionadas pelo método Tradicional (1938), Plaisted e Peterson (1959), Wricke (1965), Kang e Phan (1991), Lin e Binns (1988) e Lin e Binns (1988) adaptado por Carneiro (1998) para produtividade de vagens.

Métodos	Linhagens																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Tradicional (1938)	-	16 ^o	-	2 ^o	-	-	17 ^o	-	1 ^o	-	3 ^o	-	-	15 ^o	-	-	-
Plaisted e Peterson (1959)	-	-	-	-	3 ^o	-	15 ^o	-	17 ^o	2 ^o	-	-	1 ^o	-	-	-	16 ^o
Wricke (1965)	-	-	-	-	3 ^o	-	15 ^o	-	17 ^o	2 ^o	-	-	1 ^o	-	-	-	16 ^o
Kang e Phan (1991)/ Tradicional (1938)	-	16 ^o	-	-	15 ^o	-	-	-	1 ^o	-	3 ^o	2 ^o	-	-	17 ^o	16 ^o	-
Kang e Phan (1991)/ Plaisted e Peterson (1959)	-	15 ^o	16 ^o	-	-	2 ^o	-	-	-	1 ^o	-	3 ^o	-	-	16 ^o	-	17 ^o
Kang e Phan (1991)/ Wricke (1965)	-	15 ^o	16 ^o	-	-	2 ^o	-	-	-	1 ^o	-	3 ^o	-	-	16 ^o	-	17 ^o
Lin e Binns (P _{ig} ^{1/})	-	-	-	-	-	3 ^o	2 ^o	-	1 ^o	-	-	-	-	-	16 ^o	17 ^o	15 ^o
Lin e Binns (P _{if} ^{1/})	-	-	-	-	-	2 ^o	1 ^o	-	-	-	-	-	-	3 ^o	15 ^o	17 ^o	16 ^o
Lin e Binns (P _{id} ^{1/})	-	-	-	-	15 ^o	-	-	-	1 ^o	-	2 ^o	3 ^o	-	-	17 ^o	16 ^o	-
Média geral (PRODV)	-	-	-	-	15 ^o	3 ^o	2 ^o	-	1 ^o	-	-	-	-	-	16 ^o	17 ^o	-

^{1/}P_{ig} = P_i geral; P_{if} = P_i ambiente favorável; P_{id} = P_i ambiente desfavorável.

A Tabela 19 contém as correlações entre os métodos de estabilidade estudados, como também entre estes e a produtividade de vagem, segundo o coeficiente de Spearman (ρ).

Verifica-se que o método Tradicional (1938), Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) não apresentaram correlação significativa com a produtividade de vagens (PRODV). Todos os demais obtiveram correlação positiva e significativa ($P < 0,01$) com a PRODV. E, como era de se esperar, o método de Lin e Binns (1988) e a adaptação feita por Carneiro (1991) foram os mais correlacionados com a PRODV, apresentando correlações iguais a 0,98, 0,94 e 0,88 para P_{ig} , P_{if} e P_{id} , respectivamente. A ponderação de Kang e Phan (1991), também, mostrou-se eficiente em associar as estimativas de estabilidade com a PRODV.

Os métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) promoveram igual ordenação dos genótipos, ou seja, correlação de Spearman igual a 1,00 (Tabela 19), o que torna o uso concomitante dessas duas metodologias redundante. Mesma conclusão obtiveram Silva e Duarte (2006), Cargnelluti Filho et al. (2007), Cunha et al. (2010), Vilela et al. (2011) e Lopes et al. (2011), em trabalhos com soja, milho, soja de ciclo precoce, feijão-vagem e sorgo granífero, respectivamente.

Tal semelhança decorre do fato de que a metodologia de Plaisted e Peterson (1959) é baseada na decomposição da soma de quadrado da interação entre genótipos x ambientes, já a de Wricke (1965) é baseada na decomposição de $\sigma_{G \times A}^2$ (Cruz e Regazzi, 2001).

O método Tradicional (1938) não demonstrou correlação significativa com nenhum método, a não ser com sua ponderação por Kang e Phan (1991). Mesma conclusão se faz para os métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965), considerando que não houve diferença entre eles (Tabela 19).

Considerando os métodos com a aplicação do algoritmo de Kang e Phan (1991), todos passaram a apresentar correlações positivas e significativas com os métodos de Lin e Binns (1988) e a adaptação proposta por Carneiro (1998), sendo que o método Tradicional (1938) ponderado teve correlação igual a 0,8652 ($P < 0,01$) com o P_{id} , e os métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) ponderados tiveram correlação igual a 0,7059 ($P < 0,01$) com P_{if} . Isso ressalta a importância do método de Kang e Phan (1991) em gerar dados mais refinados para os diferentes métodos de estabilidade fenotípica.

Tabela 19 – Estimativas das correlações entre os métodos de estabilidade, segundo o coeficiente de Spearman (ρ), para produtividade de vagens (PRODV).

	Tradicional	Plaisted e Peterson	Wricke	Tradicional ponderado por Kang e Phan	Plaisted e Peterson ponderado por Kang e Phan	Wricke ponderado por Kang e Phan	Lin e Binns ($P_{ig}^{1/}$)	Lin e Binns ($P_{if}^{1/}$)	Lin e Binns ($P_{id}^{1/}$)
PRODV	0,0343	-0,2843	-0,2843	0,7059**	0,6225**	0,6225**	0,9828**	0,9412**	0,8799**
Tradicional		0,0564	0,0564	0,6936**	0,1054	0,1054	0,0515	-0,2181	0,3873
Plaisted e Peterson			1,00**	-0,1029	0,5294*	0,5294*	-0,2377	-0,1275	-0,2402
Wricke				-0,1029	0,5294*	0,5294*	-0,2377	-0,1275	-0,2402
Tradicional ponderado por Kang e Phan					0,5417*	0,5417*	0,7034**	0,5196*	0,8652**
Plaisted e Peterson ponderado por Kang e Phan						1,00**	0,6520**	0,7059**	0,5564*
Wricke ponderado por Kang e Phan							0,6520**	0,7059**	0,5564*
Lin e Binns (P_{ig})								0,9240**	0,9020**
Lin e Binns (P_{if})									0,7353**

^{1/} P_{ig} = P_i Geral; P_{if} = P_i favorável; P_{id} = P_i desfavorável; ns = não significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo test t; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

3.1.6. CONCLUSÕES

1. Os genótipos indicados pelo método Tradicional (1938) estão aliados à estabilidade, menor produtividade e mais recomendados a ambientes desfavoráveis.
2. A utilização concomitante dos métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) é redundante.
3. Os genótipos recomendados pelo Método de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) estão ligados à maior estabilidade, porém independem da produtividade média e da adaptabilidade a ambientes gerais, favoráveis e desfavoráveis.
4. A metodologia de Kang e Phan (1991) foi bastante útil em associar os parâmetros de estabilidade propostos por Yates e Cochran (1938), Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) à produtividade de vagens, demonstrando ser bastante útil no refinamento dos resultados.
5. A metodologia de Lin e Binns (1988), como proposta, alia seu parâmetro à PRODV, porém indicando genótipos ligados à instabilidade, necessitando, assim, de complementação de informações com outros métodos.
6. A adaptação feita por Carneiro (1988) aprimora a metodologia de Lin e Binns (1988) e proporciona melhor complementação desse procedimento com outros parâmetros de estabilidade, refinando muito seus resultados.
7. A linha 6 (UENF 7-5-1) foi indicada para o ambiente favorável; as linhas 9 (UENF 7-10-1), 11 (UENF 7-14-1) e 12 (UENF 7-20-1), para o ambiente desfavorável; e a linha 10 (UENF 7-12-1) para ambos.

3.1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, F.B., Leal, N.R., Rodrigues, R., Amaral Júnior, A.T., Silva, D.J.H. (2004) Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de hábito de crescimento indeterminado. *Horticultura Brasileira*, 22(3):547-552.
- Allard, R. W. (1971) *Princípios do melhoramento genético de plantas*. São Paulo: Edgard Blucher, 381p.
- Backes, R.L., Elias, H.T., Hemp, S., Nicknich, W. (2005) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. *Acta Scientiarum Agronomy*, 27(2):309-314.
- Becker, H.C. (1981) Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica*, 30:835-840.
- Borém, A. (1997) *Melhoramento de plantas*. Viçosa: UFV, 547p.
- Borges, L.C., Ferreira, D.F., Abreu, A.F.B., Ramalho, M.A.P. (2000) Emprego de metodologia de avaliação da estabilidade fenotípica na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ceres*, 47(269):89-102.
- Brasil (2012). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Requisitos mínimos para determinação do Valor de Cultivo e Uso de feijão, para a inscrição no registro nacional de cultivares – RNC. Anexo IV. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acessado em: 15 de janeiro de 2012.
- Cargnelutti Filho, A., Perecin, D., Malheiros, E.B., Guadagnin, J.P. (2007) Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. *Bragantia*, 66:571-578.

- Carneiro, P.C.S. (1998) *Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Viçosa – MG, Universidade federal de Viçosa - UFV. 178p.
- Chaves, L.J. (2001) *Interação de genótipos com ambientes*. In: Nass, L.L., Valois, A.C.C., Melo, I.S., Valadares-Inglis, M.C. (eds). *Recursos genéticos & melhoramento de plantas*. Rondonópolis: Fundação MT. 1183p.
- Costa, N.H.A.D., Seraphin, J.C., Zimmermann, F.J.P. (2002) Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura de arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(3):243-249.
- Cruz, C.D. (2006) *Programa Genes: Biometria*. Viçosa: UFV. 382p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2004) *Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3.ed. Viçosa: UFV, 480p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J. (2001) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2.ed. Viçosa: UFV. 390p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J. (1994) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2. ed. Viçosa : UFV, 390 p.
- Cruz, C.D., Castoldi, F.L. (1991) Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexas. *Revista Ceres*, 38:422-430.
- Cunha, F.A.G, Hamawaki, O.T., Espindola, S.M.C.G., Cavalcante, A.K., Bisinoto, F.F., Ferreira Júnior, J.A., Guerra, E.C. (2010) *Fazu em Revista*, 7:55-62.
- Daher, R.F., Pereira, M.G., Amaral Júnior, A.T., Pereira, A.V., Ledo, F.J.S, Daros, M. (2003) Estabilidade da produção forrageira em clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Ciência e Agrotecnologia*, 27(4):788-797.

- Daros, M., Amaral Júnior, A.T. (2000) Adaptabilidade e estabilidade de produção de *Ipomoea batatas*. *Acta Scientiarum*, 22(4):911-917.
- Eberhart, S.A., Russell, W.W. (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6:36-40.
- Elias, H.T., Hemp, S., Scapim, C.A., Rodovalho, M.A., Royer, M.R., Mora, F., Barreto, R.R. (2005) Análise de estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. *Acta Scientiarum*, 27(4): 623-628.
- Euzébio, M.P. (2008) *Adaptabilidade, estabilidade e interação genótipos x ambientes em feijão*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Londrina – PR, Univesidade Estadual de Londrina – UEL, 92p.
- Falconer, D.S., Mackay, T.F.C. (1996) *Introdution to quantitative genetics*. 4ed. Endinburgh: Logman Group Limited, 464p.
- Farias, F.J.C., Ramalho, M.A.P., Carvalho, L.P., Moreira, J.A.N., Costa, J.N. (1997) Parâmetros de Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método da regressão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32:407-414.
- Fehr, W.R. (1987) *Principle of cultivar development*. New York: Macmillan, 525p.
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N. (1963) The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14:742-754.
- Filgueira, F.A.R. (2008) *Novo manual de oleicultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa: UFV, 421p.
- Filgueira, F.A.R. (2003) *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 402p.

- Garcia, C.H. (1989) *Tabelas para classificação do coeficiente de variação*. Piracicaba: IPEF, 12 p. (Circular técnica, 171).
- Hallauer, A.R., Miranda Filho, J.B. (1986) *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames: Iowa State University Press, 468p.
- Hoogerheide, E.S.S. (2004) *Estabilidade fenotípica de cultivares de algodoeiro herbáceo em diferentes sistemas de produção no estado do Mato Grosso*. 2004. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 80p.
- Judice, M.G., Muniz, J.A., Aquino, L.H., Bearzoti, E. (2002) Avaliação da precisão experimental em ensaios com bovinos de corte. *Ciência e Agrotecnologia*, 26(5):1035-1040.
- Kang, M.S., Phan, H.N. (1991) Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. *Agronomy. Journal*. 83:161-163.
- Lin, C.S., Binns, M.R. (1988) A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, 68:193-198.
- Lopes, V.S., Tardin, F.D., Almeida Filho, J.E., Carvalho Júnior, G.A. (2011) Análise da Estabilidade de Híbridos de Sorgo Granífero Para Rendimento de Grãos na Safrinha, CD-ROM dos *Anais do VI Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas*, Búzios, RJ, Brasil.
- Mauro, A.O.D., Curcioli, V.B., Nóbrega, J.C.M., Banzato, D.A., Sedyama, T. (2000) Correlação entre medidas paramétricas e não-paramétricas de estabilidade em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:687-696.

- Melo, L.C., Melo, P.G.S., Faria, L.C., Diaz, J.L.C., Del Peloso, M.J., Rava, C.A., Da Costa, J.G.C. (2007) Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 42(5):715-723.
- Miranda, G.V, Vieira, C., Cruz, C.D., Araújo, G.A.A. (1997) Comparação de quatro métodos de avaliação da estabilidade fenotípica de cultivares de feijão. *Revista Ceres*,44: 627-638.
- Miranda, G.V, Vieira, C., Cruz, C.D., Araújo, G.A.A. (1993) Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares de feijão em quatro municípios da Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Ceres*, 15(232):591-609.
- Murakami, D.M., Cardoso, A.A., Cruz, C.D., Bizão, N. (2004) Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. *Ciência Rural*, 34:71-78.
- Oliveira, R.L, Muniz, J.A., Andrade, M.J.B., Reis, R.L. (2009) Presisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(1):113-119.
- Oliveira, E.J., Godoy, I.J., Moraes, A.R.A., Martins, A.L.M., Pereira, J.C.V.N.A., Bortoletto, N., Kasai, F.S. (2006a) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de amendoim de porte rasteiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(8):1253-1260.
- Oliveira, G.V., Carneiro, P.C.S., Carneiro, J.E.S., Cruz, C.D. (2006b) Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:257-265.
- Oliveira, J.S, Ferreira, R.P., Cruz, C.D., Pereira, A.V., Botrel, M.A., Von Pinho, R.G., Rodrigues, J.A.S., Lopes, F.C.F., Miranda, J.E.C. (2002) Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2): 883-889.

- Paula T.O.M, Amaral Júnior, A.T., Gonçalves, L.S.A., Scapim, C.A., Peternelli, L.A., da Silva, V.Q.R. (2010) Pi statistics underlying the evaluation of stability, adaptability and relation between the genetic structure and homeostasis in popcorn. *Acta Scientiarum*, 32(2):269-277.
- Pena, G.F. (2011) *Estabilidade e adaptabilidade edafoclimática de milho-pipoca de diferentes origens do norte e noroeste fluminense*. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 82p.
- Pimentel Gomes, F. (2000) *Curso de estatística experimental*. 13. ed. São Paulo: Nobel. 479 p.
- Plaisted, R.L., Peterson, L.C. (1959) A technique for evaluating the ability of selection to yield consistency in different locations or seasons. *American Potato Journal*, 36:381-385.
- Prado, E.E., Himoroto, D.M., Godinho, V.P.C., Utumi, M.M., Ramalho, A.R. (2001) Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(4):625-635.
- Ramalho, M.A.P., Santos, J.B., Zimmermann, M.J.O. (1993) *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: UFG, 271p.
- Ribeiro, P.H.E., Ramalho, M.A.P., Ferreira, D.F. (2000) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho em diferentes condições ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:2213-2222.
- Rosse, L.N., Vencovsky, R., Ferreira, D.F. (2002) Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37:25-32.

- Scapim, C.A., Pacheco, C.A.P., Amaral Júnior, A.T., Vieira, R.A, Pinto, R.J.B., Conrado, T.V. (2010) Correlations between the stability and adaptability statistics of popcorn cultivars. *Euphytica*, 174(2):209-218.
- Silva, W.C.J., Duarte, J.B. (2006) Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:23-30.
- Silva, M.P., Amaral Júnior, A.T., Rodrigues, R., Daher, R.F., Leal, N.R., Schuelter, A.R. (2004) Análise dialélica da capacidade combinatória em feijão de vagem. *Horticultura Brasileira*, 22(2):277-280.
- Tessarioli Neto, J., Groppo, G.A. (1992) *A Cultura do Feijão-vagem*. Boletim Técnico 212. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI. 12p.
- Vicente, D., Pinto, R.J.B., Scapim, C.A. (2004) Análise da adaptabilidade e estabilidade de linhagens elite de soja. *Acta Scientiarum*, 26(3):301-307.
- Vilela, F.O., Amaral Júnior, A.T., Gonçalves, L.S.A., Barbé, T.C., Gravina, G.A. (2011) Stability of F7:8 snap bean progénies in the Northern and Northwestern regions of Rio de Janeiro State. *Horticultura Brasileira*, 29:84-90.
- Vilela, F.O., Amaral Júnior, A.T., Freitas Júnior, S.P., Viana, A.P, Pereira, M.G., Morais Silva, M.G. (2009) Selection of snap bean recombined inbred lines by using EGT and SSD. *Euphytica*, 165:21-26.
- Vilela, F.O. (2008) *Melhoramento Genético de Feijão-de-Vagem (Phaseolus vulgaris L.) Avanço de Gerações via SSD, uso de Índices de Seleções Estatísticas P1 na identificação de Genótipos Superiores*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 145p.

Vilhegas, A.C.G, Vidigal Filho, P.S., Scapim, C.A., Gonçalves Vidigal, M.C., De Lucca e Braccini, A., Sagrilo, E. (2001) Efeito de épocas de semeadura e estabilidade de híbridos de milho em plantios de safrinha no noroeste do Paraná. *Bragantia*, 60(1):45-51.

Yates, F., Cochran, W.G. (1938) The analysis of groups of experiments. *J. Agric. Sci*, 28(4):556-580.

Wricke, G. (1965) Zur berechnung der ökovalenz bei sommerweizen und hafer. *Pflanzenzuchtung*, 52(1):127-138.

3.2. ÍNDICES DE SELEÇÃO: COMPARAÇÃO ENTRE PROCEDIMENTOS NÃO PARAMÉTRICOS EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-VAGEM

3.2.1. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo comparar a eficiência de diferentes índices de seleção não paramétricos na indicação de linhagens superiores de feijão-vagem para a região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Os índices de Elston (1963), Mulamba e Mock (1978), Schwarzbach (1972) citado por Wricke e Werber (1986) e Garcia (1998) foram empregados na avaliação de 14 linhagens de feijão-vagem de hábito de crescimento indeterminado. As variedades comerciais Feltrin e Top Seed Blue Line e o progenitor UENF-1445 foram incluídos como testemunhas. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Bom Jesus do Itabapoana, nos anos de 2010 e 2011, e de Cambuci, no ano de 2011. O delineamento empregado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: produtividade de vagens (PRODV), produtividade de grãos (PRODG), número médio de vagens por planta (NMVP), peso médio de vagem (PMV) e número médio de sementes por vagem (NMSV). As estimativas dos índices foram feitas pela média conjunta dos três ambientes e para cada ambiente em separado, obtendo-se, assim, os desvios-padrão das estimativas dos índices por local, utilizando-os como parâmetro de estabilidade a serem comparados com os métodos de Yates e Cochran (1938), Wricke (1965), Lin e Binns (1988) e modificação proposta por

Carneiro (1998). Apenas os desvios-padrão provenientes do índice de Mulamba e Mock (1978) apresentaram correlação com o método de Plaisted e Peterson (1959). E a utilização dos desvios-padrão das estimativas dos índices de seleção por locais não obteve bons resultados na indicação de estabilidade. O índice de Garcia (1998) demonstrou ser mais eficiente que os demais índices, uma vez que apresentou maior correlação com a PRODV e selecionou as linhagens mais produtivas. Todos os índices de seleção foram, altamente, correlacionados e o coeficiente de coincidência entre eles variou de 0.75 a 1 para as quatro primeiras posições. Utilizando-se a informação conjunta de todos os índices, os genótipos recomendados, com base na média geral dos ambientes, foram: 12 (UENF 7-20-1) e 6 (UENF 7-5-1), seguidos pelos genótipos 7 (UENF 7-6-1) e 10 (UENF 7-12-1).

3.2.2. ABSTRACT

This study aimed to compare the efficiency of different non-parametric selection indices to indicate superior strains of snap beans for the Northwestern Rio de Janeiro state. The indices of Elston (1963), Mulamba and Mock (1978), Schwarzbach (1972), cited by Wricke and Werber (1986), and Garcia (1998) were used to assess 14 strains of snap bean with indeterminate growth habit. The commercial varieties Feltrin and Top Seed Blue Line and the parent UENF-1445 were included as controls. The experiments were conducted in Bom Jesus do Itabapoana, in 2010 and 2011, and in Cambuci, in 2011. The experiment was arranged in a randomized block design, with four replications. The following characteristics were assessed: pod yield (PRODV), grain yield (PRODG), average number of pods per plant (NMVP), average weight of pods (PMV) and average number of seeds per pod (NMSV). The estimates of the indices were obtained by the joint average of the three environments and for each environment, separately, which provided the standard deviations of the estimates of indices per site, which were used as a parameter of stability to be compared with the methods of Yates and Cochran (1938), Wricke (1965), Lin and Binns (1988) and modification proposed by Carneiro (1998). Only standard deviations from the Mulamba and

Mock index (1978) correlated with the method of Plaisted and Peterson (1959). And the use of the standard deviations of the estimates of the indices of selection per site did not achieve good results in the indication of stability. The index of Garcia (1998) proved to be more efficient than the other indices, because it presented higher correlation with PRODV and selected the most productive strains. All selection indices were highly correlated and the coefficient of coincidence between them ranged from 0.75 to 1 for the first four positions. Using the combined information for all indices, the genotypes recommended based on the overall average of the environments were: 12 (7-20-1 UENF) and 6 (UENF 7-5-1), followed by genotypes 7 (UENF 7-6-1) and 10 (UENF 7-12-1).

3.2.3. INTRODUÇÃO

A agricultura, na região Noroeste do Rio de Janeiro, é baseada, fortemente, nas culturas da cana-de-açúcar e café (Souza et al., 2009). Dados do IBGE demonstram que essas culturas perfizeram 60% da área plantada nessa região, em 2010 e que as culturas do arroz, feijão e milho abrangeram 33% da mesma. Sendo assim, apenas, cinco culturas totalizaram 93% da área plantada no Noroeste Fluminense, em 2010 (IBGE, 2012). Desse modo, o setor agrícola, nessa região, apresenta pouca flexibilidade e grande fragilidade, o que vem contribuindo para seu declínio e conseqüente êxodo da população rural.

Nesse contexto, novas opções de cultivo para a diversificação agrícola se tornam necessárias para melhoria das condições socioeconômicas desse setor. Dentre as opções, a olericultura é considerada uma excelente alternativa e, entre as culturas de valor econômico expressivo, está o feijão-vagem, que é uma olerícola pouco difundida na região Noroeste Fluminense, sendo mais desenvolvida na região serrana do estado. A cultura oferece condições de complementação financeira ao homem do campo e, inclusive, permite ao produtor manter, sob controle, a produção de suas próprias sementes.

Nos programas de melhoramento genético, o emprego do índice de seleção é uma prática bastante utilizada, com finalidade de selecionar, simultaneamente, caracteres de interesse agrônômico. Esses índices são

constituídos de técnica multivariada que agrupa as propriedades genéticas das progênes testadas com informações relativas a várias características de interesse (Vilela, 2008).

Segundo Garcia e Souza Júnior (1999), índice de seleção é a combinação linear de valores fenotípicos em um único valor, o qual contém informações sobre os méritos e deméritos de cada genótipo para várias características. Nesse contexto, os genótipos selecionados passam a ter uma gama de atributos favoráveis capazes de se adequarem às exigências dos consumidores e produtores rurais.

Os índices que requerem estimativas de parâmetros genéticos são denominados como índices paramétricos e são utilizados em situações específicas, sendo apropriados quando os genótipos formam uma amostra aleatória da população (Vilarinho et al., 2003; Lessa, 2010).

Para casos que envolvem genótipos que já passaram por processo seletivo (amostras fixas), existe o grupo dos índices não paramétricos, que não requerem estimativas de parâmetros. Esse grupo de índices pode ser utilizado, pelo menos teoricamente, tanto para amostras aleatórias, quanto fixas (Lessa, 2010).

Contudo, o objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência de diferentes índices de seleção não paramétricos na indicação de linhagens superiores de feijão-vagem para a região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

3.2.4. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.4.1. Local, instalação e delineamento experimental

Para o presente trabalho, foi utilizado, como material básico, 14 linhagens de feijão-vagem de hábito de crescimento indeterminado, mais três testemunhas, compostas por duas variedades comerciais (Feltrin e Top Seed Blue Line) e um progenitor (UENF-1445) (Tabela 1).

Os experimentos foram conduzidos em três ambientes distintos. Como o primeiro, foi considerado o experimento realizado em 2010, no período de maio a

agosto, implantado no colégio Técnico Agrícola Ildfonso Bastos Borges (CTAIBB-UFF), em Bom Jesus do Itabapoana - RJ. O segundo experimento foi realizado na mesma localidade, no ano de 2011, no período de maio a setembro. E o terceiro, no Colégio Estadual Agrícola de Cambuci (CEAC), em Cambuci – RJ, no ano de 2011, no período de maio a setembro.

A cidade de Bom Jesus do Itabapoana fica localizada no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro e está situada na latitude 21° 08' 02" S e longitude 41° 40' 47" W. Sua altitude é de 88 m, com clima do tipo tropical Aw e temperatura média de 23°C.

A cidade de Cambuci, também localizada na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, situa-se a 21° 34' 31" de latitude sul e 41° 54' 40" de longitude. Possui altitude de 35 m, clima quente e úmido, com temperatura média anual de 25 °C e precipitação média anual em torno de 1170 mm.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições. A parcela experimental foi composta por 10 plantas, no espaçamento de 1,0 x 0,5 m e as análises foram realizadas com base nas 8 plantas centrais da fileira, sendo as duas plantas das extremidades mantidas para a produção de sementes. Utilizou-se de bordadura ao redor de todo o experimento.

As necessidades hídricas da cultura foram sanadas pela irrigação por aspersão e todos os tratos culturais e fitossanitários realizados foram feitos conforme recomendação de Filgueira (2008). Em Bom Jesus do Itabapoana, no ano de 2010, foram feitas sete colheitas ao logo do experimento, já nos demais ambientes, foram realizadas 10 colheitas.

Tabela 1 – Identificação dos 17 genótipos avaliados nos três ambientes (Bom Jesus do Itabapoana – 2010, Bom Jesus do Itabapoana – 2011 e Cambuci – 2011) com respectivos progenitores.

Nº DO GENÓTIPO	IDENTIFICAÇÃO	PROGENITORES
1	PROGENITOR 19 (UENF 1445)	-
2	FELTRIN	-
3	TOP SEED Blue Line	-
4	UENF 7-3-1*	UENF 1442 x UENF 1429
5	UENF 7-4-1*	UENF 1442 x UENF 1429
6	UENF 7-5-1*	UENF 1442 x UENF 1429
7	UENF 7-6-1*	UENF 1442 x UENF 1429
8	UENF 7-9-1*	UENF 1442 x UENF 1429
9	UENF 7-10-1*	UENF 1442 x UENF 1429
10	UENF 7-12-1*	UENF 1442 x UENF 1429
11	UENF 7-14-1*	UENF 1442 x UENF 1429
12	UENF 7-20-1*	UENF 1442 x UENF 1429
13	UENF 9-24-2*	UENF 1448 x UENF 1429
14	UENF 14-3-3*	UENF 1448 x UENF 1442
15	UENF 14-4-3*	UENF 1448 x UENF 1442
16	UENF 14-6-3*	UENF 1448 x UENF 1442
17	UENF 15-23-4*	UENF 1448 x UENF 1445

*Primeiro n^o = população; segundo n^o = família e terceiro n^o = linha.

3.2.4.2. Características avaliadas

Número médio de vagens por planta (NMVP) – Obtido pela razão entre o número total de vagens colhidas em cada parcela e o número de plantas da parcela.

Peso médio de vagem (PMV) – Obtido pela razão entre o peso total e o número total de vagens colhidas em cada parcela, expresso em g.

Número médio de sementes por vagem (NMSV) - Obtido pela contagem do número médio de sementes produzidas por vagem, em uma amostra de 10 vagens por planta.

Produtividade de vagens (PRODV) – Média obtida pela razão entre o peso total de vagens por parcela e o número total de plantas da parcela, com posterior estimativa para o 20.000 plantas (número de plantas do estande em 1 ha), sendo expressa em t.ha⁻¹.

Produtividade de grãos (PRODG) – Média obtida pela pesagem dos grãos, extraídos de uma amostra de 10 vagens por planta, após secagem ideal e subsequente estimativa para o número total de vagens por planta. *A posteriori*, estimou-se a média expressa em t.ha⁻¹.

3.2.4.3. Análise de variância individual e conjunta

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância, conforme o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, de acordo com o seguinte modelo estatístico (Hallauer e Miranda Filho, 1986):

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}.$$

em que:

Y_{ij} : valor médio do genótipo i no bloco j ;

μ : média geral;

G_i : efeito do genótipo i ; $i = 1, 2, \dots, g$;

B_j : efeito do bloco j ; $j = 1, 2, \dots, b$;

ε_{ij} : erro experimental;

O modelo estatístico da ANOVA conjunta foi expresso por:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + B/A_{k(j)} + \varepsilon_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} : o valor observado do genótipo i , no bloco j , no local k ;

μ : média geral;

G_i : efeito do genótipo i ; $i = 1, 2, \dots, g$;

A_j : efeito do local ou ambiente j ; $j = 1, 2, \dots, l$;

GA_{ij} : efeito do genótipo i com o ambiente j ;

$B/A_{k(j)}$: efeito do bloco k dentro do ambiente j ; $k = 1, 2, \dots, b$;

ε_{ijk} : erro experimental.

As fontes de variação foram consideradas aleatórias, com exceção dos genótipos. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa GENES (Cruz, 2006).

Tabela 2 – Análise de variância individual.

FV	GL	QM	E (QM)
Blocos	b - 1	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Genótipos (G)	g - 1	QMG	$\sigma^2 + b\theta_g$
Erro	(b - 1) (g - 1)	QMR	σ^2
Total	bg - 1		

Tabela 3 – Análise de variância conjunta.

FV	GL	QM	E (QM)
Blocos/Ambientes	a (b - 1)	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Genótipos (G)	g - 1	QMG	$\sigma^2 + r l \sigma_{ga}^2 + ar\theta_g$
Ambientes (A)	a - 1	QMA	$\sigma^2 + g\sigma_b^2 + gr \sigma_a^2$
G x A	(g - 1) (a - 1)	QMGA	$\sigma^2 + r l \sigma_{ga}^2$
Erro	a (b - 1) (g - 1)	QMR	σ^2
Total	abg - 1		

$$\theta_g = \frac{\sum G_i^2}{g-1} \quad l = \frac{g}{g-1}$$

3.2.4.4. Índices não paramétricos ou não lineares

3.2.4.4.1. Índice de Elston (1963)

O índice de Elston (1963), também conhecido como índice multiplicativo, é dado pela expressão:

$$I_E = \log \prod_{j=1}^m (x_{ij} - k_j) = \log[(x_{i1} - k_1)(x_{i2} - k_2) \dots (x_{in} - k_n)],$$

em que I_E denota o índice multiplicativo, x_{ij} é a média do caráter j , mensurada no genótipo i , e k_j é o menor valor selecionável $\left[k_j = \frac{n(\text{mín. } x_{ij}) - \text{máx. } x_{ij}}{n-1} \right]$; onde n é o número de genótipos, e $\text{mín. } x_{ij}$ e $\text{máx. } x_{ij}$ são, respectivamente, a menor e a maior médias do caráter j .

3.2.4.4.2. Índice de Mulamba e Mock (1978)

O índice de soma de classificação (Mulamba e Mock, 1978) é dado pela expressão:

$$I_{MMi} = \sum_{j=1}^m n_{ij}$$

Em que I_{MMi} é o índice de Mulamba e Mock (1978), e n_{ij} é o número de classificação do genótipo i com relação ao caráter j .

3.2.4.4.3. Índice de Schwarzbach (1972)

No índice com base na distância genótipo-ideótipo (Schwarzbach, 1972, citado por Wricke e Weber, 1986), empregou-se a distância euclidiana, dada pela expressão:

$$D_{il} = \sqrt{\sum_{j=1}^m d_{ij}^2}$$

Em que D_{il} é a distância euclidiana entre o genótipo i e o ideótipo l , e d_{ij} é o desvio padronizado entre a média do caráter j , mensurada no genótipo i (x_{ij}), e o valor atribuído ao ideótipo nesse caráter (x_{lj}), ou seja, $d_{ij} = (x_{ij} - x_{lj})/\sigma_j$.

Essa padronização é feita visando que todos os caracteres, em unidades maiores ou menores, exerçam a mesma influência sobre o valor do índice.

3.2.4.4.4. Índice de Garcia (1998)

O índice preconizado por Garcia (1998), que recebe a denominação de índice de Seleção de Cultivares, é embasado no cálculo da distância do genótipo ao ideótipo. Segundo Farias (2005), esse índice tem propriedades interessantes; dentre elas, estão: natureza multivariada; cada característica é transformada com um desvio em relação a um nível mínimo aceitável escolhido pelo melhorista; as variáveis são padronizadas para que não haja maior influência de um determinado caráter sobre o resultado; e as médias dos genótipos são comparadas estatisticamente.

As etapas de obtenção do índice foram realizadas com auxílio do programa *Microsoft Excell2010*. Para maior esclarecimento, as etapas de aquisição do índice são descritas a seguir:

a) Agrupamento das médias

As médias de todas as características estudadas foram agrupadas por meio do teste de Scott-knott (Scott e Knott, 1974), de forma a não ocasionar sobreposição de classes.

Em seguida, calculou-se o desvio padrão, a média de cada uma das classes (formadas pelo teste de Scott-Knott) e a média geral de cada caráter. Os valores individuais, dentro de um mesmo grupo de classificação, foram substituídos pela média do grupo a que ele pertence, considerando que as possíveis diferenças entre as médias individuais não são, estatisticamente, significativas dentro do grupo.

b) Definição dos níveis mínimos aceitáveis (N_m)

Nesse trabalho, foram consideradas como níveis mínimos aceitáveis as médias dos experimentos para cada caráter, o que pode ter sido até conservador,

uma vez que as testemunhas comerciais apresentaram médias menores que a média geral de cada característica, em grande parte dos casos.

c) Estandarização dos dados

Esse procedimento é feito no intuito de permitir que todos os caracteres apresentem a mesma influência sobre a classificação final dos genótipos. As médias fenotípicas (P_m) de cada caráter foram transformadas pela seguinte expressão:

$$P'_m = \frac{P_m - N_m}{s_m},$$

em que:

P'_m : média transformada do caráter m;

P_m : a média do caráter m, após agrupamento e a obtenção dos inversos, quando necessário;

N_m : nível mínimo de desempenho exigido para o caráter m, ou seja, o menor valor fenotípico aceito;

s_m : desvio padrão do caráter m.

Essa estandarização faz com que as observações fenotípicas passem a ser expressas em unidades de desvio padrão, porém centradas nos níveis mínimos aceitáveis e não na média amostral. Assim, são indicados para descarte os genótipos que tenham P'_m negativo ($P'_m < N_m$) para, pelo menos, um caráter, por não atingirem o desempenho mínimo estabelecido pelo melhorista (Santos, 2005).

d) Definição do ideótipo

O ideótipo é um genótipo que possui melhor valor para todos os caracteres considerados, podendo esse existir, ou não, entre os genótipos que estão sendo testados (Santos, 2005). Na presente avaliação, o desempenho máximo de cada caráter foi agrupado para formação do genótipo ideal.

Os valores atribuídos ao ideótipo são transformados na mesma escala em que foram obtidos os P'_m , para evitar problemas de escala.

e) Cálculo do índice de Seleção de Cultivares (I_{sc})

O índice de Seleção de Cultivares (I_{sc}), proposto por Garcia (1998) foi obtido pelo uso da distância euclidiana média, dada pela seguinte expressão:

$$I_{sc} = DM_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^p (P'_m - P'_{im})^2}{p}}$$

Em que, DM_{ij} é a distância euclidiana média ente o genótipo i e o ideótipo I; P'_m é a média transformada do caráter m; P'_{im} a média transformada do ideótipo I para o caráter m; e P o número de caracteres.

f) Classificação e seleção dos genótipos superiores

Após a aplicação de todos os passos descritos anteriormente, efetuou-se a classificação dos genótipos com base na distância com relação ao ideótipo. A classificação é dada em ordem crescente de distância, ou seja, os genótipos com melhor classificação (menor distância) são recomendados para a seleção. Os genótipos que apresentaram valores negativos nos dados transformados para alguma variável são sugeridos para descarte.

3.2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.5.1. Análise de variância

Pode-se constatar, pela Tabela 2, que houve homogeneidade das variâncias residuais para todas as características avaliadas, uma vez que as estimativas não ultrapassaram a relação de 7:1, considerado como limite de

aceitação por Cruz e Regazzi (2001).

Pela fonte de variação genótipos, houve diferenças significativas a 1% de probabilidade para PRODV e PMV, e a 5% de probabilidade para NMVP e NMSV. Porém, para PRODG não foram observadas diferenças significativas pelo teste F.

O CVe variou de 8,40% (NMSV) a 19,29% (PRODG), ficando abaixo do limite aceitável definido pelo Ministério da Agricultura para condução de ensaios de determinação de valor de cultivo e uso (VCU) para o feijoeiro, que estabelece CVe máximo de 25% (Brasil, 2012). Isso indica adequada precisão experimental na condução dos experimentos.

A média geral conjunta para PRODV foi de 33,13 t.ha⁻¹, estimativa esta superior às testemunhas comerciais Feltrin (32.14 t.ha⁻¹) e Top Seed Blue Line (32.16 t.ha⁻¹), evidenciando-se o potencial produtivo dos genótipos estudados (Tabela 2).

O limite superior para PRODV (38.69 t.ha⁻¹) foi obtido pela linha 9 (UENF 7-10-1) e o inferior pela linha 16 (UENF 14-6-3). Esse resultado corrobora as análises individuais, onde a linha 9, também, ficou entre as três melhores nos ambientes 1 e 3; e a linha 16, entre as três piores nesses mesmos ambientes (Tabela 1A, em Anexo).

Tabela 2 – Análise de variância conjunta e significância dos quadrados médios para cinco características avaliadas, médias, coeficientes de variação experimental (CVe) e relação entre o maior e o menor quadrado médio residual entre os ambientes (QMr^+/QMr^-) de três grupos de experimentos de feijão-vagem.

FV	GL	Quadrado Médio ^{1/}				
		PRODV	PRODG	NMVP	PMV	NMSV
Bloco/Ambiente	9	182,87	0,78	4818,09	1,32	0,59
Genótipos (G)	16	126,50**	0,71 ^{ns}	4713,99*	7,16**	1,44*
Ambiente (A)	2	1432,82*	88,57**	494304,99**	754,04**	10,37**
G x A	32	43,49*	0,56**	1961,53**	2,69**	0,55 ^{ns}
Resíduo	144	27,24	0,16	470,86	0,37	0,50
Média	-	33,13	2,10	123,68	6,16	8,44
CVe (%)	-	15,76	19,29	17,55	9,94	8,40
QMr^+/QMr^-	-	1,58	1,56	6,25	1,99	1,36
Limite Superior	-	38,69	2,61	162,23	7,64	9,23
Limite Inferior	-	27,36	1,69	77,63	4,29	7,85
Testemunhas						
Top Seed Blue Line		32.16	2,18	114,31	6,34	8,53
Feltrin		32.14	2,28	117,40	6,31	7,85
UENF 1445		34.72	2,04	121,46	6,13	8,58

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagens por planta; PMV = peso médio de vagem, em g; NMSV = número médio de sementes por vagem, ^{ns} = Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F; ** = Significativo em nível de 0,01; e * - Significativo em nível de 0,05.

3.2.5.2. Análise dos índices de seleção

3.2.5.2.1. Índice de Elston (1963)

Por esse índice, as linhagens 12 e 10 (UENF 7-20-1 e UENF 7-11-1, respectivamente) foram as mais indicadas e apresentaram uma diferença de, apenas, 0,04 entre as estimativas do índice. Consecutivamente, as linhas 7 (UENF 7-6-1) e 6 (7-5-1) demonstraram índices consideráveis, com diferença de 0,05 entre eles (Tabela 3). Nota-se, também, que todas essas quatro linhagens possuem altas médias de produtividade de vagens (PRODV), sendo iguais a 35,63 t.ha⁻¹, 35,69 t.ha⁻¹, 37,22 t.ha⁻¹, 36,34 t.ha⁻¹, respectivamente. Assim, a média das quatro melhores selecionadas foi igual a 36,22 t.ha⁻¹ (Tabela 3).

Para PRODG, NMVP, PMV e NMSV, as médias das quatro linhagens mais bem colocadas foram de 2,28 t.ha⁻¹, 125,15, 6,72 g, 8,80, respectivamente.

Todas essas médias ficaram acima da média geral do experimento, demonstrando, assim, que o índice foi eficiente para todos os caracteres avaliados.

As testemunhas obtiveram as seguintes classificações, com esse índice: Progenitor 19 (UENF 1445), sétimo lugar; Top Seed Blue Line, oitavo; e Feltrin, décimo quarto lugar. Assim, verifica-se grande superioridade das linhagens em relação às testemunhas pelo índice de Elston (1963).

Tabela 3 – Médias originais (\bar{X}) e centradas (x_j-k_j) dos caracteres produtividade de vagens (PRODV), produtividade de grãos (PRODG), número médio de vagens por planta (NMVP), peso médio de vagem (PMV) e número de sementes por vagens (NMSV) para o cálculo do índice multiplicativo (I_E) em 17 linhagens de feijão-de-vagem.

Linhagens	PRODV		PRODG		NMVP		PMV		NMSV		I_E
	\bar{X}	x_j-k_j									
12	35,63	8,97	2,61	0,98	105,35	33,01	7,56	3,48	8,85	1,09	3,04
10	35,69	9,02	2,33	0,70	115,44	43,10	6,55	2,47	9,23	1,47	3,00
7	37,22	10,55	2,12	0,49	144,79	72,45	6,31	2,23	8,47	0,71	2,77
6	36,34	9,68	2,04	0,41	135,00	62,66	6,46	2,38	8,64	0,88	2,72
11	34,76	8,10	2,25	0,62	135,94	63,60	5,85	1,77	8,42	0,66	2,57
8	33,27	6,61	2,25	0,62	132,96	60,62	5,92	1,84	8,49	0,73	2,52
Progenitor*	34,72	8,06	2,04	0,41	121,46	49,12	6,13	2,05	8,58	0,82	2,43
Top Seed*	32,16	5,50	2,18	0,55	114,31	41,97	6,34	2,26	8,53	0,77	2,34
14	34,99	8,33	1,92	0,29	155,33	82,99	5,52	1,44	8,25	0,49	2,16
9	38,68	12,02	2,12	0,49	77,63	5,29	7,64	3,56	8,72	0,96	2,03
5	29,62	2,96	2,21	0,58	115,85	43,51	6,13	2,05	8,30	0,54	1,91
4	31,52	4,86	1,76	0,13	109,29	36,95	6,52	2,44	8,49	0,73	1,63
13	30,75	4,09	1,77	0,14	116,48	44,14	6,06	1,98	8,53	0,77	1,59
Feltrin*	32,14	5,48	2,28	0,65	117,40	45,06	6,31	2,23	7,85	0,09	1,51
17	30,24	3,58	1,77	0,14	122,17	49,83	5,36	1,28	8,16	0,40	1,11
15	28,10	1,44	2,18	0,55	120,90	48,56	5,67	1,59	7,97	0,21	1,10
16	27,36	0,70	1,69	0,06	162,23	89,89	4,29	0,21	7,93	0,17	-0,84
k_j	26,66		1,63		72,34		4,08		7,76		

*Testemunhas.

3.2.5.2.2. Índice de Mulamba e Mock (1978)

As quatro melhores linhagens indicadas pelo índice de Mulamba e Mock (1978) foram: 10 (UENF 7-12-1), 12 (UENF 7-20-1), 6 (UENF 7-5-1) e 9 (UENF 7-10-1). Portanto, o coeficiente de coincidência com o índice anterior para as quatro melhores linhagens foi de 75%, sendo que a linha 9 foi incluída no lugar da linha 7, e, quanto às demais, houve mudanças, apenas, em relação à ordenação. Ressalta-se que o genótipo de número 9 foi detentor da maior média de produtividade de vagens, com estimativa igual a $38,68 \text{ t.ha}^{-1}$ (Tabela 4).

Comparando a média de PRODV das quatro linhagens melhores colocadas pelo índice de Elston (1963) ($36,22 \text{ t.ha}^{-1}$) com as quatro melhores pelo índice de Mulamba e Mock (1978) ($36,59 \text{ t.ha}^{-1}$), percebe-se uma melhor indicação pelo último índice.

Em relação às outras características, a média das quatro melhores linhagens foi igual a $2,28 \text{ t.ha}^{-1}$ (PRODG), $108,36$ (NMVP), $7,05$ (PMV) e $8,86$ (NMSV). Assim, com exceção do NMVP, a média dessas quatro linhagens foi superior à média do experimento. Nota-se que o menor NMVP foi compensando pelo maior PMV.

Em relação às testemunhas (Progenitor 19, Top Seed Blue Line e Feltrin), o índice de soma de postos classificou-as em: oitava, nona e décima, respectivamente, demonstrando, assim, que não houve grandes mudanças em relação à classificação passada, de modo que as testemunhas continuam em posições medianas, ressaltando o mérito dos genótipos avaliados.

Tabela 4 - Médias originais (\bar{X}) e os postos dos caracteres produtividade de vagens (PRODV), produtividade de grãos (PRODG), número médio de vagens por planta (NMVP), peso médio de vagem (PMV) e número de sementes por vagens (NMSV) para o cálculo do índice de soma de postos (I_{MM}) em 17 linhagens de feijão-de-vagem.

Linhagens	PRODV		PRODG		NMVP		PMV		NMSV		I_{MM}
	\bar{X}	posto									
10	35,68	4	2,33	2	115,44	13	6,55	3	9,23	3	23
12	35,63	5	2,61	1	105,35	16	7,56	2	8,85	2	26
6	36,34	3	2,04	11	135,00	5	6,46	5	8,64	5	28
9	38,68	1	2,12	9	77,63	17	7,64	1	8,72	1	31
7	37,21	2	2,12	10	144,79	3	6,31	7	8,47	7	32
8	33,27	9	2,25	4	132,96	6	5,92	12	8,49	12	40
11	34,76	7	2,25	5	135,94	4	5,85	13	8,42	13	40
Progenitor*	34,72	8	2,04	12	121,46	8	6,13	9	8,58	9	42
Top Seed*	32,16	10	2,18	8	114,31	14	6,34	6	8,53	6	45
Feltrin*	32,14	11	2,28	3	117,40	10	6,31	8	7,85	8	49
14	34,99	6	1,92	13	155,33	2	5,52	15	8,25	15	49
4	31,52	12	1,76	16	109,29	15	6,52	4	8,49	4	55
5	29,62	15	2,21	6	115,85	12	6,13	10	8,30	10	55
13	30,75	13	1,77	15	116,48	11	6,06	11	8,53	11	56
15	28,10	16	2,18	7	120,90	9	5,67	14	7,97	14	61
17	30,24	14	1,77	14	122,17	7	5,36	16	8,16	16	65
16	27,36	17	1,69	17	162,23	1	4,29	17	7,93	17	68

*Testemunhas.

3.2.5.2.3. Índice de Schwarzbach (1972)

Os resultados presentes na Tabela 5 mostram bastante semelhança entre os genótipos escolhidos nesse índice com o proposto por Elston (1963), sendo que os quatro primeiros foram os mesmos, ou seja, obteve-se coeficiente de coincidência igual a 100% para as quatro primeiras posições, mudando, apenas, a ordem do segundo com o primeiro. A ordenação ficou da seguinte maneira: linha 10 (UENF 7-12-1), linha 12 (UENF 7-20-10), linha 7 (UENF 7-6-1) e linha 6 (UENF 7-5-1). Desse modo, as médias dessas linhagens para todas as características foram idênticas às citadas no índice de Elston (1963), quais sejam: 36,22 t.ha⁻¹ (PRODV), 2,28 t.ha⁻¹ (PRODG), 125,15 (NMVP), 6,72 g (PMV) e 8,80 (NMSV).

Em relação ao índice de Mulamba e Mock (1978), o índice de Schwarzbach (1972) apresentou coeficiente de coincidência igual a 75%.

As testemunhas obtiveram a sétima (Progenitor 19), oitava (Top Seed Blue Line) e a décima segunda posição de indicação. Resultado este, que mantém as testemunhas em posição intermediária, assim como os índices anteriores.

Tabela 5 - Médias originais (\bar{X}) e os desvios (d_{ij}) dos caracteres produtividade de vagens (PRODV), produtividade de grãos (PRODG), número médio de vagens por planta (NMVP), peso médio de vagem (PMV) e número de sementes por vagens (NMSV) para o cálculo da distância euclidiana do genótipo ao ideótipo (D_i) em 17 linhagens de feijão-de-vagem.

Linhagens	PRODV		PRODG		NMVP		PMV		NMSV		D_i
	\bar{X}	d_{ij}									
10	35,68	-0,92	2,33	-1,15	115,44	-2,36	6,55	-1,42	9,23	0,00	3,12
12	35,63	-0,94	2,61	0,00	105,35	-2,87	7,56	-0,10	8,85	-1,08	3,21
7	37,21	-0,45	2,12	-2,03	144,79	-0,88	6,31	-1,72	8,47	-2,19	3,59
6	36,34	-0,72	2,04	-2,32	135,00	-1,37	6,46	-1,53	8,64	-1,71	3,61
11	34,76	-1,21	2,25	-1,50	135,94	-1,33	5,85	-2,31	8,42	-2,35	4,04
8	33,27	-1,67	2,25	-1,47	132,96	-1,48	5,92	-2,23	8,49	-2,14	4,08
Progenitor*	34,72	-1,22	2,04	-2,35	121,46	-2,06	6,13	-1,95	8,58	-1,89	4,32
Top Seed*	32,16	-2,01	2,18	-1,78	114,31	-2,42	6,34	-1,68	8,53	-2,04	4,47
9	38,68	0,00	2,12	-2,00	77,63	-4,27	7,64	0,00	8,72	-1,47	4,94
14	34,99	-1,14	1,92	-2,83	155,33	-0,35	5,52	-2,75	8,25	-2,82	4,99
5	29,62	-2,79	2,21	-1,66	115,85	-2,34	6,13	-1,96	8,30	-2,70	5,21
Feltrin*	32,14	-2,01	2,28	-1,35	117,40	-2,26	6,31	-1,72	7,85	-3,98	5,46
4	31,52	-2,21	1,76	-3,48	109,29	-2,67	6,52	-1,46	8,49	-2,13	5,55
13	30,75	-2,44	1,77	-3,45	116,48	-2,31	6,06	-2,04	8,53	-2,01	5,61
15	28,10	-3,26	2,18	-1,77	120,90	-2,09	5,67	-2,55	7,97	-3,65	6,16
17	30,24	-2,60	1,77	-3,45	122,17	-2,02	5,36	-2,95	8,16	-3,08	6,40
16	27,36	-3,49	1,69	-3,77	162,23	0,00	4,29	-4,33	7,93	-3,74	7,69
Ideótipo (x_{ij})	38.68		2.61		162.23		7.64		9.23		

*Testemunhas.

3.2.5.2.4. Índice de Seleção de Cultivares (Garcia, 1998)

As médias originais das características avaliadas, agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, e as médias transformadas encontram-se na Tabela 6. As médias em negrito representam os valores abaixo dos níveis mínimos aceitáveis, portanto os genótipos que possuem, pelo menos, uma média em negrito são recomendados para o descarte. No entanto, é uma sugestão, que fica a cargo do pesquisador avaliar se a característica aquém compromete o desempenho geral daquele genótipo.

Ainda pela Tabela 6, notam-se muitos valores iguais aos do índice atribuídos a diferentes genótipos. Isso é explicado, pois as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott são, estatisticamente, iguais, portanto, para composição do índice, substituem-se todas as médias de cada agrupamento pela média do grupo em questão.

No presente trabalho, a média geral de cada característica foi considerada como nível mínimo de descarte. Em face disso, somente as linhas 6 e 7 seriam selecionadas, no entanto as linhas 9, 10, 12 e o progenitor UENF 1445, obtiveram médias abaixo, apenas, da característica número de vagens por planta (NMVP). Assim, pode-se considerar que essas últimas, também, são selecionáveis.

Os coeficientes de coincidência do índice de Garcia (1998), em relação aos anteriores, foram iguais a 75% em todas as comparações.

Considerando as médias originais de PRODV, sem agrupamento, as quatro melhores linhagens indicadas pelo índice de Garcia (1998) perfizeram uma média igual a 36,97 t.ha⁻¹. Rememorando, o índice de Elston (1963) e o índice genótipo-ideótipo obtiveram médias iguais, equivalentes a 36,22 t.ha⁻¹. Já o índice de Mulamba e Mock (1978) obteve média de 36,59 t.ha⁻¹. Portanto, observou-se, certa superioridade do índice de Seleção de Cultivares (Garcia, 1998) em selecionar genótipos mais produtivos, quanto a PRODV, em relação aos demais índices, e do índice de Mulamba e Mock (1978) em relação ao genótipo-ideótipo e Elston (1963).

As quatro linhagens selecionadas pelo índice de Garcia (1998) obtiveram médias para PRODV, NMVPP, PMV e NSV iguais a 2,22 t.ha⁻¹, 115,69, 6,99 g e 8,67, respectivamente. Sendo assim, apenas para NMVP, apresentou-se média

abaixo da média geral do experimento.

De forma geral, verificou-se que o índice proposto por Garcia (1998) não apresentou grandes diferenças em relação aos demais. No entanto, selecionaram-se as quatro linhagens mais produtivas para PRODV. Nota-se, também, maior confiabilidade no índice de Garcia (1998), já que este é embasado em testes estatísticos na discriminação das médias e no estabelecimento de níveis mínimos aceitáveis, o que o tornou bastante criterioso na seleção das linhagens.

Tabela 6 - Médias originais (\bar{X}) e os dados transformados (P'_m) dos caracteres produtividade de vagens (PRODV), produtividade de grãos (PRODG), número médio de vagens por planta (NMVPP), peso médio de vagem (PMV) e número de sementes por vagens (NSV) para o cálculo do Índice de seleção de cultivares (I_{sc}) proposto por Garcia (1998) em 17 linhagens de feijão-de-vagem.

Linhagens	PRODV		PRODG		NMVP		PMV		NSV		I_{sc}
	\bar{X}	P'_m	\bar{X}	P'_m	\bar{X}	P'_m	\bar{X}	P'_m	\bar{X}	P'_m	
6	36,34 ^a	0,79	2,04 ^a	0,00	135,00 ^a	1,04	6,46 ^b	0,20	8,64 ^a	0,00	1,70
7	37,21 ^a	0,79	2,12 ^a	0,00	144,79 ^a	1,04	6,31 ^b	0,20	8,47 ^a	0,00	1,70
9	38,68 ^a	0,79	2,12 ^a	0,00	77,63 ^b	-0,57	7,64 ^a	1,87	8,72 ^a	0,00	1,84
12	35,63 ^a	0,79	2,61 ^a	0,00	105,35 ^b	-0,57	7,56 ^a	1,87	8,85 ^a	0,00	1,84
8	33,27 ^a	0,79	2,25 ^a	0,00	132,96 ^a	1,04	5,92 ^c	-0,64	8,49 ^a	0,00	1,90
11	34,76 ^a	0,79	2,25 ^a	0,00	135,94 ^a	1,04	5,85 ^c	-0,64	8,42 ^a	0,00	1,90
14	34,99 ^a	0,79	1,92 ^a	0,00	155,33 ^a	1,04	5,52 ^c	-0,64	8,25 ^a	0,00	1,90
Progenitor*	34,72 ^a	0,79	2,04 ^a	0,00	121,46 ^b	-0,57	6,13 ^b	0,20	8,58 ^a	0,00	2,00
10	35,68 ^a	0,79	2,33 ^a	0,00	115,44 ^b	-0,57	6,55 ^b	0,20	9,23 ^a	0,00	2,00
Feltrin*	32,14 ^b	-0,30	2,28 ^a	0,00	117,40 ^b	-0,57	6,31 ^b	0,20	7,85 ^a	0,00	2,15
Top Seed*	32,16 ^b	-0,30	2,18 ^a	0,00	114,31 ^b	-0,57	6,34 ^b	0,20	8,53 ^a	0,00	2,15
4	31,52 ^b	-0,30	1,76 ^a	0,00	109,29 ^b	-0,57	6,52 ^b	0,20	8,49 ^a	0,00	2,15
5	29,62 ^b	-0,30	2,21 ^a	0,00	115,85 ^b	-0,57	6,13 ^b	0,20	8,30 ^a	0,00	2,15
13	30,75 ^b	-0,30	1,77 ^a	0,00	116,48 ^b	-0,57	6,06 ^b	0,20	8,53 ^a	0,00	2,15
15	28,10 ^b	-0,30	2,18 ^a	0,00	120,90 ^b	-0,57	5,67 ^c	-0,64	7,97 ^a	0,00	2,31
17	30,24 ^b	-0,30	1,77 ^a	0,00	122,17 ^b	-0,57	5,36 ^c	-0,64	8,16 ^a	0,00	2,31
16	27,36 ^b	-0,30	1,69 ^a	0,00	162,23 ^a	1,04	4,29 ^d	-2,41	7,93 ^a	0,00	2,59
Ideótipo	38,68	1,71	2,61	2,14	162,23	1,95	7,64	1,93	9,23	2,28	

*Testemunhas. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. Médias em negrito representam as médias transformadas abaixo do nível mínimo aceitável.

3.2.5.2.5. Correlação entre os índices

Na Tabela 7, constam as estimativas das correlações entre os índices de seleção avaliados nesse trabalho, através da correlação classificatória de Spearman, segundo Steel e Torrie (1980). Nessa Tabela, pôde-se ratificar a alta associação entre os diferentes índices testados. Todas as correlações foram positivas, altas e significativas ($P < 0,01$).

A maior magnitude de correlação foi obtida entre o índice de Elston (1963) e o índice genótipo-ideótipo ($\rho = 0,9853$) e a menor, entre o Índice de Seleção de Cultivares (Garcia, 1998) e o índice de Elston (1963) ($\rho = 0,8088$). Portanto, pela Tabela 7, pôde-se ratificar a grande associação entre os índices e a menor, comparativamente, similaridade do índice de Garcia (1998) com os demais.

Outra constatação da superioridade do índice de Seleção de Cultivares (Garcia, 1998) é observada por sua maior magnitude de correlação ($\rho = 0,92$) com a PRODV, em comparação com os demais índices.

Tabela 7 – Estimativa das correlações entre os diferentes índices de seleção e entre os índices e a produtividade de vagens (PRODV) com base no coeficiente de correlação de Spearman (ρ).

	Índice de Elston (1963)	Índice de Mulamba e Mock (1978)	Índice genótipo-ideótipo	Índice de Seleção de Cultivares
PRODV	0,8088**	0,8995**	0,8260**	0,9216**
Índice de Elston (1963)		0,9069**	0,9853**	0,8088**
Índice de Mulamba e Mock (1978)			0,9436**	0,8725**
Índice genótipo-ideótipo				0,8235**

* e ** = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

3.2.5.3. Avaliação dos índices de seleção por locais

A estabilidade dos índices foi avaliada pelos desvios-padrão de suas estimativas, quando empregados por locais. Neste trabalho, como não foram achadas referências, adotou-se para fins de interpretação, o primeiro quartil das estimativas de desvio-padrão como limite superior para classificar os desvios-padrão como baixos; e o terceiro quartil como limite inferior, para classificar os desvios-padrão como muito altos. Com isso, os desvios-padrão menores que 0,94 para o índice de Elston (1963), 5,44 para o índice de Mulamba e Mock (1978), 0,67 para o índice genótipo-ideótipo e 0,18 para o índice de Garcia (1998) foram considerados como baixos. E os desvios-padrão maiores que 1,64, 12,96, 1,02 e 0,42, respectivamente, foram considerados como muito altos.

Para o índice de Elston (1963), os genótipos que obtiveram desvio-padrão baixo, ou seja, consideradas como estáveis, foram as linhas 17, 1, 9 e 4, com produtividade de vagens (PRODV), respectivamente, de 30,24 t.ha⁻¹, 34,72 t.ha⁻¹, 38,68 ton.ha⁻¹ e 31,52 t.ha⁻¹. Já os genótipos com desvio-padrão alto (associadas à instabilidade) foram as linhas 14, 12 e 2, com PRODV igual a 34,99 t.ha⁻¹, 35,69 t.ha⁻¹ e 32,14 t.ha⁻¹, respectivamente.

Pelo índice de Mulamba e Mock (1978), as estáveis (baixo desvio-padrão) foram: linha 16 (27,36 t.ha⁻¹), linha 5 (29,63 t.ha⁻¹), linha 6 (36,34 t.ha⁻¹) e linha 7 (37,22 t.ha⁻¹). E as instáveis: linha 11 (34,77 t.ha⁻¹), linha 17 (30,24 t.ha⁻¹) e linha 2 (32,14 t.ha⁻¹).

As estáveis, pelo índice genótipo-ideótipo, foram: linha 4 (31,52 t.ha⁻¹), linha 16 (27,36 t.ha⁻¹) e linha 7 (37,22 t.ha⁻¹). E as instáveis: linha 14 (34,99 t.ha⁻¹), linha 11 (34,77 t.ha⁻¹) e linha 2 (32,14 t.ha⁻¹).

E, por fim, as linhas estáveis, com base nos desvios-padrão do índice de Garcia (1998), foram: linha 3 (31,16 t.ha⁻¹), linha 6 (36,34 t.ha⁻¹) e linha 10 (35,69 t.ha⁻¹). E as instáveis, as linhas 8 (33,27 t.ha⁻¹), linha 2 (32,14 t.ha⁻¹) e linha 11 (34,77 t.ha⁻¹).

Nota-se, portanto, que, utilizando os desvios-padrão dos índices como parâmetro de estabilidade, não houve concordância entre os diferentes métodos, com pequeno grau de associação na indicação dos genótipos 2, 11 e 14 como os mais instáveis e os genótipos 16, 6,7 e 4 como os mais estáveis.

Tabela 8 – Estimativas dos índices de seleção e do desvio-padrão (σ) em Bom Jesus do Itabapoana – 2010 (1), Bom Jesus do Itabapoana – 2011 (2) e Cambuci – 2011 (3).

Linhagens/ Locais	Índices de seleção ^{1/}															
	I_E				I_{MM}				D_i				I_{sc}			
	1	2	3	σ	1	2	3	σ	1	2	3	σ	1	2	3	σ
1	2,45	2,86	1,91	0,48	22	52	46	12,96	4,30	5,26	5,92	0,67	2,04	2,09	2,57	0,24
2	-0,77	4,21	1,07	2,52	72	35	51	15,15	7,92	3,63	6,41	1,78	2,87	1,61	2,01	0,53
3	2,41	3,70	1,88	0,94	25	50	48	11,34	4,09	4,78	6,04	0,81	1,97	2,01	2,01	0,02
4	1,27	3,13	2,19	0,93	53	53	37	7,54	6,09	5,38	5,41	0,33	2,87	2,20	2,01	0,37
5	1,54	3,82	1,55	1,31	44	48	55	4,55	5,78	4,48	6,46	0,82	2,87	2,01	2,23	0,36
6	2,46	4,02	2,25	0,97	22	32	34	5,25	3,89	3,66	5,18	0,67	1,97	1,93	2,01	0,03
7	2,05	4,23	2,65	1,13	38	33	25	5,35	4,73	3,43	4,42	0,55	2,33	1,44	1,70	0,37
8	1,26	4,11	2,38	1,44	55	37	36	8,73	6,04	3,59	4,86	1,00	2,58	1,56	1,70	0,45
9	1,28	2,10	2,19	0,50	43	56	29	11,03	5,89	6,68	4,97	0,70	2,34	2,81	1,79	0,42
10	2,51	4,12	1,95	1,13	25	28	44	8,34	4,07	3,47	5,85	1,01	2,04	1,97	2,01	0,03
11	0,95	4,04	3,07	1,58	57	42	23	13,91	6,44	3,84	3,26	1,38	2,87	1,56	1,70	0,59
12	0,55	4,41	2,66	1,93	42	28	28	6,60	5,32	3,24	4,33	0,85	2,04	1,45	1,79	0,24
13	0,83	3,66	1,30	1,52	64	51	60	5,44	6,51	4,62	6,78	0,96	2,58	2,31	2,01	0,23
14	1,68	4,16	0,98	1,67	47	32	58	10,66	5,33	3,55	6,73	1,30	2,08	1,64	1,95	0,18
15	1,25	3,57	0,41	1,64	49	52	69	8,81	6,07	5,08	7,56	1,02	2,87	2,17	2,23	0,32
16	-0,51	2,36	0,13	1,51	70	63	61	3,86	7,48	6,56	7,51	0,44	2,87	2,71	2,44	0,18
17	1,54	1,73	1,01	0,37	37	73	61	14,97	5,19	7,51	6,92	0,98	2,34	2,92	1,95	0,40

^{1/} I_E = índice de Elston (1963); I_{MM} = índice de Mulamba e Mock (1978); D_i = índice de Schwarzbach (1972) citado por Wricke e Werber (1986); e, I_{sc} = índice de Seleção de Cultivares (Garcia, 1998).

Além disso, não houve correlação entre os menores desvios-padrão com alta ou baixa produtividade, levando a concluir que existem genótipos produtivos estáveis e instáveis e, de forma contrária, genótipos pouco produtivos estáveis e instáveis.

A Tabela 9 descreve a correlação entre os desvios-padrão dos índices pela aplicação do coeficiente de correlação de Spearman (ρ). Nota-se que, apenas, os desvios do índice de Elston (1963) e Schwarzbach (1972) apresentaram correlação significativa a 1% de probabilidade pelo teste t com magnitude igual a 0,61; e os desvios do índice de Mulamba e Mock (1978) e Schwarzbach (1972) obtiveram correlação igual a 0,54, com significância igual a 5%.

Tabela 9 – Estimativas das correlações entre os desvios-padrão dos índices estimados por locais, segundo o coeficiente de correlação de Spearman (ρ).

	Desvio-padrão (I_{MM})	Desvio-padrão (D_i)	Desvio-padrão (I_{sc})
Desvio-padrão (I_E)	-0,07	0,61 **	-0,09
Desvio-padrão (I_{MM})		0,54*	0,40
Desvio-padrão (D_i)			0,28

* e ** = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. I_E = índice de Elston (1963); I_{MM} = índice de Mulamba e Mock (1978); D_i = índice de Schwarzbach (1972) citado por Wricke e Werber (1986); e, I_{sc} = índice de Seleção de Cultivares (Garcia, 1998).

Os resultados do capítulo 1 deste trabalho referentes aos métodos de análise de estabilidade propostos por Yates e Cochran (1938), Plaisted e Peterson (1959), Lin e Binns (1988) e adaptação por Carneiro (1998) foram, aqui, empregados em comparação com os desvios-padrão dos índices de seleção (Tabela 10). Para tanto, o coeficiente de correlação de Spearman (ρ) foi, novamente, utilizado.

Verificou-se que houve, apenas, uma correlação significativa, esta ocorreu entre os desvios do índice de Mulamba e Mock (1978) e a metodologia de

Plaisted e Peterson (1959), com significância de 1% pelo teste t (Tabela 10). Nota-se, também, que não houve correlação entre os desvios-padrão dos índices e a PRODV, reforçando a afirmativa de que não houve correlação entre os menores desvios-padrão com alta ou baixa produtividade de vagens.

Tabela 10 – Estimativas das correlações entre os desvios-padrão dos índices estimados por locais e a produtividade de vagens (PRODV) e os métodos de estabilidade Tradicional (1938), Plaisted e Peterson (1959), Lin e Binns (1988) e modificação por Carneiro (1998), segundo o coeficiente de correlação de Spearman (ρ).

	Desvio-padrão (I_E)	Desvio-padrão (I_{MM})	Desvio-padrão (D_i)	Desvio-padrão (I_{sc})
Tradicional	0,33	-0,06	0,19	-0,10
Plaisted e Peterson	-0,40	0,66**	0,02	0,46
Lin e Binns ($P_{ig}^{1/}$)	0,06	-0,01	0,03	-0,09
Lin e Binns ($P_{if}^{1/}$)	-0,04	0,03	-0,02	0,15
Lin e Binns (P_{id})	0,19	-0,12	0,05	-0,18
PRODV	0,06	-0,01	0,03	-0,09

* e ** = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. I_E = índice de Elston (1963); I_{MM} = índice de Mulamba e Mock (1978); D_i = índice de Schwarzbach (1972) citado por Wricke e Werber (1986); e, I_{sc} = índice de Seleção de Cultivares (Garcia, 1998).

A Tabela 11 sumariza os resultados obtidos pelos quatro índices de seleção e contém a classificação dos genótipos para cada local, em separado, e a classificação dos genótipos para os ambientes em conjunto.

Nessa tabela, verifica-se, para o ambiente 1, que os três genótipos que mais foram indicados nas três primeiras colocações por todos os índices foram os genótipos de número 6, 3, 1 e 10, respectivamente, UENF 7-5-1, Top Seed Blue Line, Progenitor 19 e UENF 7-20-1.

De forma análoga, para o ambiente 2, os mais indicados foram os genótipos 12, 7 e 14 (UENF 7-20-1, UENF 7-6-1 e UENF 14-3-3, respectivamente).

Tabela 11 – Ordenação dos genótipos indicados pelos índices de seleção para Bom Jesus do Itabapoana – 2010 (1), Bom Jesus do Itabapoana – 2011 (2), Cambuci – 2011(3) e para os três ambientes conjuntamente (Conj.).

Ordenação/ Local	Índices de seleção ^{1/}															
	I_E				I_{MM}				D_i				I_{sc}			
	1	2	3	Conj.	1	2	3	Conj.	1	2	3	Conj.	1	2	3	Conj.
1 ^o	10	12	11	12	1 ^a	10 ^a	11	10	6	12	11	10	3 ^a	7	7 ^a	6 ^a
2 ^o	6	7	12	10	6 ^a	12 ^a	7	12	10	7	12	12	6 ^a	12	8 ^a	7 ^a
3 ^o	1	2	7	7	3 ^b	6 ^b	12	6	3	10	7	7	1 ^b	8 ^a	11 ^a	9 ^b
4 ^o	3	14	8	6	10 ^b	14 ^b	9	9	1	14	8	6	10 ^b	11 ^a	9 ^b	12 ^b
5 ^o	7	10	6	11	17	7	6	7	7	8	9	11	12 ^b	2	12 ^b	8 ^c
6 ^o	14	8	4 ^a	8	7	2	8	8 ^a	17	2	6	8	14	14	14 ^c	11 ^c
7 ^o	5 ^a	11	9 ^a	1	12	8	4	11 ^a	12	6	4	1	7	6	17 ^c	14 ^c
8 ^o	17 ^a	6	10	3	9	11	10	1	14	11	10	3	9 ^c	10	2 ^d	1 ^d
9 ^o	9	5	1	14	5	5	1	3	5	5	1	9	17 ^c	3 ^b	3 ^d	10 ^d
10 ^o	4	3	3	9	14	3	3	2 ^b	9	13	3	14	8 ^d	5 ^b	4 ^d	2 ^e
11 ^o	8	13	5	5	15	13	2	14 ^b	8	3	2	5	13 ^d	1	6 ^d	3 ^e
12 ^o	15	15	13	4	4	1 ^c	5	4 ^c	15	15	5	2	2 ^e	15	10 ^d	4 ^e
13 ^o	11	4	2	13	8	15 ^c	14	5 ^c	4	1	14	4	4 ^e	4	13 ^d	5 ^e
14 ^o	13	1	17	2	11	4	13	13	11	4	13	13	5 ^e	13	5 ^e	13 ^e
15 ^o	12	16	14	17	13	9	16 ^a	15	13	16	17	15	11 ^e	16	15 ^e	15 ^f
16 ^o	16	9	15	15	16	16	17 ^a	17	16	9	16	17	15 ^e	9	16 ^f	17 ^f
17 ^o	2	17	16	16	2	17	15	16	2	17	15	16	16 ^e	17	1 ^f	16

^{1/} I_E = índice de Elston (1963); I_{MM} = índice de Mulamba e Mock (1978); D_i = índice de Schwarzbach (1972) citado por Wricke e Werber (1986); e, I_{sc} = índice de Seleção de Cultivares (Garcia, 1998).

Números seguidos pela mesma letra possuem mesma classificação.

E, para o ambiente 3, foram: 11 (7-14-1), 7 (7-6-1), 12 (7-20-1) e 8 (UENF 7-9-1). Portanto, existem, realmente, recomendações específicas para cada local, com maior consistência dos genótipos 12 e 7 para os ambientes 2 e 3.

Para recomendação conjunta para os três ambientes, os genótipos indicados foram 12, 6, 7 e 10 (UENF 7-20-1, UENF 7-5-1, UENF 7-6-1 e UENF 7-12-1), sendo que as linhagens 12 e 6 foram mais indicadas que as linhagens 7 e 10.

Pela Tabela 12, verifica-se que os genótipos indicados pelos índices para o conjunto de ambientes (12, 6, 7 e 10), também foram alocados como estáveis (dentro das cinco primeiras posições) pela maioria dos métodos de estabilidade rememorados. Isso enfatiza maior confiabilidade na recomendação dessas linhagens para a região Noroeste Fluminense.

Tabela 12 – Ordenação dos cinco genótipos de feijão-vagem selecionáveis de acordo com diferentes métodos de análise de estabilidade fenotípica e índices de seleção.

Classificação	^{1/} Y&C	^{1/} P&P	^{1/} P _{ig}	^{1/} P _{if}	^{1/} P _{id}	<i>I_E</i>	<i>I_{MM}</i>	<i>D_i</i>	<i>I_{sc}</i>
1º	9	13	9	7	9	12	10	10	6
2º	4	10	7	6	11	10	12	12	7
3º	11	5	6	14	12	7	6	7	9
4º	12	16	12	10	10	6	9	6	12
5º	17	6	10	12	6	11	7	11	8

^{1/} Y&C = Yates e Cochran (1938); P&P – Plaisted e Peterson (1959); P_{ig} = Pi geral (Lin e Binns, 1988); P_{if} = Pi favorável; P_{id} = Pi desfavorável, de acordo com adaptação feita por Carneiro (1998).

As Tabelas 13, 14 e 15 demonstram as correlações obtidas pelos índices nos ambientes 1, 2 e 3, respectivamente, e entre os índices e a PRODV. Os valores mostram correlações altamente significativas ($P < 0,01$) e positivas entre os índices, no entanto as magnitudes variaram de acordo com o ambiente, como exemplo, nota-se que o índice de Seleção de Cultivares (Garcia, 1998) obteve correlação mais alta com os demais índices no ambiente 2, entretanto, no ambiente 3, a magnitude diminuiu consideravelmente. Por outro lado, a correlação entre os demais índices se manteve mais estável nos diferentes ambientes. Isso demonstra maior sensibilidade do índice proposto por Garcia (1998) diante das variações ambientais.

Tabela 13 – Estimativa das correlações entre os diferentes índices de seleção e entre os índices e a produtividade de vagens (PRODV) com base no coeficiente de correlação de Spearman (ρ) para Bom Jesus do Itabapoana – 2010 (ambiente 1).

	Índice de Elston (1963)	Índice de Mulamba e Mock (1978)	Índice genótipo-ideótipo	Índice de Seleção de Cultivares
PRODV	0,7598**	0,8260**	0,7745**	0,8333**
Índice de Elston (1963)		0,8529**	0,8873**	0,7083**
Índice de Mulamba e Mock (1978)			0,9632**	0,8186**
Índice genótipo-ideótipo				0,8529**

* e ** = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Tabela 14– Estimativa das correlações entre os diferentes índices de seleção e entre os índices e a produtividade de vagens (PRODV) com base no coeficiente de correlação de Spearman (ρ) para Bom Jesus do Itabapoana – 2011 (ambiente 2).

	Índice de Elston (1963)	Índice de Mulamba e Mock (1978)	Índice genótipo-ideótipo	Índice de Seleção de Cultivares
PRODV	0,8162**	0,8603**	0,8652**	0,8039**
Índice de Elston (1963)		0,9142**	0,9755**	0,9289**
Índice de Mulamba e Mock (1978)			0,9510**	0,8358**
Índice genótipo-ideótipo				0,9044**

* e ** = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Tabela 15 – Estimativa das correlações entre os diferentes índices de seleção com base no coeficiente de Spearman (ρ) para Cambuci – 2011 (ambiente 3).

	Índice de Elston (1963)	Índice de Mulamba e Mock (1978)	Índice genótipo-ideótipo	Índice de Seleção de Cultivares
PRODV	0,8431**	0,8971**	0,8946**	0,6225**
Índice de Elston (1963)		0,9534**	0,9730**	0,5956*
Índice de Mulamba e Mock (1978)			0,9877**	0,6324**
Índice genótipo-ideótipo				0,6716**

* e ** = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

3.2.6. CONCLUSÕES

1. Os genótipos avaliados apresentam grande potencial produtivo, uma vez que as testemunhas comerciais foram, sempre, medianas na avaliação, enfatizando, assim, grande possibilidade de lançamento de novas cultivares de feijão-vagem para a região.
2. O índice de Garcia (1998) demonstrou ser mais eficiente que os demais índices, uma vez que apresentou maior correlação com a PRODV e selecionou as linhagens mais produtivas.
3. A utilização dos desvios-padrão das estimativas dos índices de seleção por locais não obteve bons resultados na indicação de estabilidade.
4. Utilizando-se a informação conjunta de todos os índices, os genótipos recomendados com base na média geral dos ambientes foram: 12 (UENF

7-20-1) e 6 (UENF 7-5-1), seguidos pelos genótipos 7 (UENF 7-6-1) e 10 (UENF 7-12-1).

3.2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil (2012). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Requisitos mínimos para determinação do Valor de Cultivo e Uso de feijão, para a inscrição no registro nacional de cultivares – RNC. Anexo IV. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acessado em: 15 de janeiro de 2012.

Carneiro, P.C.S. (1998) *Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa. 178p.

Cruz, C.D. (2006) *Programa Genes: Biometria*. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p.

Cruz, C.D., Regazzi, A.J. (2001) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2.ed. Viçosa: UFV. 390p.

Elston, R.C. (1963) A weight free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. *Biometrics*, 19:85-97.

Farias, F.J.C. (2005) *Índice de seleção de cultivares de algodoeiro herbáceo*. 2005. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 121p.

Filgueira, F.A.R. (2008) *Novo manual de oleicultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa: UFV, 421p.

- Garcia, A.A.F. (1998) *Índice para seleção de cultivares*. 1998. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, 112p.
- Hallauer, A.R., Miranda Filho, J.B. (1986) *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames: Iowa State University Press, 468p.
- Lin, C.S., Binns, M.R. (1988) A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, 68: 193-198.
- Mulamba, N.N., Mock, J.J. (1978) Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea Mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egypt J.Gen. Cytol. Alexandria*, 7:40-51.
- Pena, G.F. (2011) *Estabilidade e adaptabilidade edafoclimática de milho-pipoca de diferentes origens do norte e noroeste fluminense*. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 82p.
- Santos, V.S. (2005) *Seleção de pré-cultivares de soja baseada em índices*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiro - USP, 104p.
- Schwarzbach, E. (1972) Einige Anwendungsmöglichkeiten elektronischer Datenverarbeitung (EDV) für die Beurteilung von Zuchtmaterial. *Arb. Tag. Oesterr. Pflanzenz Gumpenstein*, 277-87.
- Scott, A.J., Knott, M. (1974) A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30(3):507-512.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. (1980) *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw-Hill. 633 p.

Vilela, F.O. (2008) *Melhoramento Genético de Feijão-de-Vagem (Phaseolus vulgaris L.) Avanço de Gerações via SSD, uso de Índices de Seleções Estatísticas P1 na identificação de Genótipos Superiores*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 145p.

Yates, F., Cochran, W.G. (1938) The analysis of groups of experiments. *J. Agric. Sci*, 28(4): 556-580.

Wricke, G. (1965) Zur berechnung der ökovalenz bei sommerweizen und hafer. *Pflanzenzuchtung*, 52(1):127-138.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Neste trabalho, teve-se por objetivo comparar a eficiência de diferentes métodos não paramétricos de análise de estabilidade fenotípica na avaliação do comportamento produtivo de genótipos de feijão-vagem, na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, assim como testar a eficiência de diferentes índices de seleção não paramétricos na indicação de linhagens superiores de feijão-vagem para tal região. Foram utilizadas 14 linhagens de feijão-vagem de hábito de crescimento indeterminado, duas variedades comerciais (Feltrin e Top Seed Blue Line) e um progenitor (UENF-1445). Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Bom Jesus do Itabapoana, nos anos de 2010 e 2011, e de Cambuci, no ano de 2011. O delineamento empregado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: produtividade de vagens (PRODV), produtividade de grãos (PRODG), número médio de vagens por planta (NMVP), peso médio de vagem (PMV) e número médio de sementes por vagem (NMSV). Para estimar os parâmetros de estabilidade quanto à produtividade de vagens (PRODV), utilizaram-se os métodos de Yates e Cochran (1938), Plaisted e Peterson (1959), Wricke (1965), Kang e Phan (1991), Lin e Binns (1988) e modificação de Carneiro (1998). Quanto aos índices, foram avaliadas as proposições de Elston (1963), Mulamba e Mock (1978), Schwarzbach (1972) citado por Wricke e Werber (1986) e Garcia (1998). A análise de variância conjunta revelou diferenças significativas a 1% de probabilidade para PRODV e PMV, e a 5% de probabilidade para NMVP e NMSV.

Porém, para a PRODG, não foram observadas diferenças significativas pelo teste F. Ademais, foram observadas diferenças significativas para o efeito de ambiente e interação GA, em nível de 5% de probabilidade. A média geral conjunta para PRODV foi de 33,13 t.ha⁻¹, estimativa esta superior às testemunhas Feltrin (32.14 t.ha-1) e Top Seed Blue Line (32.16 t.ha-1), evidenciando o potencial produtivo dos genótipos estudados. A decomposição do quadrado médio da interação em parte complexa, proposta por Cruz e Castoldi (1991), caracterizou predominância da interação do tipo complexa, indicando que os genótipos não apresentaram respostas correlacionadas nos diferentes ambientes. Os genótipos indicados pelo método Tradicional (1938) estão aliados à estabilidade, menor produtividade e mais recomendados a ambientes desfavoráveis. A utilização concomitante dos métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) é redundante. Esses estão associados à maior estabilidade, porém, independem da produtividade média e da adaptabilidade a ambientes gerais, favoráveis e desfavoráveis. A metodologia de Kang e Phan (1991) foi eficiente em associar estabilidade à PRODV, demonstrando ser bastante útil no refinamento dos resultados. A metodologia de Lin e Binns (1988), como proposta, aliou seu parâmetro à PRODV, porém, indicando genótipos ligados à instabilidade, necessitando, assim, de complementação de informações com outros métodos. A adaptação feita por Carneiro (1988) aprimora a metodologia de Lin e Binns (1988) e proporciona melhor complementação desse procedimento com outros parâmetros de estabilidade. Utilizando-se a complementariedade dos resultados entre os métodos, a linha 6 (UENF 7-5-1) foi indicada para o ambiente favorável; as linhas 9 (UENF 7-10-1), 11 (UENF 7-14-1) e 12 (UENF 7-20-1), para o ambiente desfavorável; e a linha 10 (UENF 7-12-1) para ambos. O índice de Garcia (1998) demonstrou ser mais eficiente que os demais índices, uma vez que apresentou maior correlação com a PRODV e selecionou as linhagens mais produtivas. Todos os índices de seleção foram altamente correlacionados e o coeficiente de coincidência entre eles variou de 0.75 a 1 para as quatro primeiras posições. Utilizando-se a informação conjunta de todos os índices, os genótipos recomendados, com base na média geral dos ambientes, foram: 12 (UENF 7-20-1) e 6 (UENF 7-5-1), seguidos pelos genótipos 7 (UENF 7-6-1) e 10 (UENF 7-12-1).

Portanto, diante do exposto, pôde-se concluir que:

1. Os genótipos indicados pelo método Tradicional (1938) estão aliados à estabilidade, à menor produtividade e mais recomendados a ambientes desfavoráveis.
2. Os genótipos recomendados pelo Método de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) estão ligados à maior estabilidade, porém independem da produtividade média e da adaptabilidade a ambientes gerais, favoráveis e desfavoráveis.
3. A metodologia de Kang e Phan (1991) foi eficiente em associar estabilidade à PRODV, demonstrando ser bastante útil no refinamento dos resultados.
4. A metodologia de Lin e Binns (1988), como proposta, aliou seu parâmetro à PRODV, indicando, porém, genótipos ligados à instabilidade.
5. A adaptação feita por Carneiro (1988) aprimora a metodologia de Lin e Binns (1988) e proporciona melhor complementação desse procedimento com outros parâmetros de estabilidade, apurando muito seus resultados.
6. O índice de Garcia (1998) demonstrou ser mais eficiente que os demais índices, uma vez que apresentou maior correlação com a PRODV e selecionou as linhagens mais produtivas.
7. Utilizando-se a informação conjunta de todos os índices, os genótipos recomendados com base na média geral dos ambientes foram: 12 (UENF 7-20-1) e 6 (UENF 7-5-1), seguidos pelos genótipos 7 (UENF 7-6-1) e 10 (UENF 7-12-1).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, F.B., Leal, N.R., Rodrigues, R., Amaral Júnior, A.T., Silva, D.J.H. (2004) Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de hábito de crescimento indeterminado. *Horticultura Brasileira*, 22(3):547–552.
- Abreu, F.B. (2001) *Aplicação de técnicas de análises multivariada em acessos de feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.) de crescimento indeterminado do banco de germoplasma da UENF*. 2001. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 69p.
- Acosta-Gallegos, J.A., Kelly, J.D., Gepts, P. (2007) Prebreeding in common bean and use of genetic diversity from wild germplasm. *Crop Science*, 47(3):44-59.
- Allard, R. W. (1971) *Princípios do melhoramento genético de plantas*. São Paulo: Edgard Blucher, 38p.
- Allard, R.W., Bradshaw, A.D. (1964) Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Science*, 4:503-508.

- Alves, E. U. (1999) *Produção e qualidade de sementes de feijão-vagem (Phaseolus vulgaris L.) em função de fontes e doses de matéria orgânica*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Areia – PB, Universidade Federal da Paraíba - UFB. 109p.
- Amaral Júnior, A.T., Freitas Júnior, S.P., Ragel, R.M., Pena, G.F., Ribeiro, R.M, Morais, R.C., Schuelter, A.R. (2010) Improvement of a popcorn population using selection indexes from a fourth cycle of recurrent selection program carried out in two different environments. *Genetics and Molecular Research*, 9(1):340-347.
- Annicchiarico, P., Bertolini, M., Mazzinelli, G. (1995) Analysis of genotype-environment interactions for maize hybrids in Italy. *Journal of Genetics and Breeding*, 49:61-68.
- Annicchiarico, P. (1992) Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. *Journal Genetics and Breeding*, 46(1):269-278.
- Backes, R.L., Elias, H.T., Hemp, S., Nicknich, W. (2005) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. *Acta Scientiarum Agronomy*, 27(2):309-314.
- Becker, H.C. (1981) Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica*, 30:835-840.
- Bárbaro, I.M., Centurion, M.A.P.C., Di Mauro, A.O., Unêda-Trevisoli, S.H., Costa, M.M. (2007) Comparação de estratégia de seleção no melhoramento de populações F5 de soja. *Revista Ceres*, 54(313):250-261.
- Barbé, T.C. (2008) *Estimativas de divergência genética entre linhas de feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.) por meio de análise multivariada e associação com a genealogia*. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 95.

- Barbosa, M.H.P., Pinto, C.A.B.P. (1998) Eficiência de índices de seleção na identificação de clones superiores de batata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33(2):149-156.
- Borém, A. (1997) *Melhoramento de plantas*. Viçosa: UFV, 547p.
- Borges, L.C., Ferreira, D.F., Abreu, A.F.B., Ramalho, M.A.P. (2000) Emprego de metodologia de avaliação da estabilidade fenotípica na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ceres*, 47(269):89-102.
- Botrel, M.A., Evangelista, A.R., Viana, M.C.M., Pereira, A.V., Sobrinho, F.S., Silva, O.J., Xavier, D.F., Heinemann, A.B. (2005) Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfalfa avaliadas em Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(2):409-414.
- Brasil (2012). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Requisitos mínimos para determinação do Valor de Cultivo e Uso de feijão, para a inscrição no registro nacional de cultivares – RNC. Anexo IV. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acessado em: 15 de janeiro de 2012.
- Brasil, E.M., Chaves, L.J. (1994) Utilizacion de um model cuadratico para el estudio de la respuesta de cultivares a la variación ambiental. *Anais do Congresso Latinoamericano de Genética*, 11, Monterrey: Asociacion Latinoamericana de Genética, p. 616.
- Brim, C.A., Johnson, H.W., Cockerham, C.C. (1959) Multiple selection criteria in soybean. *Agronomy Journal*, 51:42-46.
- Broughton, W.J., Hernadez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., Vanderleyden, J. (2003) Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil*, 252:55-128.

- Cargnelutti Filho, A., Perecin, D., Malheiros, E.B., Guadagnin, J.P. (2007) Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. *Bragantia*, 66:571-578.
- Carneiro, P.C.S. (1998) *Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Viçosa – MG, Universidade federal de Viçosa - UFV. 178p.
- Castellane, P.D., Carvalho, N.M. (1988) *Feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.): Cultivo e produção de sementes*. Jaboticabal: FUNEP/FCAV – UNESP. 60p.
- Ceasa (2011) Centrais de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ceasa.rj.gov.br/>. Acesso em: 18 de janeiro de 2011.
- Chaves, L.J. (2001) *Interação de genótipos com ambientes*. In: Nass, L.L., Valois, A.C.C., Melo, I.S., Valadares-Inglis, M.C. (eds). *Recursos genéticos & melhoramento de plantas*. Rondonópolis: Fundação MT. 1183p.
- Comstock, R.E., Moll, R.H. (1963) *Genotype x environment interactions*. Statistical and plant breeding. *National Academy of Sciences*, 82(2):164-96.
- Costa, N.H.A.D., Seraphin, J.C., Zimmermann, F.J.P. (2002) Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura de arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(3):243-249.
- Coterill, P.P. (1985) On index selection: II. Simple indices which require no genetic parameters or special expertise to construct. *Silvae Genetica*, 34(2-3):64-69.
- Crossa, J. (1990) Statistical analysis of multilocation trials. *Adv Agro*, 44: 55-85.
- Cruz, C.D. (2006) Programa Genes: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p.
- Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S. (2006) *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento de Plantas*. 3 ed. Viçosa: UFV, 586p.

- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2004) *Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3.ed. Viçosa: UFV, 480p.
- Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S. (2003) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2 ed., Viçosa: UFV, 585p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J. (2001) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2.ed. Viçosa: UFV, 390p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J. (1994) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2. ed. Viçosa : UFV, 390 p.
- Cruz, C.D., Castoldi, F.L. (1991) Decomposição da interação genótipo x ambiente em partes simples e complexas. *Revista Ceres*, 38(219):422-430.
- Cruz, C.D., Torres, R.A., Vencovsky, R. (1989) An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética*, 12:567-580.
- Cunha, F.A.G, Hamawaki, O.T., Espindola, S.M.C.G., Cavalcante, A.K., Bisinoto, F.F., Ferreira Júnior, J.A., Guerra, E.C. (2010) *Fazu em Revista*, 7:55-62.
- Daher, R.F., Pereira, M.G., Amaral Júnior, A.T., Pereira, A.V., Ledo, F.J.S, Daros, M. (2003) Estabilidade da produção forrageira em clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Ciência e Agrotecnologia*, 27(4):788-797.
- Daros, M., Amaral Júnior, A.T. (2000) Adaptabilidade e estabilidade de produção de *Ipomoea batatas*. *Acta Scientiarum*, 22(4):911-917.
- Dehghani, M.M.H., Sabaghpour, S.H. (2006) Stability of performance in lentil (*Lens culinaris medic*) genotypes in iran. *Euphytica*, 149:343-352.

- Duarte, J.B., Vencovsky, R. (1999) *Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise "AMMI"*. Ribeirão Preto: Sociedade brasileira de Genética, 60p.
- Eberhart, S.A., Russell, W.W. (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6:36-40.
- Eagles, H.A., Frey, K.J. (1974) Expected and actual gains in economic value of oat lines from five selection methods. *Crop Science*, 14(6):861-864.
- Elias, H.T., Hemp, S., Scapim, C.A., Rodovalho, M.A., Royer, M.R., Mora, F., Barreto, R.R. (2005) Análise de estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. *Acta Scientiarum*, 27(4):623-628.
- Elston, R.C. (1963) A weight free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. *Biometrics*, 19:85-97.
- Euzébio, M.P. (2008) *Adaptabilidade, estabilidade e interação genótipos x ambientes em feijão*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Londrina – PR, Univesidade Estadual de Londrina – UEL, 92p.
- Falconer, D.S., Mackay, T.F.C. (1996) *Introduction to quantitative genetics*. 4ed. Endinburgh: Logman Group Limited, 464p.
- Farias, F.J.C. (2005) *Índice de seleção de cultivares de algodoeiro herbáceo*. 2005. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, 121p.
- Farias, F.J.C., Ramalho, M.A.P., Carvalho, L.P., Moreira, J.A.N., Costa, J.N. (1997) Parâmetros de Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método da regressão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32:407-414.

- Farias, F.J.C, Ramalho, M.A.P., Carvalho, L.P., Moreira, J.A.N. (1996). Parâmetros de estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo avaliadas na região Nordeste do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 31(12):877-883.
- Fehr, W.R. (1987) *Principle of cultivar development*. New York: Macmillan, 525p.
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N. (1963) The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14:742-754.
- Filgueira, F.A.R. (2008) *Novo manual de oleicultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa: UFV, 421p.
- Filgueira, F.A.R. (2003) *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 402p.
- Filgueira, F.A.R. (2000) *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção de hortaliças*. Viçosa: UFV, 402p.
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N. (1963) The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14:742-754.
- Fisher, R.A. (1936) The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals of Eugenics*, 7:179-189.
- Francelino, F.M.A. (2008) *Ensaio de competição de Linhagens Promissoras de feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.) para as regiões Norte e Noroeste Fluminense*. 2008. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 56p.

- Freitas Júnior, S.P., Amaral Júnior, A.T., Rangel, R.M., Viana, A.P. (2009) Predição de ganhos genéticos na população de milho pipoca UNB-2U sob seleção recorrente utilizando-se diferentes índices de seleção. *Semina*, 30(4):803-814.
- Freytag, G.F., Debouck, D.G. (2002) *Taxonomy, distribution, and ecology of the genus Phaseolus (Leguminosae-Papilionoideae) in North America, Mexico and Central America*. Texas: Brit Press, 304p.
- Garcia, A.A.F., Souza Júnior, C.L. (1999) Comparação de índices de seleção não paramétricos para a seleção de cultivares. *Bragantia*, 58(2):253-267.
- Garcia, A.A.F. (1998) *Índice para seleção de cultivares*. 1998. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, 112p.
- Garcia, C.H. (1989) *Tabelas para classificação do coeficiente de variação*. Piracicaba: IPEF, 12 p. (Circular técnica, 171).
- Gauch, H. G.; Zorbel, R. W. *AMMI analysis of yield trial*. In: Kang, M. S.; Gauch, H. G. (ed.). *Genotype by – environment interaction*. New York: CRC Press. 416p.1996.
- Gauch, H.G., Zobel, R.W. (1988) Predictive and postdictive success of statistical analysis of yield trials. *Theoretical and Applied Genetics*, 76(1):1-10.
- Gepts, P. (1998) Origin and evolution of common bean, past event and recent trends, past event and recent trends. *Hort. Science*, 33:1124-1130.
- Gepts, P., Debouck, D. (1993) Origin, domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Schoonhoven, A.V.; Voyesest, (eds). *Common beans: research for crop improvement*. Cali: CIAT, p.7-53p.

- Gonçalves, G.M., Viana, A.P., Neto, F.V.B., Pereira, M.G., Pereira, T.N.S. (2007) Seleção e herdabilidade na predição de ganhos genéticos em maracujá-amarelo. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, 42(2):193-198.
- Granate, M.J., Cruz, C.D., Pacheco, C.A.P. (2002) Predição de ganho genético com diferentes índices de seleção no milho pipoca CMS-43. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(7):1001-1008.
- Hallauer, A.R., Miranda Filho, J.B. (1986) *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames: Iowa State University Press, 468p.
- Hamasaki, R.I., Braz, L.T., Purquerio, L.F.V., Peixoto, N. (1998) Comportamento de novas cultivares de feijão-vagem em Jaboticabal-SP. *Anais do Congresso Brasileiro de Olericultura*, 38, Petrolina. Resumo...Petrolina: SOB.
- Hanson, W.D. (1994) Distance statistics and interpretation of southern states regional soybean tests. *Crop Science*, 34(6):1498-1504.
- Hazel, L.N. (1943) The genetic bases for constructing selection indexes. *Genetics*, 28:476-490.
- Holbrook, C.C., Burton, J.W., Jr, T.E.C. (1989) Evaluation of recurrent restricted index selection for increasing yield while holding seed protein constant in soybean. *Crop Science*, 29(2):324-329.
- Hoogerheide, E.S.S. (2004) *Estabilidade fenotípica de cultivares de algodoeiro herbáceo em diferentes sistemas de produção no estado do Mato Grosso*. 2004. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, 80p.
- Huehn, M. (1990) Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1: theory. *Euphytica*, 47(3):189-194.

- Kang, M.S., Phan, H.N. (1991) Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. *Agronomy. Journal.* 83:161-163.
- Kempthorne, O., Nordskog, A.W. (1959) Restricted selection indices. *Biometrics, Washington*, 15:10-19..
- Krause, W. (2008) *Fontes de resistência, métodos de inoculação e capacidade de combinação para a resistência à murcha-de-curtobacterium em feijão-de-vagem*. 2008. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goitacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 97p.
- Jansen, W. (1992) Snap bean consumption in less developed countries. Snap beans in the developing world. Proceedings of an International Conference. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, p. 47-63.
- Judice, M.G., Muniz, J.A., Aquino, L.H., Bearzoti, E. (2002) Avaliação da precisão experimental em ensaios com bovinos de corte. *Ciência e Agrotecnologia*, 26(5):1035-1040.
- Lavoranti, O.J. (2003) *Adaptabilidade e estabilidade fenotípica através da reamostragem bootstrap no modelo AMMI*. Tese (Doutorado em Estatística Experimental) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, 106p.
- Lessa, L.S., Ledo, C.A.S., Santos, V.S., Silva, S.O., Peixoto, C.P. (2010) Seleção de híbridos diploides (AA) de bananeira com base em três índices não paramétricos. *Bragantia*, 69(3):525-534.
- Lin, C.S., Binns, M.R. (1988) A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, 68:193-198.

- Lopes, V.S., Tardin, F.D., Almeida Filho, J.E., Carvalho Júnior, G.A. (2011) Análise da Estabilidade de Híbridos de Sorgo Granífero Para Rendimento de Grãos na Safrinha, CD-ROM dos *Anais do VI Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas*, Búzios, RJ, Brasil.
- Maluf, W.R., Barbosa, M.L., Resende, M.R.R., Costa, H.S.C. (2002) A Cultura do feijão-de-vagem. In: Boletim técnico de hortaliças nº 65.
- Maluf, W.R. (2001) Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças. In: Nass, L.L., Valois, A.C.C., Melo, I.S., Valadares-Inglis, M.C (eds.). *Recursos genéticos e melhoramento*. Rondonópolis: Fundação MT, p.327-355.
- Marinho, C.D., Martins, F.J.O, Amaral, S.C.S, Amaral Júnior, A.T., Gonçalves, L.SA., Mello, M.P. (2011) Revisiting the Brazilian scenario of registry and protection of cultivars: an analysis of the period from 1998 to 2010, its dynamics and legal observations. *Genetics and Molecular research*, 10(2):792-809.
- Martins, I.S., Martins, R.C.C., Pinho, D.S. (2006) Alternativas de índices de seleção em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Cerne*, 12(3):287-291.
- Matzinger, D.F., Wernsman, E.A., Weeks, W.W. (1989) Restricted index selection for total alkaloids and yield in tobacco. *Crop Science*, 29(1):74-77.
- Mauro, A.O.D., Curcioli, V.B., Nóbrega, J.C.M., Banzato, D.A., Sedyama, T. (2000) Correlação entre medidas paramétricas e não-paramétricas de estabilidade em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:687-696.
- Melo, L.C., Melo, P.G.S., Faria, L.C., Diaz, J.L.C., Del Peloso, M.J., Rava, C.A., Da Costa, J.G.C. (2007) Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 42(5):715-723.

- Miranda, G.V, Vieira, C., Cruz, C.D., Araújo, G.A.A. (1997) Comparação de quatro métodos de avaliação da estabilidade fenotípica de cultivares de feijão. *Revista Ceres*,44: 627-638.
- Miranda, G.V, Vieira, C., Cruz, C.D., Araújo, G.A.A. (1993) Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares de feijão em quatro municípios da Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Ceres*, 15(232):591-609.
- Mohammadi, R., Amri, A. (2008) Comparasion os parametric and non-parametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in variable environments. *Euphytica*, 159:419-432.
- Mohammadi, R., Abdulahi, A., Haghparast, R., Armion, H. (2007) Interpreting genotype x environment interactions for durum wheat grain yields using nonparametric methods. *Euphytica*, 157:239-251.
- Mulamba, N.N., Mock, J.J. (1978) Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea Mays L.*) population by breeding for plant traits. *Egypt J.Gen. Cytol. Alexandria*, 7:40-51.
- Murakami, D.M., Cardoso, A.A., Cruz, C.D., Bizão, N. (2004) Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. *Ciência Rural*, 34:71-78.
- Oliveira, R.L, Muniz, J.A., Andrade, M.J.B., Reis, R.L. (2009) Presisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(1):113-119.
- Oliveira, E.J., Godoy, I.J., Moraes, A.R.A., Martins, A.L.M., Pereira, J.C.V.N.A., Bortoletto, N., Kasai, F.S. (2006a) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de amendoim de porte rasteiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(8):1253-1260.

- Oliveira, G.V., Carneiro, P.C.S., Carneiro, J.E.S., Cruz, C.D. (2006b) Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:257-265.
- Oliveira, J.S, Ferreira, R.P., Cruz, C.D., Pereira, A.V., Botrel, M.A., Von Pinho, R.G., Rodrigues, J.A.S., Lopes, F.C.F., Miranda, J.E.C. (2002) Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2): 883-889.
- Paula T.O.M, Amaral Júnior, A.T., Gonçalves, L.S.A., Scapim, C.A., Peternelli, L.A., da Silva, V.Q.R. (2010) Pi statistics underlying the evaluation of stability, adaptability and relation between the genetic structure and homeostasis in popcorn. *Acta Scientiarum*, 32(2):269-277.
- Peixoto, N., Braz, L.T., Banzatto, D.A., Oliveira, A.P. (2002) Adaptabilidade e estabilidade em feijão-vagem de crescimento indeterminado. *Horticultura Brasileira*, 20(4):616-618.
- Peixoto, N., Thung, M.D.T., Silva, L.O., Farias, J.G., Oliveira, E.B., Barbedo, A.S.C., Santos, G. (1993) Avaliação de cultivares arbustivas de feijão-vagem em Anápolis. *Horticultura Brasileira*, 11(2):151-152.
- Pena, G.F. (2011) *Estabilidade e adaptabilidade edafoclimática de milho-pipoca de diferentes origens do norte e noroeste fluminense*. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 82p.
- Pereira, H.S., Melo, L.C., Faria, L.C., Del Peloso, M.J., Da costa, J.G.C., Rava, C.A., Wendland, A. (2009) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. *Pesq. agropec. bras.*, 44(1):29-37.

- Pesek, J., Baker, R.J. (1969) Desired improvement in relation to selection indices. *Canadian Journal of Plant Science*, 49:803-804.
- Pimentel Gomes, F. (2000) *Curso de estatística experimental*. 13. ed. São Paulo: Nobel. 479 p.
- Plaisted, R.L., Peterson, L.C. (1959) A technique for evaluating the ability of selection to yield consistency in different locations or seasons. *American Potato Journal*, 36:381-385.
- Prado, E.E., Himoroto, D.M., Godinho, V.P.C., Utumi, M.M., Ramalho, A.R. (2001) Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(4):625-635.
- Ramalho, M.A.P., Santos, J.B., Zimmermann, M.J.O. (1993) *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: Editora UFG, 271p.
- Rangel, R.M., Amaral Júnior, A.T., Gonçalves, L.S.A., Freitas Júnior, S.P., Candido, L.C. (2011) Análise biométrica de ganhos por ciclo de seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. *Revista Agronômica*, 42(2):473-481.
- Ribeiro, P.H.E., Ramalho, M.A.P., Ferreira, D.F. (2000) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho em diferentes condições ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:2213-2222.
- Rocha, M. M. (2002) Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, 184p.

- Rodrigues, R., Leal, N.R., Pereira, M.G. (1998) Análise dialélica de seis características agronômicas em *Phaseolus vulgaris* L. *Bragantia*, 57(2):241-250.
- Rosse, L.N., Vencovsky, R., Ferreira, D.F. (2002) Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37:25-32.
- Ruralnet (2009) – Informações referentes à cultura do feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). Disponível em: <http://www.ruralnet.com.br/hortalicas/feijaovagem2.html>. Acesso em: 20 de setembro de 2010.
- Sabaghania, N., Dehghani, H., Sabaghpour, S.H. (2006) Nonparametric methods for interpreting genotype x environment interaction of lentil genotypes. *Crop Science*, 46:1100-1106.
- Santalla, M., Monteagudo, A.B., Gonzales, A.M., Lema, M., De La Fuente, M., De Ron, A.M. (2004) Agronomic Potential value of great northern recombinant lines and breeding implications in common bean. *Annu. Rept. Bean Improv. Coop.*, 47:147-148.
- Santos, F.S., Amaral Júnior, A.T., Freitas Júnior, S.P., Rangel, R.M., Pereira, M.G. (2007) Predição de ganhos genéticos por índices de seleção na população de milho-pipoca UNB-2U sob seleção recorrente. *Bragantia*, 66(3):389-396.
- Santos, V.S. (2005) *Seleção de pré-cultivares de soja baseada em índices*. Teste (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiro - USP, 104p.
- Santos, C.A.F., Araújo, F.P. (2001) Aplicação de índices para seleção de caracteres agronômicos de feijão-de-corda. *Ciência Agronômica*, 32:78-84.

- Scapim, C.A., Pacheco, C.A.P., Amaral Júnior, A.T., Vieira, R.A, Pinto, R.J.B., Conrado, T.V. (2010) Correlations between the stability and adaptability statistics of popcorn cultivars. *Euphytica*, 174:209-218.
- Scapim, C.A., Oliveira, V.R., Braccini, A.L., Cruz, C.D., Andrade, C.A.B, Vidigal, M.C.G. (2000) Yield stability in maize (*Zea mays*) and correlations among the parameters of Ebehart an Russell, Lin and Binns and Huehn models. *Genetics and Molecular Biology*, 23(2):387-393.
- Scott, A.J., Knott, M. (1974) A clauster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30(3):507-512.
- Silva, G.O., Vieira, J.V., Vilela, M.S. (2009) Seleção de caracteres de cenoura cultivada em dois sistemas de produção agroecológicos no Distrito Federal. *Revista Ceres*, 56(5):595-601.
- Silva, W.C.J., Duarte, J.B. (2006) Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:23-30.
- Silva, M.P., Amaral Júnior, A.T., Rodrigues, R., Daher, R.F., Leal, N.R., Schuelter, A.R. (2004) Análise dialéctica da capacidade combinatória em feijão de vagem. *Horticultura Brasileira*, 22(2):277-280.
- Silva, M.P. (2003) *Identificação de genitores superiores e herança de características morfoagronômicas em feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.)*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 79p.
- Silva, J.G.C., Barreto, J.N. (1986) An application of segmented linear regression to the study os genotype x environment interaction. *Biometrics*, 41(4):1093-1093.
- Singh, S.P. (2001) Broadening the genetic base of common beans cultivars: A review. *Crop Science*, 41:1659-1675.

- Smith, O.S., Hallauer, A.R., Russel, W.A. (1981) Use of index selection in recurrent selection programs in maize. *Euphytica*, 30:611-618.
- Smith, H.F. (1936) A discriminant function for plant selection. *Ann. Eugen.*, 7:240-250.
- Souza, P.M., Ponciano, N.J., Mata, H.T.C., Brito, M.N., Golinski, J. (2009) Padrão de desenvolvimento dos municípios das regiões Norte e Noroeste do Rio de Janeiro. *RESR*. 47(4):945-969.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. (1980) *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw-Hill. 633 p.
- Storck, L., Vencovsky, R. (1994) Stability analysis on a bi-segmented discontinuous model with measurement errors in the variables. *Revista Brasileira de Genética*, 17(1):75-81.
- Subandi, Compton, W.A, Empig, L.T. (1973) Comparison of the efficiencies of selection indices for three traits in two variety crosses of corn. *Crop Science*, 13(2):184-186.
- Tai, G.C.G. (1977) Index selection with desired gain. *Crop Science*, 17:182-183.
- Tessarioli Neto, J., Groppo, G.A. (1992) *A Cultura do Feijão-vagem*. Boletim Técnico 212. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI. 12p.
- Toler, J.E. (1990) Patterns of genotypic performance over environmental arrays. Ph.D. Thesis. Clemson University, USA, 154p.
- Vasconcelos, E.D., Ferreira, R.P., Cruz, C.D, Moreira, A., Rassini, J.B., Freitas, A.R. (2010) Estimativas de ganhos genéticos por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. *Revista Ceres*, 57(2):205-210.

- Vencovsky, R., Barriga, P. (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*.
Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 496p.
- Verma, M.M., Chacal, G.S., Murty, B.R. (1978) Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. *Theor. Appl. Genet.*, 53(2):89-91.
- Vicente, D., Pinto, R.J.B., Scapim, C.A. (2004) Análise da adaptabilidade e estabilidade de linhagens elite de soja. *Acta Scientiarum*, 26(3):301-307.
- Vieira, C., Paula Júnior, T.J., Borém, A. (2006) *Feijão: Aspectos gerais e cultura no Estado de Minas*. 2. ed. Viçosa: UFV, 600p.
- Vilarinho, A.A., Viana, J.M.S, Santos, J.F., Câmara, T.M.M. (2003) Eficiência da seleção de progênies S_1 e S_2 de milho-pipoca, visando à produção de linhagens. *Bragantia*, 62:9-17.
- Vilarinho, A.A. (2001) *Seleção de progênies Endogâmicas S_1 e S_2 em programa de melhoramento intrapopulacional e de produção de híbridos de milho pipoca (*Zea mays L.*)*. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 79p.
- Vilela, F.O., Amaral Júnior, A.T., Gonçalves, L.S.A., Barbé, T.C., Gravina, G.A. (2011) Stability of F7:8 snap bean progênies in the Northern and Northwestern regions of Rio de Janeiro State. *Horticultura Brasileira*, 29:84-90.
- Vilela, F.O. (2008) *Melhoramento Genético de Feijão-de-Vagem (*Phaseolus vulgaris L.*) Avanço de Gerações via SSD, uso de Índices de Seleções Estatísticas P_1 na identificação de Genótipos Superiores*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 145p.

- Vilhegas, A.C.G, Vidigal Filho, P.S., Scapim, C.A., Gonçalves Vidigal, M.C., De Lucca e Braccini, A., Sagrilo, E. (2001) Efeito de épocas de semeadura e estabilidade de híbridos de milho em plantios de safrinha no noroeste do Paraná. *Bragantia*, 60(1):45-51.
- Williams, J.S. (1962) The evaluation of a selection index. *Biometrics*, 18(3):375-393.
- Wricke, G., Weber, E.W. (1986) *Quantitative genetics and selection in plant breeding*. Berlin: Walter de Gruyter, 406p.
- Wricke, G. (1965) Zur berechnung der ökovalenz bei sommerweizen und hafer. *Pflanzenzuchtung*, 52(1):127-138.
- Yates, F., Cochran, W.G. (1938) The analysis of groups of experiments. *J. Agric. Sci*, 28(4):556-580.
- Zobel, R.W., Wright, M.J., Gauch, H.G. (1988) Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal*, 80:388-393.

ANEXOS

Tabela 1A – Médias de produtividade de vagens (PRODV) classificadas em ordem decrescente, para os três ambientes avaliados.

^{1/} Ambiente 1		^{1/} Ambiente 2		^{1/} Ambiente 3		^{1/} Conjunto	
Genótipos	PRODV	Genótipos	PRODV	Genótipos	PRODV	Genótipos	PRODV
1	39,6000	7	46,9000	9	39,5725	9	38,6875
9	39,1150	6	42,7750	11	33,5438	7	37,2167
3	36,8563	14	41,6488	12	33,0200	6	36,3410
6	36,2418	10	40,7875	10	30,8275	10	35,6883
14	36,1418	8	40,7875	6	30,0063	12	35,6313
10	35,5250	2	40,4125	7	29,9625	14	34,9906
17	35,0165	12	39,2863	8	28,8188	11	34,7688
7	34,7875	11	38,4250	4	28,6688	1	34,7213
12	34,5875	1	37,1263	1	27,4375	8	33,2708
11	32,3375	13	35,3938	14	27,1813	3	32,1625
4	32,2500	15	34,5813	3	26,9313	2	32,1417
5	31,2750	5	33,7875	17	26,7313	4	31,5208
13	30,7000	4	33,6438	2	26,4438	13	30,7583
8	30,2375	16	33,4963	13	26,1813	17	30,2401
2	29,5688	3	32,7000	5	23,8125	5	29,6250
15	28,7860	17	28,9725	16	22,3463	15	28,1037
16	26,2500	9	25,1125	15	20,9438	16	27,3642
Média Geral	33,4900	-	36,8100	-	28,3800	-	33,1300

^{1/} Ambiente 1 = Bom Jesus do Itabapoana - RJ (2010); Ambiente 2 = Bom Jesus do Itabapoana - RJ (2011); Ambiente 3 = Cambuci – RJ (2011); Conjunto = análise dos três ambientes conjuntamente.

Tabela 2A – Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e dos coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para cinco características avaliadas em 17 linhagens F₈ de feijão-vagem, Bom Jesus do Itabapoana, RJ.

FV	GL	Quadrado Médio ^{1/}				
		PRODV	PRODG	NMVP	PMV	NMSV
Blocos	3	113,998	0,7423	268,5744	2,9466	0,6075
Tratamentos	16	55,081 **	0,7818 **	434,7029 **	0,6694 ^{ns}	1,1564 *
Resíduo	48	22,5689	0,1900	148,0627	0,3914	0,5090
Média Geral		33,49	1,93	58,43	2,36	8,00
CVe (%)		14,19	22,61	20,83	26,55	8,92
Limite Superior		39,60	2,86	91	3,175	9,2
Limite Inferior		26,25	1,3325	46,3125	1,5625	7,05
Média das testemunhas						
Top Seed Blue Line		36,86	1,985	65,1875	2,825	8,075
Feltrin		29,57	1,5825	55,1875	1,5625	7,050
UENF 1445		39,60	2,687	57,375	2,26	8,475

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagens por planta; PMV = peso médio de vagem, em g; NMSV = número médio de sementes por vagem, ^{ns} = Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F; ** = Significativo em nível de 0,01; e * - Significativo em nível de 0,05.

Tabela 3A – Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e dos coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para cinco características avaliadas em 17 linhagens F₉ de feijão-vagem, Bom Jesus do Itabapoana - RJ, 2011.

FV	GL	Quadrado Médio ^{1/}				
		PRODV	PRODG	NMVP	PMV	NMSV
Blocos	3	241,5754	1,1474	10577,4314	0,4000	0,8382
Tratamentos	16	116,5697 **	0,8967 **	7414,0331 **	7,2310 **	0,8750 *
Resíduo	48	24,3979	0,1750	925,5355	0,2447	0,4216
Média Geral		36,81	3,30	220,15	8,57	8,75
CVe (%)		13,42	12,67	13,82	5,77	7,42
Limite Superior		46,90	4,1025	302,75	11,395	9,5
Limite Inferior		25,1125	2,4775	110,25	5,5475	7,5
Média das testemunhas						
Top Seed Blue Line		32,70	3,6525	190,250	8,6100	8,750
Feltrin		40,4125	4,1025	214,000	9,4425	8,500
UENF 1445		37,1263	2,4775	215,750	8,5775	8,750

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagem; PMV = peso médio de vagem, em g; NMSV = número médio de sementes por vagem, ^{ns} = Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F; ** = Significativo em nível de 0,01; e * - Significativo em nível de 0,05.

Tabela 4A – Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e dos coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para cinco características avaliadas em 17 linhagens F₉ de feijão-vagem, Cambuci – RJ, 2011.

FV	GL	Quadrado Médio ^{1/}				
		PRODV	PRODG	NMVP	PMV	NMSV
Blocos	3	202,0859	0,4579	3608,2500	0,6176	0,3333
Tratamentos	16	78,2933*	0,1603 ^{ns}	788,3199*	4,6392**	0,5165 ^{ns}
Resíduo	48	35,6491	0,1221	338,9792	0,4867	0,5729
Média Geral		28,38	1,04	92,46	7,54	8,56
CVe (%)		21,04	33,69	19,91	9,26	8,84
Limite Superior		39,5725	1,57225	129	9,7475	9,25
Limite Inferior		20,9438	0,6875	72,5	5,1825	8
Média das testemunhas						
Top Seed Blue Line		26.9313	0,894	87,5	7,585	8,75
Feltrin		26.4438	1,15975	83	7,9325	8
UENF 1445		27.4375	0,94725	91,25	7,5575	8,5

^{1/}PRODV = produtividade de vagens, em t.ha⁻¹; PRODG = produtividade de grãos, em t.ha⁻¹; NMVP = número médio de vagens por planta; PMV = peso médio de vagem, em g; NMSV = número médio de sementes por vagem, ^{ns} = Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F; ** = Significativo em nível de 0,01; e * = Significativo em nível de 0,05.