

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CURSO DE AGRONOMIA

PATRICIA BRAGA

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO
EM DOIS VIZINHOS - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2016

PATRICIA BRAGA

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO
EM DOIS VIZINHOS - PR**

Trabalho de conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de conclusão de curso II, do Curso Superior de Agronomia - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Lucas da Silva Domingues

DOIS VIZINHOS

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO EM DOIS
VIZINHOS - PR**

por

PATRICIA BRAGA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 07 de dezembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. A candidata foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Orientador
Prof. Lucas da Silva Domingues
UTFPR – Dois Vizinhos

Membro titular
Prof. Joel Donazzolo
UTFPR – Dois Vizinhos

Membro titular
Isadora Bischoff Nunes
UTFPR – Dois Vizinhos

Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso
Prof. Angelica Signor Mendes

Coordenador(a) do Curso
Prof. Lucas da Silva Domingues
UTFPR – Dois Vizinhos

Á minha mãe, que foi minha primeira professora e me ensinou muito mais do que o Bê-á-bá.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Silvio e Sonia Braga, que sempre me apoiaram e têm sido meu maior exemplo de amor, honestidade, força e fé.

A meu irmão e amigo Luiz Eduardo Braga, por estar a meu lado, mesmo que isso nem sempre seja fácil.

A todos os professores que muito contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal. Em especial ao meu orientador Prof. Dr. Lucas da Silva Domingues, que além de mestre, se tornou um grande amigo.

Aos colegas do Grupo de Melhoramento, obrigada pela amizade e companheirismo ao longo de nossos trabalhos.

Aos amigos de todas as horas, que me acompanharam ao longo dessa trajetória. Em especial a André Luís Hartmann Caranhato, Juliana Cristina Radaelli e Vânia Boing que acompanharam de perto e contribuíram de forma especial durante a elaboração deste trabalho.

E principalmente a Deus, que tornou tudo isso possível.

“Uma geração vai e outra geração vem; mas a terra para sempre permanece.”

Eclesiaste 1:4

RESUMO

BRAGA, P. **ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO EM DOIS VIZINHOS - PR.** Trabalho de Conclusão de Curso II. Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016.

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma das espécies leguminosas mais produzidas em todo o mundo devido a suas propriedades nutritivas. O Brasil é atualmente o terceiro maior produtor de feijão, com uma produção média anual de 2,5 milhões de toneladas e o Paraná é responsável por 22,3% dessa produção. O objetivo do trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares de feijão em Dois Vizinhos – PR. Para isso, foram avaliadas 25 cultivares de feijão, sob delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, em cinco safras que caracterizam os diferentes ambientes. O cultivo foi realizado de forma convencional, de acordo com as recomendações para a cultura. Ao final do ciclo, a colheita foi realizada de forma manual. Para determinação da produtividade, a massa total de grãos de cada parcela foi quantificada e extrapolada para kg ha⁻¹. Os dados obtidos nas diferentes safras foram submetidos à análise de variância considerando os fatores genótipo, ambiente e a interação entre eles. Houve interação significativa entre genótipo e o ambiente, sendo então realizada a estratificação ambiental e avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica pelos métodos de Eberhart e Russel (1966); AMMI (1988); Annichiarico (1992); Cruz et al. (1989); e Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998). Em seguida avaliou-se a correlação de Spearman entre os métodos por meio da formação de um ranking para cada cultivar. A classificação dos ambientes em favoráveis e desfavoráveis ocorreu em detrimento das médias pluviométricas. A produtividade média das cultivares foi maior do que a média de produtividade nacional para a cultura, sendo que a média geral foi de 1307,32 kg ha⁻¹. As cultivares mais produtivas foram BRS MG Pioneiro, IPR Uirapuru e BRS Expedito, respectivamente. A cultivar BRS MG Pioneiro foi classificada como altamente adaptada a ambientes favoráveis, enquanto a IAPAR 81 a ambientes desfavoráveis. Houve correlação entre alguns dos métodos, enquanto outros podem ser usados de forma complementar.

Palavras chave: *Phaseolus vulgaris*, Interação genótipo x ambiente, Cultivares de feijão.

ABSTRACT

BRAGA, P. **ADAPTABILITY AND STABILITY OF BEAN GENOTYPES IN DOIS VIZINHOS - PR.** Trabalho de Conclusão de Curso II. Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016.

Bean (*Phaseolus vulgaris*) is one of the most widely grown legume species in the world due to its nutritional properties. Brazil is currently the third largest producer of beans, with an average annual production of 2.5 million tons and Paraná is responsible for 22.3% of this production. The objective of this study was to evaluate the adaptability and stability of bean cultivar production in Dois Vizinhos - PR. For this, 25 bean cultivars were evaluated, under randomized block design, with three replicates, in five harvests that characterize the different environments. The cultivation was carried out in a conventional manner, according to the recommendations for cultivation. At the end of the cycle, the harvest was done manually. To determine yield, the total grain mass of each plot was quantified and extrapolated to kg ha^{-1} . The data obtained in the different crops were submitted to analysis of variance considering the genotype, environment and interaction between them. There was a significant interaction between genotype and environment, so the environmental stratification and phenotypic adaptability and stability were evaluated by the methods of Eberhart and Russel (1966); AMMI (1988); Annichiarico (1992); Cruz et al. (1989); and Lin and Binns (1988) modified by Carneiro (1998). Spearman's correlation between the methods was evaluated through the formation of a ranking for each cultivar. The classification of favorable and unfavorable environments occurred to the detriment of pluviometric averages. The average productivity of the cultivars was higher than the national one for the crop, with the general average being $1307,32 \text{ kg ha}^{-1}$. The most productive cultivars were BRS MG Pioneiro, IPR Uirapuru and BRS Expedito. The cultivar BRS MG Pioneiro was classified as highly adapted to favorable environments, while IAPAR 81 to unfavorable ones. There was a correlation between some of the methods, while others can be used in a complementary way.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, Interaction genotype X environment, Bean cultivars.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 GERAL	12
2.2 ESPECÍFICOS	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 CULTURA DO FEIJÃO	13
3.2 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE.....	14
3.2 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE	15
3.3 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE	16
3.3.1 Método de Eberhart e Russell (1966)	16
3.3.2 Análise AMMI (1988).....	17
3.3.3 Método de Annicchiarico (1992).....	18
3.3.4 Método de Cruz et al. (1989).....	19
3.3.5 Método de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998)	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
7 REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma leguminosa amplamente produzida em todo o globo, devido a sua grande importância na alimentação humana. Abrange desde sistemas de cultivo de subsistência com o uso de variedades crioulas até sistemas extremamente tecnificados, onde se faz uso de alta tecnologia, tanto dos equipamentos, quanto dos genótipos utilizados (BONETT et al., 2006).

No Brasil o cultivo abrange todo o território nacional, o que coloca o país no terceiro lugar no ranking de produção mundial com um total de 2,5 milhões de toneladas de grãos produzidos na safra 2015/2016. O Paraná foi responsável por 22,3% desta produção (CONAB, 2016).

A diversidade edafoclimática à qual a cultura do feijão é submetida resulta em grandes oscilações no desempenho das cultivares, que são altamente influenciadas pelas variações ambientais, podendo resultar na redução ou aumento de potencial produtivo (PIANA et al., 1999).

A forma como cada cultivar responde às variações ambientais é determinada pela sua constituição genotípica que pode lhe garantir maior ou menor adaptabilidade e estabilidade de cultivo (ELIAS; HEMP; CANTON, 1999). A relação entre a constituição genotípica da cultivar e as características expressas por ela fenotipicamente é conhecida como interação genótipo x ambiente. A grande diversidade de ambientes às quais as cultivares são submetidas contribui diretamente com a ocorrência desta interação (DOMINGUES et al., 2013).

Um dos principais objetivos dos agricultores é a busca por altas produtividades. Buscando atender a esta demanda os melhoristas têm desenvolvido e lançado no mercado um número cada vez maior de cultivares, visando sua utilização em uma grande diversidade de ambientes.

Entre as características almejadas dentro de um programa de melhoramento de feijão, destacam-se a busca de cultivares altamente produtivas, precoces, que permitam seu cultivo em safrinha, além de adaptabilidade e estabilidade da cultivar a diversos ambientes, buscando minimizar a interação genótipo x ambiente (SEDIYAMA; TEIXEIRA; REIS, 1999).

Atualmente os programas de melhoramento tem lançado no mercado inúmeras cultivares de feijão, cada qual com sua particularidade. Porém a cultivar que melhor se adapta a uma região pode ser ou não a mesma que melhor se adapta a outra região.

Uma vez que a interação genótipo x ambiente atua como um agente de variação ao comportamento dos genótipos, é possível por meio de métodos estatísticos identificar genótipos superiores que apresentam maior adaptabilidade e estabilidade de cultivo. A partir desta determinação a recomendação de cultivares é feita de forma mais segura e o efeito da interação entre genótipo e ambiente pode ser minimizada, resultando em produtividades mais estáveis em diferentes ambientes (MELO et al., 2007). Da mesma forma que uma cultivar que tem produtividade alta em condições favoráveis, a mesma pode apresentar baixa produtividade em condições desfavoráveis, compensando o uso de uma cultivar com maior adaptação, para evitar riscos de menor potencial produtivo.

Estas particularidades fazem com que os estudos sobre a adaptabilidade e estabilidade sejam de grande importância, pois avaliam diferentes cultivares nos mais variados ambientes, apresentando um resultado de mais fácil compreensão, auxiliando na escolha da cultivar a ser utilizada.

Existe uma grande carência de estudos que indiquem a estabilidade e a adaptabilidade de cultivares de feijão na Região Sudoeste do Paraná, que possui um grande número de produtores do grão.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de feijão em Dois Vizinhos - PR;

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar o potencial produtivo de cultivares de feijão em Dois Vizinhos – PR.

Avaliar a influência da interação genótipo x ambiente em cultivares de feijão submetidas a diferentes condições ambientais (safras) no município de Dois Vizinhos.

Avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva de cultivares de feijão por diferentes métodos.

Avaliar a correlação entre os diferentes métodos utilizados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CULTURA DO FEIJÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) pertence à família Fabaceae, conhecida também como a família das leguminosas, tendo como centro de origem a América Latina (VOYSEST, 2000). É hoje uma das espécies mais produzidas em todo o mundo, em especial no Brasil, onde representa um papel fundamental na alimentação da população como fonte de proteínas, carboidratos, fibras, ferro, cálcio, magnésio, zinco e vitaminas, principalmente do complexo B (BONETT et al., 2006; SOARES, 1996)

Conhecido como uma cultura de subsistência em pequenas propriedades, o feijão vem sendo cultivado na América Latina desde aproximadamente 6000 a.C. Não se sabe exatamente quando passou a ser visto como atividade de importância econômica, entretanto tem se observado um elevado interesse pela cultura de outro grupo de produtores que fazem uso de alta tecnologia na produção em busca de maior produtividade (YOKOYAMA; CARNEIRO; VILLAR, 2001; VOYSEST, 2000).

O Brasil é atualmente o terceiro maior produtor de feijão, com uma produção média anual de 3,4 milhões de toneladas, perdendo apenas para Índia e Myanmar. Na safra 2014/2015 a Região Centro-Sul foi responsável por aproximadamente 74% do total da produção nacional de feijão, mesmo cultivando menos de 51% da área cultivada com a cultura que chegou a um total de 3,17 milhões de hectares em todo o país (CONAB, 2015). Na safra 2015/2016 houve uma redução da área cultivada e conseqüentemente, da produção que ficou em torno de 2,5 milhões de toneladas, o Paraná teve uma produção de 588,5 mil toneladas do grão, representando aproximadamente 23% da produção nacional nesta mesma safra (CONAB, 2016).

A produção brasileira é destinada principalmente ao consumo interno que segundo a CONAB (2015) gira em torno de 3,3 a 3,6 milhões de toneladas ao ano, dependendo da disponibilidade do grão e dos preços praticados no mercado. Nos anos de 2012 e 2013 o Brasil importou pouco mais de 300 mil toneladas do grão. Já no ano de 2014 as importações diminuíram em razão do alto custo do grão devido à quebra de safra que ocorreu na China. De acordo com as estimativas, no ano de

2015 o país não enfrentaria dificuldades em seu abastecimento, porém houve uma redução na área plantada e na produção, quando comparada a anos anteriores, resultando em um quadro de suprimento bem apertado, o que manteve o preço do produto em alta (CONAB, 2016).

3.2 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE

De acordo com o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) (2015), o cultivo do feijão é realizado em três épocas diferentes do ano dependendo da região. A primeira é chamada de safra das águas, porque o plantio e a colheita são favorecidos por altos índices de chuva, nos estados da região Sul, o plantio é realizado de agosto a dezembro. A segunda safra é feita em todos os estados brasileiros de dezembro a março, e é chamada de safra da seca, por ter menores índices de chuva, ou safrinha. E a terceira é conhecida como safra de inverno, seu plantio é realizado de abril a junho, podendo-se realizar a colheita em média 90 dias após o plantio (MAPA, 2015). Esta safra é menos realizada na região sul do Brasil, devido à ocorrência de baixas temperaturas. Esta diversidade de épocas de semeadura acarreta na exposição da cultura a uma grande diversidade de ambientes de cultivo.

O desempenho do feijão é altamente influenciado por variações ambientais que pode resultar em baixa produtividade média e variações na produção no decorrer dos anos, o que é potencializado pela diversidade de condições edafoclimáticas às quais o cultivo é submetido em todo o país.

O desempenho da cultura não depende apenas da sua constituição fenotípica, mas sim da interação entre ela e o ambiente, conhecida como interação genótipo X ambiente. Segundo Piana et. al. (1999) as grandes oscilações observadas na produtividade do Estado do Rio Grande do Sul são explicadas pelo uso de genótipos sensíveis as flutuações climáticas.

Segundo Coimbra et al. (1999), fatores abióticos como disponibilidade hídrica e variações de temperatura, principalmente temperaturas baixas durante a floração, são os fatores mais críticos no desenvolvimento da cultura do feijão.

Estudos realizados por Campos, Coelho e Gomes (2012), indicaram que as variáveis ambientais e de ação antrópicas mais significativas sob a eficiência produtiva agropecuária, são as relacionadas à qualidade e conservação do solo.

A forma como cada cultivar responde às variações ambientais, sejam elas oscilações de temperatura, altitude, incidência de doenças, tipo e fertilidade do solo, ou outras, tem relação com sua constituição genotípica, que irá conferir a cultivar maior ou menor adaptabilidade e estabilidade de produção (ELIAS; HEMP; CANTON, 1999).

Buratto (2007) observou em estudos avaliando 20 cultivares em diversas localidades no Paraná, que três cultivares apresentaram melhor produtividade de grãos, alta adaptabilidade e estabilidade. Por sua vez, Melo et al. (2007), também observou em estudos de adaptação de 20 genótipos nos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo, cultivares que tiveram melhor desempenho, obtendo como resultado de genótipos mais estáveis e produtivos a cultivar BRS Requite a linhagem CNFC 8075 para grão comercial carioca, BRS Supremo e BRS Campeiro para grão comercial do tipo preto e para o grão comercial rosinha a cultivar BRS Vereda.

3.2 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

De acordo com Oliveira (1976), a maioria dos pesquisadores sugere utilizar cultivares com maior grau de estabilidade em diferentes ambientes para minimizar os efeitos das interações genótipo X ambiente, fato que não tem sofrido alterações ao longo dos anos.

A partir desta exigência por parte dos profissionais da área e produtores, e da descoberta que as características de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos são características herdáveis, capazes de serem estimadas por meio de métodos estatísticos, os melhoristas têm trabalhado no melhoramento de diversas linhagens de feijão, disponibilizando no mercado nacional um número cada vez maior de cultivares novas com características desejáveis, o que tem contribuído para o aumento da produtividade média brasileira (PIANA et. al. 1999; PEREIRA et. al., 2009).

De um modo geral, os principais objetivos de um programa de melhoramento são a obtenção de cultivares com características de alta produtividade, precocidade e estabilidade, boa resistência e/ou tolerância a fatores bióticos e abióticos e ampla adaptação à diversos ambientes (SEDIYAMA et. al., 1999).

Antes de serem lançadas no mercado, na fase final do melhoramento, todas as linhagens passam por ensaios de valor de cultivo e uso (EVCUs), nos quais linhagens são avaliadas por meio de ensaios com repetições em diversos ambientes (anos, épocas e locais), que representam as mais variadas condições ambientais às quais a cultivar pode ser submetida (PEREIRA et al., 2009; MELO et al., 2007).

Dessa forma, a identificação de cultivares que apresentam maior estabilidade fenotípica é capaz de suavizar os efeitos desta interação, genótipo X ambiente, tornando a indicação de cultivares um processo mais seguro (MELO et al., 2007).

3.3 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

Existem diversos métodos estatísticos já descritos na literatura para avaliar o comportamento dos genótipos quando ocorre interação genótipo X ambiente, como por exemplo, Eberhart e Russel (1966), AMMI – Analise dos efeitos principais aditivos e da interação multiplicativa (ZOBEL; WRIGHT; GAUCH, 1988) –, Annicchiarico (1992), Cruz et al. (1989) e Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998).

A utilização destes métodos em estudos de adaptabilidade e estabilidade tem permitido e auxiliado na indicação de cultivares com elevada capacidade produtiva, adaptabilidade e estabilidade (PEREIRA et al., 2009).

3.3.1 Método de Eberhart e Russell (1966)

O método de Eberhart e Russell (1966) é baseado em uma análise de regressão linear que utiliza o índice ambiental para avaliar a qualidade dos

ambientes e para classifica-los como favoráveis e desfavoráveis por meio de índices negativos e positivos, considerando desta forma a resposta de cada genótipo avaliada às variações do ambiente.

Este método considera três parâmetros na avaliação individual de cada cultivar: β_{oi} (produtividade média), β_{1i} (coeficiente de regressão linear) e σ^2_{di} (desvio de regressão). Por meio deste método, as cultivares podem ser classificadas como de adaptabilidade geral ou ampla (quando β_{1i} não diferir estatisticamente de 1), de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (quando β_{1i} for estatisticamente maior que 1) ou de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (quando β_{1i} for estatisticamente menor que 1) (EBERHART; RUSSELL, 1966).

Silva Filho et al. (2008), acreditam que o método de Eberhart e Russell (1966) é um dos mais utilizados porque avalia a resposta dos genótipos à melhoria dos ambientes. Segundo Vencovsky e Barriga (1992) é o método mais indicado quando se tem um número restrito de ambientes a ser analisados.

O método tem sido largamente utilizado em análises de adaptabilidade e estabilidade de feijão em diferentes regiões do país (PEREIRA et al., 2009; RIBEIRO et. al., 2004; SILVA FILHO, et al., 2008).

3.3.2 Análise AMMI (1988)

A análise AMMI (1988) faz a combinação entre a análise de variância dos efeitos aditivos principais de genótipos e de ambientes, e a análise de componentes principais do efeito multiplicativo da interação genótipo X ambiente, informando qual a contribuição do genótipo para a interação genótipo x ambiente (ZOBEL; WRIGHT; GAUCH, 1988).

De acordo com Zobel, Wright e Gauch (1988), as vantagens da utilização do método são que este permite: analisar mais detalhadamente a interação genótipo X ambiente, selecionar genótipos de acordo com suas interações positivas com o ambiente, propiciar estimativas precisas das respostas dos genótipos. Além de facilitar a interpretação dos resultados permitindo sua representação gráfica, através de gráficos.

Silva e Duarte (2006) em seu trabalho de avaliação de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja, observaram baixa correlação entre o método AMMI (1988) e o de Eberhart e Russel (1966), indicando o uso destes dois métodos de modo a complementar-se. A baixa correlação entre os métodos também foi observada por Melo et al. (2007) e Pereira et al. (2009).

A análise AMMI (1988) tem sido utilizada em testes de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão por diversos autores (DOMINGUES et al., 2013; MELO et al., 2007; PEREIRA et al. 2009)

3.3.3 Método de Annicchiarico (1992)

O método de Annicchiarico (1992), por sua vez, avalia a estabilidade por meio do risco associado em relação à adoção de cada genótipo, chamado índice de confiança. Este índice indica o valor percentual esperado em relação à média ambiental do uso do genótipo.

A princípio, as médias de cada cultivar devem ser transformadas em porcentagem da média do ambiente (\bar{Y}_{ij}), e em seguida calculados o desvio padrão (σ^2_i) e a média das porcentagens de cada cultivar (\bar{Y}_i). Estima-se o índice de confiança (w_i) por meio de uma regressão linear simples, calculada a partir dos valores de \bar{Y}_{ij} e σ^2_i , levando em consideração ainda o valor percentual na função de distribuição normal padrão ($Z_{(1-\alpha)}$), onde α é o nível de significância fixado pelo autor em 0,25). O genótipo que apresenta maior w_i é considerado mais estável (ANNICCHIARICO, 1992).

Este método pode ser utilizado em avaliações onde se tem um pequeno número de ambientes, porém seu parâmetro de estabilidade é pouco preciso (CRUZ; REGAZZI, 1997).

Pereira et al. (2009), utilizaram o método Annicchiarico (1992) em avaliações de genótipos de feijão de forma complementar aos métodos baseados em regressões utilizados. Silva e Duarte (2006), sugerem o uso deste método em associação ao método de Eberhart e Russell (1966), de forma a acrescentar informações a análise de estabilidade.

3.3.4 Método de Cruz et al. (1989)

O método de Cruz et al. (1989) é baseado em uma análise de regressão bissegmentada linear, para avaliar o desempenho dos genótipos de forma distinta em ambientes favoráveis e desfavoráveis, utilizando uma variável indexadora.

A metodologia possui três parâmetros de adaptabilidade. São eles: a média β_0 , a resposta linear aos ambientes desfavoráveis β_1 e a resposta linear aos ambientes favoráveis $\beta_1 + \beta_2$. A estabilidade é avaliada pelo desvio da regressão O_2 de cada cultivar em função das variações ambientais. Por esse método as estimativas não possuem correlação entre si, resultando em dois segmentos de reta independentes (CRUZ; TORRES; VENCOVSKY, 1989).

Estudos realizados por Pereira et al. (2009), comparando métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum, encontraram correlação entre o método de Cruz et al. (1989) e o método de Eberhart e Russel (1966), o que indica redundância nas informações fornecidas pelos métodos baseados em regressão.

A redundância nas informações é passível de ser atribuída à não identificação de genótipo com comportamento ideal segundo o método de Cruz et al. (1989). Em função disto, estes métodos tendem a fornecer resultados semelhantes (PEREIRA, et al., 2009).

3.3.5 Método de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998)

O método de Lin e Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), identifica os genótipos com maior estabilidade com o uso de um único parâmetro de adaptabilidade e estabilidade. Ele também contempla os desvios em relação a produtividade máxima obtida em cada ambiente, possibilitando detalhar essa informação em ambientes favoráveis e desfavoráveis.

A classificação dos ambientes é feita por meio de um índice de ambiente (i), que nada mais é do que a diferença entre a média dos genótipos avaliados em

determinado ambiente e a média geral dos experimentos. Quando $i \geq 0$, o ambiente é considerado favorável e quando $i \leq 0$, desfavorável (CARNEIRO, 1998).

Pereira et al. (2009), observaram em seu trabalho comparando métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum, que o método de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) teve alta correlação com o método de Annicchiarico (1992), o que demonstra que estes proporcionam informações semelhantes. Borges et al. (2000), Silva e Duarte (2006) e Silva Filho et al. (2008) observaram o mesmo em seus trabalhos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Campus Dois Vizinhos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR-DV. O município de Dois Vizinhos encontra-se na região Sudoeste do Paraná localizada no terceiro planalto paranaense, com altitude média de 520m, entre as coordenadas 25°44' latitude Sul e 53°04' longitude Oeste. O clima predominante é o do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen com temperaturas médias anuais entre 19°C e 20°C, havendo frequente ocorrência de geadas (IAPAR, 2012). O solo predominante na região é do tipo Nitossolo vermelho distroférico úmbrico, textura argilosa e relevo ondulado (BHERING et al., 2008).

Foram avaliadas 25 cultivares de feijão (tabela 1) em cinco safras de cultivo: safra 2013/2014, safrinha 2014, safrinha 2015, safra 2015/2016 e safrinha 2016, onde cada safra representa um ambiente, respectivamente, totalizando 5 ambientes diferentes.

A safra 2014/2015 não foi utilizada porque diversos fatores, em especial fatores ambientais resultaram na perda dos ensaios de campo.

Todas as safras foram conduzidas da mesma maneira, seguindo as recomendações das Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul Brasileira – 2009 (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2010).

A campo, o experimento foi conduzido sob delineamento de blocos ao acaso, com três repetições.

As parcelas foram constituídas por duas linhas com 4 metros de comprimento e 0,5 metros de espaçamento entre elas, o que totaliza uma área de 4 m².

A densidade de plantas varia conforme recomendação para os diferentes hábitos de crescimento de cada cultivar: 25 a 30 plantas m⁻² para cultivares do grupo I, 20-25 plantas m⁻² para cultivares do grupo II e para cultivares do grupo III 20 plantas m⁻² (CEPEF, 2000).

A semeadura foi realizada com adubação em linha conforme necessário a partir de análise de solo para o local do cultivo.

O controle de plantas daninhas foi realizado de forma mecânica por meio de capinas e/ou arranquio manual. O controle de pragas, quando se fez necessário, foi realizado com o uso de inseticidas registrados para a cultura e liberados pela SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná.

Tabela 1. Lista de cultivares de feijão utilizadas nas diferentes safras, classificadas quanto a cor, hábito de crescimento (HC) e ciclo.

Cultivar		Cor	HC	Ciclo
Diamante Negro	G1	Preto	II	Intermediário
Pérola	G2	Carioca	III	Intermediário
BRS Esplendor	G3	Preto	II	Intermediário
Macanudo	G4	Preto	III	Intermediário
Rio Tibagi	G5	Preto	II	Intermediário
Guapo Brilhante	G6	Preto	III	Intermediário
IPR Graúna	G7	Preto	II	Intermediário
Carioca	G8	Carioca	III	Intermediário
BRS Valente	G9	Preto	II	Intermediário
BRSMG Pioneiro	G10	Carioca	III	Intermediário
Fepagro 26	G11	Preto	II	Intermediário
Guateian 6662	G12	Preto	III	Intermediário
IPR Tanguará	G13	Carioca	III	Intermediário
IPR Juriti	G14	Carioca	III	Intermediário
BRS Expedito	G15	Preto	II	Intermediário
Minuano	G16	Preto	III	Intermediário
IPR Uirapurú	G17	Preto	II	Intermediário
BRS Estilo	G18	Carioca	III	Intermediário
IPR Tuiuiú	G19	Preto	II	Intermediário
Iapar 81	G20	Carioca	III	Intermediário
BRS Campeiro	G21	Preto	II	Precoce
IPR Siriri	G22	Carioca	III	Intermediário
IPR Tiziu	G23	Preto	II	Intermediário
Iraí	G24	Manteigão	I	Precoce
Macotaço	G25	Preto	III	Intermediário

Fonte: Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira – 2009, (2010).

O controle de doenças não foi realizado, uma vez foi quantificada a incidência e severidade a doenças de cada cultivar, embora estes resultados não tenham sido levados em consideração no presente trabalho.

Os estádios fenológicos da cultura foram acompanhados ao longo do ciclo, de acordo com a escala fenológica descrita por CIAT (1983).

Ao final do ciclo de cada safra, a colheita foi realizada manualmente, sendo retiradas de cada parcela 10 plantas ao acaso, para determinação de altura de inserção da primeira e última vagem em relação ao solo, e os componentes da produtividade: número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 1000 grãos.

Para determinação da produtividade, a massa de grãos total da parcela foi quantificada e extrapolada para kg ha^{-1} .

Neste estudo as diferentes safras caracterizam os ambientes para a análise da interação genótipo x ambiente e determinação do desempenho de cada cultivar em relação à adaptabilidade e estabilidade.

Os dados de produtividade foram organizados e em seguida submetidos à análise de variância considerando os fatores genótipos, ambiente e a interação genótipo X ambiente, na presença de interação significativa, seguiu-se os demais procedimentos de análise.

Efetou-se o teste de médias de Scott Knott e então foi realizada a estratificação ambiental e avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica pelos métodos de Lins e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), Eberhart e Russel (1966), Cruz et al. (1989), AMMI – Análise dos efeitos principais aditivos e da interação multiplicativa (ZOBEL; WRIGHT; GAUCH, 1988) – e Annicchiarico (1992), em cada safra.

A caracterização de cada safra em favorável e desfavorável é realizada em cada um dos métodos por meio do cálculo de um índice ambiental, que considera as médias dos genótipos em cada ambiente à que este foi submetido.

A associação entre os métodos de estabilidade foi avaliada pela correlação linear de Spearman, aplicada às ordens de classificação obtidas em cada par de métodos conforme descrito por Pereira et al. (2014).

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 2013), com exceção do método AMMI (1988) que foi efetuado no aplicativo Estabilidade (FERREIRA, 2000).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise da variância pode-se verificar que houve interação significativa entre os fatores analisados, indicando a resposta diferenciada dos genótipos frente aos cinco ambientes avaliados. Assim, o teste de médias compara a produtividade dos genótipos entre si e entre os ambientes. Podemos observar os resultados das médias da produtividade de cada cultivar na tabela 2.

Tabela 2. Médias de produtividade de cultivares de feijão em kg ha⁻¹ em diferentes safras em Dois Vizinhos e classificação das safras em ambientes favoráveis (Fav.) e desfavoráveis (Desf.)

Cultivar	Safra 13/14	Safrinha 14	Safrinha 15	Safra 15/16	Safrinha 16
Diamante negro	818,0 B d	1311,1 A b	1266,2 A b	1290,6 A d	1025,6 B C
Pérola	1387,1 B c	967,8 C d	1668,6 A a	1943,4 A b	735,7 C D
BRS Explendor	1166,2 C c	1802,7 B a	778,2 D c	2197,2 A a	1118,1 C C
Macanudo	1176,8 A c	1377,6 A b	810,2 B c	1330,7 A d	797,3 B D
Rio Tibagi	1311,5 B c	1065,0 B c	1337,2 B b	1807,8 A b	1430,7 B A
Guapo Brilhante	1517,6 A b	1492,8 A b	1153,7 B b	1500,7 A c	1222,7 B B
IPR Graúna	1575,9 A b	1632,3 A b	1030,3 B c	1801,9 A b	1254,0 B B
Carioca	1287,9 B c	937,4 C d	1625,4 A a	1159,8 B d	708,9 C D
BRS Valente	1510,2 A b	855,6 B d	621,8 B c	1253,1 A d	697,6 B D
BRS MG Pioneiro	1787,6 B a	1786,0 B a	1642,2 B a	2211,2 A a	989,7 C C
Fepagro 26	1293,9 A c	1478,2 A b	1223,5 A b	1377,6 A d	1128,1 A C
Guateian 6662	1487,1 A b	1713,6 A a	690,9 B c	747,1 B f	977,2 B C
IPR Tangará	1572,3 A b	989,6 B d	1101,1 B b	1152,1 B d	821,9 B D
IPR Juriti	2076,9 A a	1175,9 B c	913,6 C c	801,9 C f	865,7 C D
BRS Expedito	1809,7 A a	1998,3 A a	1400,0 B a	1312,2 B d	1366,7 B B
Minuano	1921,6 A a	1097,1 C c	1553,8 B a	1528,1 B c	916,0 C C
IPR Uirapuru	2110,2 A a	1463,8 B b	1213,8 C b	2116,4 A a	1016,1 C C
BRS Estilo	1706,3 B b	1574,0 B b	1175,3 C b	1947,0 A b	1203,1 C B
IPR Tuiuiu	1607,8 B b	1944,5 A a	1472,4 B a	1590,9 B c	1085,9 C C
IAPAR 81	1544,7 A b	917,3 B d	1669,4 A a	1511,4 A c	1595,9 A A
BRS Campeiro	1673,3 A b	1183,7 B c	717,5 C c	641,3 C f	1022,8 B C
IPR Siriri	1608,2 A b	1530,8 A b	740,0 B c	780,1 B f	924,4 B C
IPR Tiziu	1231,7 C c	635,2 D d	1162,3 C b	2435,3 A a	1596,7 B A
Iraí	1477,0 A b	1315,1 A b	792,2 B c	995,7 B e	703,1 B D
Macotaço	1066,1 B d	1348,1 A b	1145,1 B b	1039,6 B e	1514,0 A A
Média	1509,0	1343,7	1156,2	1458,9	1068,7
CV%	11,89	9,04	14,55	16,13	16,29
Classificação	Fav.	Fav.	Desf.	Fav.	Desf.

*Médias seguidas de letras maiúsculas distintas diferem entre si nos ambientes (horizontal) e letras minúsculas distintas diferem entre si no mesmo ambiente (vertical).

Na tabela 2 podemos perceber que a produtividade média das cultivares é maior para as condições de safra do que em safrinha e ambas encontram-se acima das médias nacionais para estas condições que, segundo o último levantamento de safra da Conab (2016) são de 1057,0 kg ha⁻¹ para safra e 697 kg ha⁻¹ para safrinha.

Dentre as cultivares, a BRS Pioneiro foi a que apresentou maiores médias de produtividade em maior número de ambientes, sendo a safrinha 16 a única exceção (tabela 2).

A IPR Tangará apresentou médias mais baixas nas condições de safrinha, seu melhor desempenho ocorreu quando esta foi cultivada nas safras, indicando que em condições climáticas da safrinha essa cultivar tem baixo desempenho (tabela 2).

De acordo com os métodos avaliados, os ambientes foram classificados em favoráveis e desfavoráveis, sendo as safras 2013/2014 (Amb. 1), 2015/2016 (Amb. 4) e a safrinha 2014 (Amb. 2), classificadas como ambientes favoráveis, enquanto que as safrinhas 2015 (Amb. 3) e 2016 (Amb. 5) foram classificadas como ambientes desfavoráveis.

Algumas cultivares apresentaram comportamentos que concordam com essa classificação de ambientes. As cultivares Macanudo, Guapo Brilhante, IPR Graúna, entre outras, apresentaram produtividade mais alta nos ambientes classificados como favoráveis.

Para a cultivar a IAPAR 81, as melhores médias ocorreram nos ambientes classificados como desfavoráveis (tabela 2), o que pode indicar que essa cultivar apresenta melhores desempenhos nestas condições.

A produtividade da cultivar Fepagro 26 não diferiu estatisticamente nos diferentes ambientes (tabela 2), nos levando a inferir que esta possa ser uma cultivar de alta estabilidade.

Embora possam ser feitas suposições sobre a adaptabilidade e a estabilidade de algumas cultivares através de um teste de médias, somente testes específicos para este propósito podem ser considerados confiáveis para se classificar uma cultivar de acordo com cada uma destas características.

Embora as condições ambientais de safra e de safrinha possam ser semelhantes entre si, ocorrem variações de acordo com cada ano. Estas variações podem ajudar a explicar as classificações dos ambientes em favoráveis e desfavoráveis pelos métodos utilizados.

A tabela 3, contém as médias das condições de temperatura média e umidade relativa do ar, bem como a precipitação ocorrida no período em que as plantas se encontravam em condição de campo.

De acordo com a literatura, a cultura do feijão possui temperatura média ideal para seu desenvolvimento entre 17,5 e 25°C e estima-se que seu consumo hídrico seja de 300 a 600 mm durante seu desenvolvimento (PEREIRA et al., 2014).

Ressalta-se que as temperaturas não representaram fator limitante ao desenvolvimento das plantas, pois, apesar de nas condições de safrinha haver temperaturas inferiores as mínimas descritas pela literatura, estas encontram-se no final do ciclo de desenvolvimento das plantas, no momento em que estas iniciam o processo de maturação, não interferindo em seu desempenho.

Por meio dessas condições é possível também perceber que todos os ambientes apresentaram precipitações médias superiores as indicadas pela literatura como mínimas para o desenvolvimento da cultura.

Tabela 3. Temperatura (T°C) e umidade relativa do ar (UR%) médias e precipitação (Prec.) dos 4 meses de desenvolvimento do ciclo da cultura nos diferentes ambientes.

	Mês	T°C	UR%	Prec. (mm)
Amb. 1	Out.	20,48	71,03	228,60
	Nov.	22,44	70,82	169,00
	Dez.	23,50	77,28	116,60
	Jan.	23,46	81,11	187,60
Amb. 2	Fev.	23,67	73,04	0,80
	Mar.	21,90	77,14	163,60
	Abr.	20,04	81,76	125,20
	Mai.	17,23	82,12	176,60
Amb. 3	Fev.	22,60	83,80	217,40
	Mar.	21,52	82,57	156,40
	Abr.	18,94	83,26	68,40
	Mai.	15,97	87,34	241,60
Amb. 4	Out.	22,63	67,00	145,80
	Nov.	20,60	97,50	233,40
	Dez.	22,94	89,02	396,60
	Jan.	24,57	75,83	195,20
Amb. 5	Fev.	24,42	84,51	191,20
	Mar.	21,89	77,88	165,00
	Abr.	22,64	73,59	66,00
	Mai.	16,26	92,61	192,00

Fonte: Gebiomet, 2016, adaptado pelo autor.

Porém, levando em consideração os estágios de desenvolvimento da cultura e o período em que as chuvas ocorreram, podemos inferir que a disponibilidade hídrica pode ter sido o fator limitante que resultou no agrupamento dos ambientes como favoráveis e desfavoráveis. Isso porque em ambos os ambientes classificados como desfavoráveis, a média de precipitação no mês que compreende o estágio reprodutivo e de enchimento de grãos foi de 68 e 66 mm respectivamente. O mês de fevereiro na safrinha de 2014, foi o mês que apresentou menor precipitação pluviométrica, porém esse não interferiu no desempenho da cultura e o ambiente foi considerado como favorável. A razão desta não interferência é que o plantio nos ambientes de safrinha foram todos realizados da metade para o fim do mês, sendo assim, as sementes conseguiram germinar pois havia umidade suficiente no solo e logo em seguida, no mês de março, voltou a chover. Uma segunda possibilidade é que a estação meteorológica apresentou problemas nas coletas das informações meteorológicas neste período, podendo este valor ter sido subestimado.

Carvalho et al (2013), relatam que as chuvas devem ser bem distribuídas ao longo do ciclo do feijoeiro, em média 100 mm por mês, o que concorda com os resultados obtidos a partir da comparação entre as condições ambientais apresentadas durante o desenvolvimento da cultura e os resultados obtidos a partir da classificação de ambientes pelo método de Cruz et al. (1989).

De acordo com o modelo de Cruz et al. (1989), o genótipo ideal é aquele que possui uma média alta (β_0), tem alta estabilidade, caracterizada por um baixo desvio de regressão (D^2), pouco responsivo às condições adversas dos ambientes desfavoráveis e capaz de apresentar respostas positivas em ambientes mais favoráveis. Desta forma, é desejável que as cultivares apresentem menores valores de D^2 , baixos valores de β_1 e altos valores de $\beta_1 + \beta_2$ e de β_0 .

Dentre as cultivares avaliadas, a que apresentou melhor desempenho de acordo com o método de Cruz et al. (1989), foi a IAPAR 81, que apresentou média alta produtividade média, baixo valor para β_1 e alto para $\beta_1 + \beta_2$, além de possuir um dos valores mais baixos para D^2 , ou seja, melhor estabilidade (tabela 4). Outra cultivar que apresentou um bom desempenho segundo a metodologia, foi a IPR Uirapuru, que possui média superior a IAPAR 81 e estabilidade levemente maior, porém seu valor de β_1 é relativamente maior (tabela 4).

Ainda dentre as cultivares com maior estabilidade, podemos citar as cultivares Fepagro 26, Guapo Brilhante e Macanudo, que apesar de apresentarem

estabilidade maior do que a IAPAR 81 e a IPR Uirapuru, não combinam outras características desejáveis, apresentando valores de β_1 maiores que de $\beta_1 + \beta_2$, o que pode significar que estas sejam mais adaptadas a condições desfavoráveis (tabela 4).

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e de estabilidade obtidas pelos métodos de Cruz et al. (1989) e Eberhart e Russel (1966) para 25 cultivares de feijão avaliadas em 5 ambientes em Dois Vizinhos - PR.

Genótipo	Cruz et al.			Eberhart e Russel		
	β_0	β_1	$\beta_1 + \beta_2$	D^2	β_1	D^2
Diamante negro	1142,27	0,06	-2,50	4,41	-0,19	49057,81
Pérola	1340,53	1,00	3,57	30,94	1,26	239065,98
BRS Explendor	1412,48	2,20	-2,59	27,54	1,72	285045,35
Macanudo	1098,52	1,47	-1,07	0,58	1,22	21386,43
Rio Tibagi	1390,43	0,00	2,35	9,84	0,23	83550,61
Guapo Brilhante	1377,50	0,92	0,14	0,54	0,84	-4227,11 *
IPR Graúna	1458,85	1,50	-0,03	4,32	1,35	30219,03
Carioca	1143,89	0,19	2,09	19,44	0,38	143887,24
BRS Valente	987,6	1,61	3,87	1,23	1,83	20144,32
BRS MG Pioneiro	1683,33	2,05	0,65	10,69	1,91	74155,19
Fepagro 26	1300,27	0,65	-1,07	0,06	0,48	2517,21 *
Guateian 6662	1123,19	1,34	-2,59	23,23	0,95	222268,78
IPR Tangará	1127,41	0,92	3,16	2,70	1,14	30168,73
IPR Juriti	1166,80	1,40	3,94	29,78	1,65	230209,65
BRS Expedito	1577,37	0,98	-1,98	9,15	0,68	92431,86
Minuano	1403,32	1,05	4,77	7,76	1,42	104410,32
IPR Uirapuru	1584,05	2,40	4,22	1,21	2,58	12108,87 *
BRS Estilo	1521,14	1,64	1,22	3,04	1,60	11756,70 *
IPR Tuiuiu	1540,31	1,43	-2,22	2,06	1,07	61362,97
IAPAR 81	1447,74	-0,90	4,03	1,28	-0,41	103234,57
BRS Campeiro	1047,70	0,78	1,63	26,41	0,87	181305,94
IPR Siriri	1116,70	1,36	-0,75	21,32	1,15	160897,63
IPR Tiziu	1412,23	0,02	5,70	61,16	0,58	566122,22
Iraí	1056,61	1,57	0,33	5,57	1,45	35790,23
Macotaço	1222,59	-0,66	-1,88	2,70	-0,78	14973,32 *

* Desvio de regressão não significativo.

A maioria das cultivares apresentou altos valores de D^2 , como é o caso das cultivares Pérola, BRS Explendor, IPR Juriti, BRS Campeiro, entre outras, fazendo delas cultivares pouco estáveis e de difícil previsão de desempenho. Outro exemplo

disto, é a cultivar IPR Tiziu, que apresentou baixo valor de β_1 , alto valor de $\beta_1 + \beta_2$ e uma das maiores médias dentre os genótipos avaliados, porém a cultivar apresentou estabilidade muito baixa, pois seu desvio de regressão foi muito alto (tabela 4).

Quando os valores de β_1 são menores e os valores de $\beta_1 + \beta_2$ maiores, as cultivares são mais adaptas a ambientes favoráveis quando ocorre o inverso, as cultivares são adaptadas a ambientes desfavoráveis. Sendo assim, podemos classificar as cultivares Tiziu, Minuano, IPR Uirapuru e IAPAR 81 como as mais adaptadas a ambientes favoráveis. Enquanto que as cultivares Guateian 6662, BRS Explendor, Diamante Negro e BRS Expedito são as mais adaptadas a ambientes desfavoráveis.

Pereira et. al. (2009), em seu trabalho com feijão carioca na Região Central do Brasil, identificaram as cultivares BRS Estilo e Pérola como sendo, dentre os mais produtivos, os mais sensíveis a ambientes desfavoráveis com resposta à melhoria do ambiente e previsibilidade tolerável.

Carvalho et. al. (2005), em seu trabalho com cultivares de milho, considerou como cultivares de melhora adaptação, além do preconizado pelo modelo, cultivares que apresentaram média de produção de grãos acima da média geral, conforme descrito por Vencovsky & Barriga (1992).

Quando se trata do método de Eberhart e Russel (1966), a estabilidade das cultivares também é medida pelo valor de D^2 (desvio de regressão), porém para a cultivar ser considerada de alta estabilidade, este deve ser não significativo. Desta forma, as cultivares Guapo Brilhante, Fepagro 26, IPR Uirapuru, BRS Estilo e Macotaço podem ser consideradas estáveis (tabela 4).

Quando as cultivares possuem média alta e seu desvio de regressão é significativo, é possível utilizar como medida auxiliar de avaliação das cultivares o coeficiente de determinação (SCHMILTD & CRUZ, 2005). Trata-se de um critério estabelecido por Cruz e Regazzi (1997), $R^2 > 80\%$. Silva Filho et. al (2007), utilizaram o mesmo critério em seu trabalho com algodão por este apresentar a maioria dos genótipos como sendo de comportamento de alta previsibilidade. Porém no presente trabalho, optou-se por caracterizar as cultivares levando em consideração somente o desvio de regressão.

Além da média e do D^2 , o método de Eberhart e Russel (1966) leva em consideração os valores de β_1 , classificando as cultivares adaptadas a ambientes

favoráveis quando este for >1 , desfavoráveis quando <1 e de ampla adaptabilidade quando $\beta_1=1$. De acordo com Schmiltd & Cruz (2005) a adaptabilidade é um critério que se refere a capacidade de a cultivar aproveitar de forma vantajosa o estímulo ambiental.

De acordo com os dados apresentados na tabela 4, podemos classificar as cultivares IAPAR 81, IPR Tiziu, BRS Campeiro, BRS Expedito, Guateian 6662, Fepagro 26, Carioca, Guapo brilhante, Rio Tibagi e Diamante Negro como adaptadas a ambientes desfavoráveis, enquanto as demais são adaptadas a ambientes favoráveis, pelo método de Eberhart e Russel (1966).

Esse resultado concorda com estudos realizados por Ribeiro et. al. (2008) que também identificaram a cultivar Guapo Brilhante como sendo adaptada a ambientes favoráveis.

Dentre as cultivares adaptadas a ambientes favoráveis, as que mais se destacaram foram IPR Uirapuru, BRS MG Pioneiro, BRS Valente e BRS Explendor, respectivamente (tabela 4).

Assim como no trabalho realizado por Ribeiro et. al. (2010), que também utilizou o método de Eberhart e Russel (1966) para avaliação de linhagens-elite de feijão, nenhuma das cultivares avaliadas apresentou o comportamento ideal descrito pela metodologia, ou seja, nenhuma apresentou coeficiente de regressão igual à unidade (ampla estabilidade), desvio da regressão igual a zero e produtividade de grão superior à média geral que foi de $1307,31 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)}$.

O método de Eberhart e Russel (1966) é um dos mais utilizados para avaliação de adaptabilidade e estabilidade de feijão (DOMINGUES et. al., 2013; PEREIRA et al., 2009; RIBEIRO et. al., 2004; RIBEIRO et. al., 2008; SILVA FILHO et al., 2008). Pereira et al (2009), identificou as BRS Estilo e Pérola como boas opções para cultivo na Região Central do Brasil.

Barili et. al. (2015), utilizou o método para avaliar os genótipos de feijão mais recomendados nos últimos 50 anos, diversas das cultivares utilizadas coincidem com as utilizadas no presente trabalho. Constatou-se que as cultivares com menor desempenho, foram as recomendadas antes dos anos 1990, enquanto que os genótipos mais produtivos foram IPR Tuiuiu e VP 22, ambas desenvolvidas nos últimos anos (BARILI et. al., 2015). Estes resultados ressaltam a importância de manter-se atualizado quanto ao lançamento de novas cultivares e buscando informações a respeito destas.

Diferentemente dos métodos de Cruz et al. (1989) e Eberhart e Russel (1966), o método de Anicchiarico estabelece um índice de confiança (W_i) para cada genótipo em cada condição de ambiente. Quanto maior for o W_i para determinado ambiente, melhor é o desempenho da cultivar nesta condição.

Como podemos observar na tabela 6, as cultivares BRS MG Pioneiro, BRS Estilo, IPR Graúna, IPR Uirapuru e Guapo Brilhante foram as cultivares que apresentaram maior índice de confiança para ambientes favoráveis. Enquanto que a cultivar IAPAR 81 foi a que mais se destacou em ambientes desfavoráveis, seguida pelas cultivares BRS Expedito, Fepagro 26, Rio Tibagi, BRS Estilo, e Guapo Brilhante.

Algumas das cultivares que obtiveram maiores índices de confiança para condições favoráveis, o obtiveram também em condições desfavoráveis, permitindo-nos inferir que estas são de ampla adaptabilidade, como é o caso da BRS Estilo, Guapo Brilhante, BRS MG Pioneiro, IPR Tuiuiu, IPR Graúna, BRS Expedito e Fepagro 26 (tabela 5).

Pereira et. al. (2009), obtiveram altos índices de confiabilidade para os genótipos BRS Estilo e CNFC 9518, sendo que os mesmos genótipos se destacaram em ambientes favoráveis. Para os ambientes desfavoráveis os destaques foram os genótipos IAPAR 81 e BRS Estilo, o que também foi observado nesse trabalho (PEREIRA et. al., 2009).

Para o método de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), as cultivares BRSMG Pioneiro, IPR Uirapuru e BRS Estilo foram consideradas as mais adaptadas a ambientes favoráveis enquanto que para ambientes desfavoráveis, as mais adaptadas foram IAPAR 81, BRS Expedito e Rio Tibagi. Essa indicação é feita analisando os índices de P_i (tabela 6), sendo que as cultivares mais adaptadas são aquelas que apresentam os menores valores de P_i em cada ambiente (favorável e desfavorável).

Com relação a estabilidade, avalia-se o P_i geral, quanto menor for o P_i geral que a cultivar apresentar, significa que esta é mais estável em detrimento as demais. Segundo Domingues et. al. (2013), é desejável que as cultivares possuam baixo valor de P_i geral, pois isso significa que elas apresentam desvios menores em relação a produtividade máxima de grãos em cada ambiente.

O método de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) foi utilizado por Ribeiro et. al. (2008), em parceria como teste de Eberhart e Russel (1966), para

avaliação de Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (EVCU) em diferentes locais do estado do Rio Grande do Sul, onde estes foram concordantes para identificação de germoplasmas com estabilidade fenotípica.

Tabela 5. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e de estabilidade obtidas pelos métodos de Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) para 25 cultivares de feijão avaliadas em 5 ambientes em Dois Vizinhos – PR.

Genótipo	Annicchiarico			Linn e Bins mod. Carneiro		
	Wi (geral)	Wi (+)	Wi (-)	Pi (geral)	Pi (+)	Pi (-)
Diamante negro	54,70	42,46	86,97	394128,92	575424,13	122186,12
Pérola	44,69	47,71	18,77	256802,07	304444,10	185339,01
BRS Explendor	48,04	57,39	42,57	200941,78	164351,61	255827,04
Macanudo	61,35	70,37	67,08	385385,98	412783,01	344290,44
Rio Tibagi	68,89	57,41	103,57	204069,14	317128,10	34480,71
Guapo Brilhante	94,89	95,74	90,09	188592,56	246683,06	101456,80
IPR Graúna	87,50	99,24	70,39	134662,72	136781,33	131484,82
Carioca	38,64	65,25	17,09	421853,77	571407,07	197523,81
BRS Valente	42,83	53,03	46,16	496915,45	510564,14	476442,42
BRS MG Pioneiro	89,66	107,01	59,83	56848,12	33225,74	92281,70
Fepagro 26	83,89	76,50	105,39	247387,54	342579,17	104600,10
Guateian 6662	34,93	29,06	38,75	466037,16	553193,07	335303,29
IPR Tangará	64,02	58,76	64,76	387642,43	492203,35	230801,05
IPR Juriti	38,10	24,86	77,70	445098,87	557574,34	276385,67
BRS Expedito	86,81	71,19	116,58	147706,00	225262,18	31371,72
Minuano	67,62	66,99	53,43	214732,12	278444,94	119162,91
IPR Uirapuru	82,15	99,16	88,51	93206,81	64564,35	136170,51
BRS Estilo	96,62	103,47	94,40	98062,05	96929,27	99761,21
IPR Tuiuiu	88,42	84,98	84,54	126790,72	161371,59	74919,43
IAPAR 81	58,37	58,42	141,11	234192,76	390321,17	0,14
BRS Campeiro	35,94	25,00	39,75	530849,47	678832,63	308874,72
IPR Siriri	41,85	37,06	49,08	452593,69	535033,65	328933,75
IPR Tiziu	28,48	-2,74	68,12	288692,96	438296,54	64287,60
Iraí	52,25	59,87	63,97	450803,81	489996,38	392014,96
Macotaço	48,87	52,85	70,78	374243,74	576787,79	70427,66

Na tabela 5, podemos observar que as cultivares BRS Pioneiro, IPR Uirapuru e BRS Estilo, que foram consideradas as cultivares com melhor desempenho em ambientes favoráveis, são também as que apresentaram maior

estabilidade comparadas as demais. A cultivar BRS Campeiro foi a que apresentou menor estabilidade de acordo com a metodologia.

Já para a análise AMMI (1988), que é uma análise multivariada que leva em consideração os efeitos aditivos principais e os agrupa em um gráfico biplot, para interpretação deste método, são considerados ideais as cultivares que mais se aproximam do ponto de origem do gráfico. Para esta análise, os três primeiros componentes principais foram significativos e juntos explicaram 88,36% da soma dos quadrados da interação entre os genótipos e ambiente.

As cultivares BRS Estilo (G18) e IPR Tangará (G13) são as mais próximas do ponto de origem na figura 1, que representa a interação entre os componentes principais 1 e 2 (IPCA I). As mesmas cultivares se mantêm quando se considera os componentes principais 1 e 3 (IPCA II).

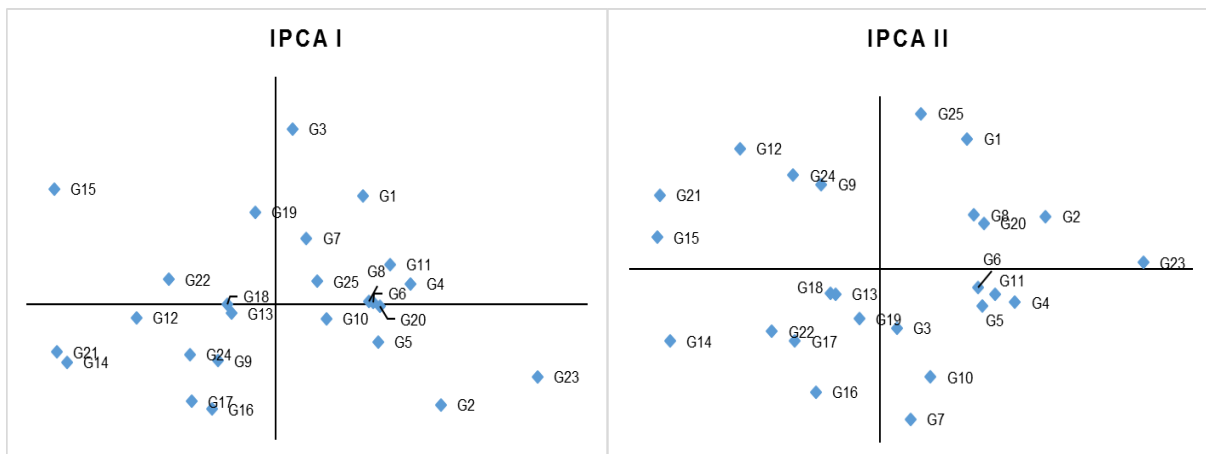


Figura 1. Gráficos biplot dos componentes principais IPCA I (componentes 1 e 2) e IPCA II (componentes 1 e 3).

Quando se leva em consideração apenas os componentes principais 1 e 2, que juntos são responsáveis por explicar 74,97% da variação da resposta dos genótipos, observamos que as cultivares Macotaço (G25) e BRSMG Pioneiro (G10) também se encontram relativamente próximas à origem, quando comparadas as demais (figura 1). Porém, essas cultivares não se repetem no gráfico do IPCA II, que considera também o terceiro componente principal.

Quando se trata dos componentes principais 1 e 3 (IPCA II), as cultivares IPR Tangará (G13) e IPR Tuiuiu (G19) se aproximam da origem, aumentando o grupo de cultivares que apresentaram um bom desempenho segundo a metodologia

(figura 1). Entretanto, os componentes principais 1 e 3, possuem uma significância muito baixa quando comparada a dos efeitos 1 e 2.

Como já mencionado, a contribuição dos componentes principais 1 e 2 é bem superior à contribuição do componente principal 3 (54,86%, 20,11 % e 13,39 %, respectivamente), diferente do mencionado por Pereira et. al. (2009), que obteve uma contribuição baixa de cada componente principal, onde, juntos, os três primeiros componentes principais explica menos que os 70% necessários para que os resultados sejam considerados satisfatórios.

Por meio das estimativas do coeficiente de correlação de Spearman é possível avaliar a interação entre os diferentes métodos de avaliação de interação genótipo X ambiente. De acordo com Domingues et al (2013), a correlação entre os métodos é importante para avaliar quais metodologias devem ser utilizadas no momento de selecionar uma linhagem de feijão promissora. De maneira geral, as metodologias não foram concordantes na seleção de genótipos superiores (tabela 6).

Tabela 6: Coeficientes de correlação entre os métodos de avaliação da interação genótipo x ambiente pelo método de correlação linear de Spearman.

	Lin e Binns mod. Carneiro	Annicciarico	AMMI	Cruz et al.	Eberhart e Russel
Produtividade Lin e Binns mod. Carneiro	0,91	0,62	0,24	0,06	0,08
Annicciarico		0,8	0,33	0,24	0,29
AMMI			0,47	0,30	0,70
Cruz et al.				0,27	0,58
					0,39

O coeficiente de correlação mais alto apresentado pelas metodologias no estudo foi o de $r=0,91$ (tabela 6) entre a produtividade média e o método de Lin e Binns modificado por Carneiro, assim como reportado por outros autores (MELO et al, 2007; CARBONEL et al, 2001). Isso por que este método está fortemente atrelado a média, segundo Melo et al (2007), essa é uma das maiores vantagens da utilização deste método, permitindo a identificação dos genótipos mais estáveis entre os mais produtivos.

Estudos realizados por Pereira et al (2009), avaliando a estabilidade fenotípica de feijoeiro comum também demonstraram alta correlação entre o método de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e a média produtiva dos genótipos. Seus resultados também demonstraram alta correlação entre os métodos de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e o método de Annicchiarico, corroborando com o coeficiente de correlação $r=0,8$ obtido na tabela 6.

Através da tabela 7 é possível observar que os métodos de Cruz et al. (1989) e de Eberhart e Russel (1966), são os que apresenta menor correlação com a média, o que indica que nem sempre os genótipos indicados como de melhor adaptabilidade e estabilidade são os genótipos em média mais produtivos.

O método de Eberhart e Russel (1966) apresentou maior correlação com o método de Annicchiarico (1992) $r=0,7$ (tabela 7). Os métodos AMMI (1988) e Cruz et al. (1989) foram os que tiveram menor correlação entre os demais, de forma que podem ser utilizados de forma complementar as demais metodologias.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, as cultivares apresentam maiores médias de produtividade em condição de safra em relação as condições de safrinha, porém seu uso na safrinha pode ser visto como uma opção dentro da rotação de culturas.

O principal fator limitante a produção é a disponibilidade hídrica seguido das condições de temperatura, sendo este primeiro o responsável pela determinação dos ambientes favoráveis e desfavoráveis para este estudo. As temperaturas observadas nos diferentes ambientes encontram-se dentro do recomendado para a cultura, não tendo representado prejuízos significativos para o cultivo.

A interação genótipo x ambiente foi positiva e os métodos de avaliação dessa interação aplicados com sucesso.

A cultivar IAPAR 81 foi classificada como adaptada a ambientes desfavoráveis por todos os métodos, além de estar entre os 10 mais produtivos.

A cultivar BRS MG Pioneiro, apresentou a maior média de produção e foi classificada como de maior adaptabilidade a ambientes favoráveis pelos métodos de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e Annicchiarico (1992).

As cultivares Fepagro 26 e Guapo Brilhante foram identificadas como de alta estabilidade e possuem médias produtividade em torno de 1300 kg ha⁻¹.

O método de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) é altamente correlacionado com a média de produção ($r=0,91$) e com o método de Annicchiarico (1992) ($r=0,8$). O método de Eberhat e Russel também possui alta correlação com Annicchiarico (1992) ($r=0,7$). Os métodos AMMI (1988) e de Cruz et al. (1989) não possuem alta correlação com os demais métodos podendo ser utilizados de forma complementar.

7. REFERÊNCIAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.46, p.269-278, 1992.

AYRES, M. et al. **BIOESTAT: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. UFP, 5. ed. 339 p. Belém, 2007.

BARILI, L. D. et. al. Adaptabilidade e estabilidade e a produtividade de grãos em cultivares de feijão preto recomendadas no Brasil nas últimas cinco décadas. **Ciência Rural**, v.45, n.11, p.1980-1986. Santa Maria, 2015.

BHERING, S. B. et al. **Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada**. 74p. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR. 2008.

BONETT, L. P. et al. Divergência genética em germoplasma de feijoeiro comum coletado no estado do Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 04, p. 547-560. Londrina, 2006.

BORGES, L.C. et al. Emprego de metodologias de avaliação da estabilidade fenotípica na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v.47, p.89-102. Lavras, 2000.

BURATTO, J. S. et al. Adaptabilidade e estabilidade produtiva em genótipos precoces de feijão no estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.3, p.373-380. Londrina, 2007.

CAMPOS, S. A. C.; COELHO, A. B.; GOMES, A. P. Influência das condições ambientais e ação antrópica sobre a eficiência produtiva agropecuária em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.50, n.3. Brasília, 2012.

CARBONEL, S. A. M. et al. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.60, p.69-77. Campinas, 2001.

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

CARVALHO, H. W. L. et. al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p.471-477. Brasília, 2005.

CARVALHO, I. R. et. al. Demanda hídrica das culturas de interesse agrônômico. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.9, n.17; p.969-985. Goiânia, 2013.

CEPEF. **Feijão: recomendações técnicas para cultivo no Rio Grande do Sul. Comissão Estadual de Pesquisa de Feijão**. 80p. Santa Maria: UFSM, 2000.

CIAT. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol común**. Eds.: F. Fernández; P. Gepts; M. López. CIAT. 26p. Cali, Colômbia, 1983.

COIMBRA, J. L. M. et al. Reflexos da interação genótipo x ambiente e suas implicações nos ganhos de seleção em genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, v.29, n.3, p.433-439. Santa Maria, 1999.

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. **Informações técnicas para o cultivo do feijão na Região Sul brasileira - 2009**. p.63-71. Florianópolis: Epagri, 2010.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. V.2 – SAFRA 2014/15, N.7 – Sétimo Levantamento, p. 83-86. Brasília, 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. V.3 – SAFRA 2015/16, N.12 – Décimo Segundo levantamento, p. 48-58. Brasília, 2016.

CRUZ, C. D. Genes – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276. Maringá, 2013.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J.; **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV. 2ed, p.390. Viçosa, 1997.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p. 567-580. Ribeirão Preto, 1989.

DOMINGUES, L. S. et al. Metodologias de análise de adaptabilidade e de estabilidade para a identificação de linhagens de feijão promissoras para o cultivo no Rio Grande do Sul. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1065-1076, Londrina, 2013.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 6, n.1, p. 36-40. Madison, 1966.

ELIAS, H. T.; HEMP, S.; CANTON, T. Análise da interação genótipo x ambiente na avaliação de cultivares de feijão em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Gaucha**, v.5, n.2, p.271-275. Chapecó, 1999.

FERREIRA, D. F. **Aplicativo estabilidade**. Lavras: UFLA, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 21 mai. 2015.

GEBIOMET. **Boletins Agrometeorológicos**. Grupo de Estudos em Biometeorologia – Gebiomet. UTFPR – Campus Dois Vizinhos. Disponível em: >> <http://www.gebiomet.com.br/boletins.php> <<. Acesso em: 05 de outubro de 2016.

IAPAR. **Sistema de monitoramento agroclimático do Paraná**. Instituto Agrônomo do Paraná, 2012. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=604>>. Acesso em 29 mai. 2015.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 68, n. 1, p. 193-198. Ottawa, 1988.

MAPA. **Perfil do feijão no Brasil**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015. Disponível em: >> <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais> <<. Acesso em: 18 de abril de 2015.

MELO, L. C. et al. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.5, p.715-723. Brasília, 2007.

OLIVEIRA, A. C. **Comparação de alguns métodos de determinação da estabilidade em plantas cultivadas**. Dissertação de Mestrado p.64. Brasília: UnB, 1976.

PIANA, C. F. B. et al. Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de genótipos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.553-564. Brasília, 1999.

PEREIRA, H. S. et. al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p.29-37. Brasília, 2009.

PEREIRA, V. G. C. et. al. Exigências Agroclimáticas para a Cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.3, p.32-42. Palotina, 2014.

PRADO, E. E. et. al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.4; p.625-635. Brasília, 2001.

RIBEIRO, N. D. et. al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares registradas de feijão em diferentes épocas de semeadura para a depressão central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1395-1400. Santa Maria, 2004.

RIBEIRO, N. D. et al. Adaptação e estabilidade de produção de cultivares e linhagens-elite de feijão no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.38, n.9, p.2434-2440. Santa Maria, 2008.

RIBEIRO, N. D. et. al. Estabilidade de produção de linhagens-elite de feijão em diferentes ambientes no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.16, n.1 e 2, p.39-44. Porto Alegre, 2010.

SCHMILDT, E. R; CRUZ, C. D. Análise de adaptabilidade e estabilidade do milho pelos métodos de Eberhart e Russel e de Annicchiarico. **Revista Ceres**, 52 (299), p.45-58, 2005.

SEDIYAM, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da Soja. In: BOREM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. p.488-533. Viçosa: UFV, 1999.

SILVA FILHO, J. L. et al. Comparação de métodos de análises de interação genótipos x ambientes em algodoeiro. In: VI Congresso Brasileiro de Algodão, 2007, Uberlândia. **Anais**. Uberlândia, 2007.

SILVA FILHO, J. L. et al. Comparação de métodos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.349-355. Brasília, 2008.

SILVA, W. C. J.; DUARTE, J. B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1. Brasília, 2006.

SOARES, A. G. Consumo e qualidade nutritiva. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais**. v. 2, p.73- 79. Goiânia: UFGO, 1996.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Sociedade Brasileira de Genética, 486 p.. Ribeirão Preto, 1992.

VOYSEST, O. V. **Mejoramiento genético del frijol (Phaseolus Vulgaris):** Legado de Variedades de América Latina (1930 - 1999). Centro Internacional de Agricultura Tropical. 195 p. Colômbia, 2000:

YOKOYAMA, L. P.; CARNEIRO, G. E. S.; VILLAR, P. M. D. **Aspectos Conjunturais, Produção e Uso de Sementes das Cultivares de Feijão Recomendadas pela Embrapa no Estado do Paraná**. 1ª Ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001.

ZOBEL, R. W.; WRIGHT, M. J.; GAUCH, H. G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, v. 80, n. 3, p. 388-393. Madison, 1988.