**DISSERTAÇÃO**

# ESTABILIDADE FENOTÍPICA DO FEIJOEIRO EM ENSAIOS REGIONAIS DE PRODUTIVIDADE

**GUILHERME AUGUSTO PERES SILVA**

**Campinas, SP**

**2010**

**INSTITUTO AGRONÔMICO**
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL E SUBTROPICAL**

# ESTABILIDADE FENOTÍPICA DO FEIJOEIRO EM ENSAIOS REGIONAIS DE PRODUTIVIDADE

**GUILHERME AUGUSTO PERES SILVA**

**Orientador: PqC. Dr. Sérgio Augusto Morais Carbonell**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia.

Campinas, SP
Fevereiro 2010

Aos meus pais, Osvaldo Augusto da Silva e Maria Teresinha Peres Silva, e minha irmã, Vanessa Peres Silva

**DEDICO**

Aos meus pais Osvaldo e Maria e minha irmã Vanessa. Pelo apoio e por sempre acreditarem em minha capacidade.

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

- Agradeço a Deus pela vida;
- Agradeço ao pesquisador Dr. Sérgio Augusto Morais Carbonell pela orientação, e pelos ensinamentos transmitidos;
- Ao pesquisador Alisson Chiorato pelo auxílio na elaboração desta dissertação;
- Ao amigo João Guilherme pela amizade e auxílio em especial com a análise AMMI utilizada nesta dissertação;
- Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos;
- Agradeço aos meus pais Osvaldo e Maria Teresinha por sempre acreditarem em minha capacidade, pelos ensinamentos e amor que levarei por toda a vida;
- A minha irmã Vanessa pela amizade, companheirismo;
- A toda a minha família que sempre me apoiou e incentivou em todas as decisões;
- Agradeço a todos os professores pelos ensinamentos e experiências;
- Agradeço a todos os amigos e colegas da pós graduação em especial as minhas amigas Laís Granato, Bárbhara Fatobene, Cecília Verardi, Simone Rizato, Lenita Haber e a minha namorada Marília Antonia dos Reis Fatobene pela amizade, companheirismo e apoio.
- A todos os amigos que de forma direta auxiliaram na elaboração da dissertação. João Guilherme, Eliana, Francine, Rodrigo e ao funcionário Adelino pela ajuda, amizade e tantas piadas contadas;
- Agradeço a todos os moradores da república Miúxa em especial ao meus primos Pedro Augusto e Daniel Augusto e meu amigo Carlos Marques pela amizade, companheirismo, incentivo e pelos momentos de alegria nesses dois anos.

**SUMÁRIO**

LISTA DE TABELAS ..... vi
LISTA DE FIGURAS ..... viii
LISTA DE ANEXOS ..... ix
RESUMO ..... x
ABSTRACT ..... xii

1 INTRODUÇÃO ..... 1
2 REVISÃO DE LITERATURA ..... 4
2.1 Cultura do Feijoeiro ..... 4
2.2 Interação Genótipos com Ambientes ..... 8
2.3 Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica ..... 13
2.4 Conceitos de Estabilidade e Adaptabilidade ..... 13
2.5 Análise AMMI ..... 15
2.5.1 Análise de componentes principais ..... 16
2.5.2 Genótipo suplementar ..... 19
2.6 Análise LIN & BINNS (1988) Modificado por CARNEIRO (1998) ..... 20
3 MATERIAL E MÉTODOS ..... 22
3.1 Material Genético ..... 22
3.2 Ambientes Utilizados na Condução dos Experimentos ..... 23
3.3 Análise de Variância Simples e Conjunta ..... 24
3.4 Análise de Estabilidade e Adaptabilidade Fenotípica ..... 25
3.4.1 Método AMMI ..... 26
3.4.2 Lin & binns (1988) modificado por carneiro (1998) ..... 29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 30
4.1 ANAVA Individual e Conjunta - Produtividade Média de Genótipos e Ambientes. ..... 30
4.2 Análise da Estabilidade e Adaptabilidade pelo Método AMMI ..... 39
4.2.1 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época das águas ..... 42
4.2.2 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época da seca ..... 46
4.2.3 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época de inverno ..... 50
4.2.4 Conjunto das três épocas de semeadura (águas, seca e inverno), referente a grãos de tegumento carioca e preto ..... 54
4.3 Análise da Estabilidade e Adaptabilidade pelo Método LIN & BINNS (1988) Modificado por CARNEIRO (1998). ..... 60
4.3.1 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época das águas ..... 63
4.3.2 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época da seca ..... 65

4.3.3 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época de inverno ..... 67
4.3.4 Conjunto das três épocas de semeadura (águas, seca e inverno), referente a grãos de tegumento carioca e preto ..... 70
4.4 Comparações Entre os Resultados dos Métodos de Análise de Estabilidade e Adaptabilidade ..... 72
5 CONCLUSÕES ..... 72
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 74
Anexos ..... 80

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – VCU 2007/2008/2009, no Estado de São Paulo. ..... 23
**Tabela 2** - Ambientes utilizados para a condução dos ensaios nas respectivas épocas de semeadura. ..... 24
**Tabela 3** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos (kg.ha-1) referente à safra das Águas de 2007, no estado de São Paulo. ..... 31
**Tabela 4** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos (kg.ha-1) referente à safra da Seca de 2008, no estado de São Paulo. ..... 32
**Tabela 5** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos ($kg.ha^{-1}$) referente à safra de Inverno de 2008, no estado de São Paulo. ..... 33
**Tabela 6** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos ($kg.ha^{-1}$) referente à safra de Águas de 2008, no estado de São Paulo. ..... 34
**Tabela 7** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos ($kg.ha^{-1}$) referente à safra de Seca de 2009, no estado de São Paulo. ..... 35
**Tabela 8** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos ($kg.ha^{-1}$) referente à safra de Inverno de 2009, no estado de São Paulo. ..... 36
**Tabela 9** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos ($kg.ha^{-1}$) referente à safra de Águas (2007 e 2008), Seca (2008 e 2009), Inverno (2008 e 2009) e média geral, no estado de São Paulo. ..... 39
**Tabela 10** - Análise de variância de dados de produtividade de grãos ($Kg/ha^{-1}$), e decomposição da interação G x A em eixos da Análise de Componentes Principais da Interação (IPCA), segundo metodologia AMMI, obtidas de 24 ensaios regionais no estado de São Paulo, referente a 22 linhagens e cultivares de grãos de tegumento carioca e preto participantes do ensaio de VCU 2007/2008/2009. ..... 41
**Tabela 11** - Proporção da $SQ_{G \times A}$ da interação para cada eixo principal da análise AMMI, para o grupo carioca e preto em relação à época de semeadura das águas. ..... 43
**Tabela 12** - Proporção da $SQ_{G \times A}$ da interação para cada eixo principal da análise AMMI, para o grupo carioca e preto em relação à época de semeadura de seca . ..... 47
**Tabela 13** - Proporção da $SQ_{G \times A}$ da interação para cada eixo principal da análise AMMI, para o grupo carioca e preto em relação à época de semeadura de inverno ..... 51
**Tabela 14** - Proporção da $SQ_{G \times A}$ da interação para cada eixo principal da análise AMMI, para o grupo carioca e preto em relação ao conjunto das três épocas de semeadura. ..... 55
**Tabela 15** - Classificação dos ambientes favoráveis e desfavoráveis ao cultivo do feijoeiro, para produtividade média de grãos, com base nos índices ambientais (I), para as épocas das águas, seca e inverno. ..... 62

**Tabela 16 -** Classificação dos ambientes favoráveis e desfavoráveis ao cultivo do feijoeiro, para produtividade média de grãos, com base no índice ambiental (I), considerando o conjunto das três épocas de semeadura. ..... 63
**Tabela 17 -** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de LIN & BINNS (1988) modificado por CARNEIRO (1998), para produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$), de 22 genótipos de feijoeiro avaliados na época das águas dos anos agrícolas de 2007/2008 para o estado de São Paulo. ..... 65
**Tabela 18 -** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de LIN & BINNS (1988) modificado por CARNEIRO (1998), para produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$), de 22 genótipos de feijoeiro avaliados na época de seca dos anos agrícolas de 2008/2009 para o estado de São Paulo. ..... 67
**Tabela 19 -** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de LIN & BINNS (1988) modificado por CARNEIRO (1998), para produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$), de 22 genótipos de feijoeiro avaliados na época de inverno dos anos agrícolas de 2008/2009 para o estado de São Paulo. ..... 69
**Tabela 20 -** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de LIN & BINNS (1988) modificado por CARNEIRO (1998), para produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$), de 22 genótipos de feijoeiro avaliados no conjunto das três épocas de semeadura (águas, seca e inverno), dos anos agrícolas de 2007/2008/2009 para o estado de São Paulo. ..... 71

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1 -** Gráfico biplot de modelo AMMI2, para dados de produtividade de grãos de tegumento carioca e preto referentes à época de águas-2007/2008, avaliados em oito ambientes (IPCA1 x IPCA2)..... 45
**Figura 2 -** Gráfico biplot para produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente à época de águas-2007/2008, avaliados em oito ambientes (IPCA x Média)..... 46
**Figura 3 -** Gráfico biplot de modelo AMMI2, para dados de produtividade de grãos de tegumento carioca e preto referentes à época de seca-2008/2009, avaliados em oito ambientes (IPCA1 x IPCA2)..... 49
**Figura 4 -** Gráfico biplot para produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente as três épocas de semeadura, avaliados na safra de seca-2008/2009 em oito ambientes (IPCA x Média). ..... 50
**Figura 5 -** Gráfico biplot de modelo AMMI1, para dados de produtividade de grãos de tegumento carioca e preto referentes à época de inverno-2008/2009, avaliados em oito ambientes (IPCA1 x IPCA2)..... 52
**Figura 6 -** Gráfico biplot para produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente à épocas de semeadura, avaliados nas safras de inverno-2008/2009 em oito ambientes (IPCA x Média). ..... 53
**Figura 7 -** Gráfico biplot de modelo AMMI2, para dados de produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente às três épocas de semeadura, avaliados nas safras de 2007/2008/2009 em vinte e quatro ambientes (IPCA1 x IPCA2)..... 58
**Figura 8 -** Gráfico biplot de modelo AMMI3, para dados de produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente às três épocas de semeadura, avaliados nas safras de 2007/2008/2009 em vinte e quatro ambientes (IPCA1 x IPCA3)..... 59
**Figura 9** - Gráfico biplot para produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente às três épocas de semeadura, avaliados nas safras de 2007/2008/2009 em vinte e quatro ambientes (IPCA x Média)..... 60

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo I**. Índice de genótipos e ambientes referentes ao VCU de grãos carioca e preto. ..... 80
**Anexo II** . Valor do quadrado médio residual dos vinte e quatro ambientes. ..... 81
**Anexo III**.Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto (Kg/ha-1), avaliados na época das águas em oito ambientes no estado de São Paulo. ..... 82
**Anexo IV.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto ($Kg/ha^{-1}$), avaliados na época das águas em oito ambientes no estado de São Paulo. ..... 83
**Anexo V**. Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto(Kg/ha-1), avaliados na época de seca em oito ambientes no estado de São Paulo. ..... 84
**Anexo VI.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto ($Kg/ha^{-1}$), avaliados na época de seca em oito ambientes no estado de São Paulo. ..... 85
**Anexo VII**. Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto ($Kg/ha^{-1}$), avaliados na época de inverno em oito ambientes no estado de São Paulo. ..... 86
**Anexo VIII.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto ($Kg/ha^{-1}$), avaliados na época de inverno em oito ambientes no estado de São Paulo. ..... 87
**Anexo IX.** Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca ($Kg/ha^{-1}$) e preto, avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continua). ..... 88
**Anexo IX**. Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca (Kg/ha-1) e preto, avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continuação). ..... 89
**Anexo IX.** Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca ($Kg/ha^{-1}$) e preto, avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continuação). ..... 90
**Anexo X.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto ($Kg/ha^{-1}$), avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continua). ..... 91
**Anexo X.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto ($Kg/ha^{-1}$), avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continuação). ..... 92
**Anexo X.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto ($Kg/ha^{-1}$), avaliados nas três épocas de

semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continuação). ..... 93

SILVA, Guilherme Augusto Peres **Estabilidade fenotípica do feijoeiro em ensaios regionais de produtividade**. 2010. 93f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós Graduação – IAC.

## RESUMO

O estudo da estabilidade e adaptabilidade fenotípica é uma maneira de avaliar a interação entre genótipos e ambientes sendo de grande importância para o melhoramento, cujo interesse maior é a obtenção de materiais que se comportem bem sob diferentes condições ambientais. A interação de genótipos com ambientes é um fator que dificulta a recomendação de cultivares em vários ambientes. Para atenuar os efeitos dessa interação uma alternativa que pode ser tomada é a identificação de genótipos com maior estabilidade aos ambientes de cultivo. O presente trabalho tem como objetivo identificar genótipos superiores em produtividade, estabilidade e adaptabilidade na produção para possível recomendação de novos cultivares de feijoeiro. Os materiais genéticos utilizado neste estudo foram 22 linhagens e cultivares com grão carioca e preto do ensaio de VCU 2007/2008/2009 normalizado pelo MAPA/RNC. Estes ensaios foram semeados nas épocas das águas em 2007 e 2008, de inverno em 2008 e 2009 e das secas em 2008 e 2009, totalizando vinte e quatro ambientes. O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados com três repetições contendo quatro linhas de quatro metros de comprimento. O espaçamento entre linhas foi de 0,5 metros e a área útil da parcela das duas linhas centrais (4 $m^2$). Estudos da adaptabilidade e estabilidade dos valores fenotípicos foram realizados por duas metodologias, AMMI com o uso de genótipos suplementares e Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), baseado em dados de produção e comparado seus resultados para o programa de melhoramento. Os resultados demonstraram que os genótipos mais estáveis e produtivos, para tipo de grão comercial carioca, são: GenC2-1-3, CNFC 10408 e Juriti Claro; para tipo de grão comercial preto, o genótipo LP 04-72 conforme modelo Lin & Binns; e para o modelo AMMI os mais estáveis foram os genótipos: GenC2-1-3, CNFC 10408 e Juriti Claro que foram superiores ao melhor cultivar padrão de tegumento carioca o Perola, assim como os genótipos IAC-Una, GenC2-1-7, LP-04-72 e Z-22, destacando o genótipo LP-04-72 para o tipo comercial preto que foi superior ao melhor cultivar padrão de tegumento preto o IAC-Una. Podendo concluir que os métodos AMMI e Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1988) fornecem informações complementares, gerando estimativas com abordagens diferenciadas do processo de interação entre genótipos e ambientes. O grande número de variáveis na análise AMMI (genótipo e ambiente) prejudica a interpretação do gráfico biplot tornando-a difícil e confusa.

A utilização do genótipo suplementar no modelo AMMI facilita a identificação de genótipos altamente adaptados aos ambientes em estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Phaseolus vulgaris*, AMMI, melhoramento, Interação Genótipo x Ambiente ,adaptabilidade.

SILVA, Guilherme Augusto Peres **Phenotypic stability of common bean in regional yield trials**. 2010. 94f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós Graduação – IAC.

## ABSTRACT

The study of stability and adaptability phenotypic is one way to evaluate the interaction between genotypes and environments being of great importance for the breeding, whose major interest is to obtain materials that behave well under different environmental conditions. The genotype x environment interaction is a factor undesirable in breeding programs, making difficult the recommendation of new cultivars in many environments. To mitigate the effects of this interaction an alternative that can be taken is to identify genotypes with high stability to environmental conditions. This study aims to identify superior genotypes in field, stability and adaptability in production for possible recommendation of new cultivars of bean. The genetic materials used in this study were 22 lines and cultivars with grains carioca and black of VCU testing 2007/2008/2009 normalized by MAPA/RNC. These trials were sown in times of water in 2007 and 2008, winter in 2008 and 2009 and droughts in 2008 and 2009, providing a total of twenty-four environments. The experimental design was a randomized block design with three replicates containing four lines of four meters long. The spacing was 0.5 meters and each plot of the two central lines (4 $m^2$). Studies on the adaptability and stability of phenotypic values were performed by two methods, AMMI with the use of additional genotypes and Lin & Binns (1988) modified by Carneiro (1998), based on production data and compared its results for the breeding program. The results showed that the genotypes more stable and productive for grain type commercial carioca are GenC2-1-3, CNFC 10408 and Juriti Claro, for the type of commercial grain black, genotype LP 04-72 as Lin & Binns model , and for the AMMI model the most stable genotypes were GenC2-1-3, CNFC 10408 and Juriti Claro were higher than the best standard cultivar carioca tegument Perola, as well as the genotypes IAC-Una, GenC2-1-7, LP-04-72 and Z-22, highlighting the genotype LP-04-72 for a commercial black was higher than the best standard cultivar black tegument IAC-Una. May conclude that the methods AMMI and Lin & Binns (1988) modified by Carneiro (1988) provide additional information, generating estimates with different approaches in the process of genotypes x environments interaction. The large number of variables in the AMMI analysis (genotype and environment) affects the interpretation of the biplot graphic making it difficult and confusing. The use of the

supplementary genotype on AMMI model facilitates the identification of genotypes highly adapted to environments under study.

**KEY-WORDS**: *Phaseolus vulgaris*, AMMI , breeding, genotype x environment interaction, adaptability

# 1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta que pertence à família Leguminoseae, ordem Rosales e gênero *Phaseolus*, originária do continente americano. Possui dois centros de origem, sendo um Andino e um Mesoamericano. Seu ciclo varia de 61 a 110 dias, o que o torna segundo AIDAR (2009) uma cultura apropriada para compor desde sistemas agrícolas intensivos irrigados, altamente tecnificados, até aqueles com baixo uso tecnológico, principalmente de subsistência.

Segundo MERCADO-RUARO & DELGADO-SALINAS (2000), a primeira descrição sobre *Phaseolus* foi feita por Linnaeus em 1753 e incluía 11 espécies. Hoje em dia sabe-se que esse número gira em torno de 200 espécies. Em 1925 Karpetschenko, que observou que o número de cromossomos da cultura é 2n = 22, através de análises citogenéticas, concluiu-se que o número básico de cromossomos para a espécie é x = 11.

A família Fabaceae (*Leguminosae*) é um dos mais importantes grupos de legumes, pois é composto pela soja, feijão e vigna. Eles são economicamente importantes devido à sua função na alimentação humana, por serem algumas das principais fontes de proteínas, carboidratos, vitaminas, minerais e fibras (LACKEY, 1979).

O feijão é um dos mais importantes constituintes da dieta do brasileiro por ser uma excelente fonte protéica. Nos últimos anos, o Brasil tem ocupado o primeiro lugar na produção e consumo mundial de feijão, *Phaseolus vulgaris* L. (FAO, 2009). Além da sua importância na dieta do brasileiro é um dos produtos agrícolas de maior importância econômica e social, em razão de ser cultivado em grandes áreas e devido à mão-de-obra que emprega durante o ciclo da cultura.

O Brasil destaca-se na produção e no consumo mundial de feijão, sendo essa leguminosa sua principal fonte de proteína vegetal do brasileiro. O feijão com arroz constitui a base da alimentação do brasileiro, sendo consumido dessa forma em praticamente todos os Estados. No Estado de São Paulo, o feijoeiro é cultivado em três épocas (feijoeiro das águas, da seca e de inverno), com semeadura efetuada em agosto-setembro, janeiro-fevereiro e abril-maio, respectivamente, de acordo com zoneamento ecológico e faz parte de um sistema quase contínuo de cultivo (PINZAN et al., 1994).

O Brasil ocupa o lugar de maior produtor e maior consumidor mundial de feijão, sendo que os principais Estados produtores são: Paraná (21%), Minas Gerais (16%), Bahia (10%), São Paulo (9%), Goiás (7%), Santa Catarina (5%), em uma área total semeada de 4.168.800 ha, com uma produção de 3.527.200 toneladas e um rendimento médio de 846 kg. $ha^{-1}$ (CONAB, 2009).

Atualmente, os ensaios realizados no Estado de São Paulo para avaliação do feijoeiro para fins de registro e proteção de novos cultivares para o sistema produtivo, seguem as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura pecuária e Abastecimento (MAPA), Registro nacional de Cultivares (RNC) e pelo Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC). Estes ensaios também são conhecidos como “ensaios de VCU” (Valor de Cultivo e Uso). Nestas normas estão descritos os procedimentos de campo e laboratório para avaliação destas cultivares e linhagens, sendo os principais: avaliação por dois anos nas principais regiões produtoras de feijão do Estado; comparação com no mínimo dois padrões ou grupo de feijão por ensaio (testemunhas); três repetições por ensaio no delineamento de blocos casualizados; avaliação de resistência as principais doenças no campo e laboratório e avaliação tecnológica e nutricional dos grãos como tempo de cozimento e porcentagem de proteína no grão.

O programa de melhoramento de feijoeiro do IAC- Instituto Agronômico de Campinas, visa à obtenção de genótipos com alta produtividade, estabilidade de produção e adaptabilidade aos mais variados ambientes da região para a qual são recomendados e como também a qualidade tecnológica e nutricional dos grãos a fim de atender as exigências de mercado. Segundo CRUZ et al. (2004), a interação de genótipos com ambientes (GxA), definida como a resposta diferencial dos genótipos a variação do ambiente, dificulta a seleção de genótipos amplamente adaptados. Além disso, essa interação pode inflacionar as estimativas de variância genética, resultando em superestimativas dos ganhos genéticos, esperados com a seleção, e num menor êxito, dos programas de melhoramento.

Para conhecer o efeito da interação GxA, a condução dos experimentos no maior número possível de locais e anos é necessária para se avaliar a magnitude da interação e seu possível impacto sobre a seleção e recomendação de cultivares. A fim de tornar essa recomendação mais segura possível, faz-se necessário um estudo detalhado acerca da adaptabilidade e da estabilidade das cultivares, assim como de seus caracteres importantes economicamente. Vários métodos estatísticos têm sido propostos com o objetivo de se interpretar melhor a interação GxA. Estudos dessa natureza são importantes para o

melhoramento de plantas, uma vez que fornecem informações sobre o comportamento de cada genótipo ante as variações do ambiente (CRUZ, 2006).

As análises de adaptabilidade e estabilidade são, portanto, procedimentos estatísticos que permitem identificar as cultivares de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais. Algumas delas permitem também, dividir os efeitos da interação GxA em efeitos de genótipos e de ambientes, revelando a contribuição relativa de cada um para a interação total. Assim a estimação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade tem sido uma forma muito difundida, entre os melhoristas de plantas, de avaliar novos genótipos antes de sua recomendação como cultivares (SILVA & DUARTE, 2006).

Assim a detecção da interação significativa possibilitará a discriminação das cultivares quanto à análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Visando a seleção e recomendação de novas cultivares, diferentes metodologias estão sendo empregadas para a avaliação de linhagens avançadas de feijão, entre os quais, pode-se citar o método de Eberhart & Russel, Lin & Binns, AMMI, entre outros (CARBONELL & POMPEU, 1997; CARBONELL et al., 2000 e CARBONELL et al., 2001).

O método uni-multivariado denominado AMMI (*additive main effect and multiplicative interaction*) descrito em ZOBEL et al. (1988) e GAUCH & ZOBEL (1996), foi desenvolvido com a proposta de melhor descrever a interação GxA (DUARTE & VENCOVSKY, 1999).

De acordo com ZOBEL et al. (1988), o método AMMI permite uma análise mais detalhada da interação GxA, garante a seleção de genótipos mais produtivos, propicia estimativas mais precisas das respostas genotípicas e possibilita uma fácil interpretação gráfica dos resultados da análise estatística.

VICENTE et al. (2004), estudando a estabilidade e adaptabilidade de linhagens elite de soja através de vários métodos estatísticos, concluíram que os vários métodos estatísticos existentes fornecem uma contribuição para um melhor entendimento das interações GxA, uma vez que a metodologia AMMI, é capaz de fornecer informações quanto à estabilidade e também sugeriu associações específicas entre determinados genótipos e ambientes. De tal forma que estas informações não foram obtidas quando utilizados outros métodos estatísticos, chegando a conclusão que o método AMMI é um método inovador e capaz de obter informações mais detalhadas sobre as interações GxA.

Atualmente, é utilizado também para as análises de estabilidade e adaptabilidade, procedimentos de interpretação mais simples. Neste sentido, medidas que incorporam ambos

(estabilidade e adaptabilidade, juntamente com a produtividade) em uma única estatística, tais quais os métodos de Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988) e modificações, tem sido enfatizados (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

O método Lin e Binns (1988), modificado por Carneiro (1998) é utilizado para estimar o desempenho genotípico ($P_i$). Para que a recomendação atendesse aos grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, que refletem, de certa forma, ambientes onde há emprego de alta e baixa tecnologia, respectivamente, CARNEIRO (1998) propôs a decomposição do estimador $P_i$ nas partes devidas a ambientes favoráveis ($P_{if}$) e desfavoráveis ($P_{id}$). A classificação destes ambientes foi feita com base nos índices ambientais, definidos como a diferença entre a média dos cultivares avaliados em cada local e a média geral.

O presente trabalho tem como objetivo identificar genótipos superiores em produtividade e com boa adaptabilidade e estabilidade na produção para possível recomendação/registro de novos cultivares de feijoeiro. Também foi determinado entre estas metodologias, qual a melhor e/ou complementar (robustez e informação prática/teórica) para uso rotineiro junto ao programa de melhoramento de feijoeiro e para realização de ensaios de VCU (Valor de Cultivo e Uso).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do Feijoeiro

No Brasil, o cultivo e a colheita do feijoeiro se concentram em três safras, ou seja, épocas das águas, seca e inverno. Segundo a CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento, referente à safra de 2008/2009, o feijoeiro das águas (1ª safra), com semeadura em agosto/ setembro ocupou uma área de 1.439.200 ha, com produção de 1.359.300 toneladas e produtividade média de 945 kg. $ha^{-1}$. O feijoeiro da seca (2ª safra), com semeadura em janeiro/ fevereiro ocupou uma área de 1.940.900 ha, com produção de 1.404.100 toneladas e apresentou produtividade média de 723 kg. $ha^{-1}$. O feijoeiro de inverno (3ª safra), com semeadura em abril/maio, apresentou uma área utilizada para semeadura de 788.700 ha, com uma produção de 763.800 toneladas e produtividade média de 968 kg. $ha^{-1}$. Para o Estado de São Paulo, o feijoeiro das águas (1ª safra), apresentou uma produção de 160.300 toneladas (rendimento médio de 1.857 kg. $ha^{-1}$ ) em uma área total de 86.300 ha; o feijoeiro da seca (2ª safra), ocupou uma área de 50.800 ha, com uma produção de 70.600 toneladas e produtividade média de 1.390 kg. $ha^{-1}$, e o feijoeiro de inverno (3ª safra), com área

utilizada para semeadura de 59.300 ha, produção de 96.100 toneladas, apresentando produtividade média de 1.620 kg. $ha^{-1}$.

Os resultados de produtividade média são considerados baixos quando comparados ao potencial de produção da espécie, que em condições adequadas é superior a 3.000 kg. $ha^{-1}$. A baixa produtividade Nacional e Paulista, quando comparado ao potencial produtivo da espécie, é devido a vários fatores como: a ausência de calagem e rotação de cultivo na mesma área, adubação e tratos fitossanitários inadequados, baixa utilização de sementes sadias, falta de água nos períodos críticos da cultura (florescimento e enchimento de grãos) ou excesso durante a colheita e pela ocorrência de diversas doenças, cujos agentes causais (patógeno) apresentam, em sua maioria, várias raças fisiológicas e tendo nas sementes um eficiente meio de disseminação (SATORATO et al., 1991; MARINGONI et al., 1994).

Baseado neste quadro de baixa produtividade média da cultura do feijoeiro no Brasil ao longo dos anos, o Sistema de Avaliação e Recomendação de Cultivar de Feijão para o Estado de São Paulo foi preliminarmente instituído em 1992, para atuar junto a Comissão Técnica de Feijão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Foi oficialmente estabelecido a partir de junho de 1997, conforme as diretrizes relacionadas pelo 'Regimento interno do sistema de avaliação e recomendação de cultivares de feijoeiro para o Estado de São Paulo'.

Este Sistema vem se aperfeiçoando desde 1992 e os resultados obtidos regionalmente, nas condições mais representativas em que o feijoeiro é cultivado, têm subsidiado a recomendação e registro de cultivares em São Paulo, ampliando a possibilidade de escolha para os agricultores. Este serviço realizado dos ensaios regionais intimamente ligados a programas de melhoramento genético do feijoeiro do brasil, e recomendação para cultivo dos melhores genótipos regionalmente por época de plantio, tem trazido aumento de produtividade nos Estados produtores de feijão.

Este progresso na produtividade pode ser demonstrado pelo trabalho realizado por ANTUNES & SILVEIRA (1996), no Rio Grande do Sul, que através de dados do IBGE e EMATER-RS determinou as produtividades do RS no período de 1970 a 1995. No período de 1970/73 a produtividade média do Estado do RS era de aproximadamente 850 kg/ha, onde o Ministério da Agricultura executava pesquisas diretamente, contando com equipe multidisciplinar. Em 1975, com a criação da EMBRAPA, paralisaram-se estas atividades, sendo os pesquisadores deslocados para outros centros ou outras atividades de pesquisa. Aliado a isto, o incentivo a cultivos de exportação como a soja reduziu o interesse pelo feijão,

resultando nos anos de 83/86, 84/87 e 85/88, uma produtividade abaixo de 500 kg/ha. Em 1987, foi instituída a Comissão Estadual de Pesquisa de Feijão que estabeleceu uma rede experimental no Estado e em 1989 recomendando as primeiras cultivares de feijão resultante dos programas de melhoramento da EMBRAPA e da FT-Pesquisa e Sementes. Somente em 1992/95, ou seja, vinte anos depois, conseguiu-se recuperar o nível de produtividade existente em 1970/73. Isto demonstra os malefícios ocasionados pela descontinuidade da pesquisa científica.

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais cultivada entre as demais do gênero *Phaseolus*. Considerando todos os gêneros e espécies englobados como feijão nas estatísticas da FAO, estas envolvem cerca de 107 países produtores em todo o mundo. Considerando somente o gênero *Phaseolus*, o Brasil é o maior produtor, seguido do México (YOKOYAMA, 2003).

O feijão é um dos principais alimentos da dieta dos brasileiros. Devido à sua importância na alimentação humana, tem merecido grande destaque no cenário nacional e internacional por suprir as necessidades dos consumidores como fonte básica e barata de proteínas e calorias. É um produto de alta expressão econômica e social, visto que, juntamente com o arroz, é a base da alimentação nacional, fornecendo ricas quantidades de proteína vegetal e carboidratos, sendo a principal fonte protéica na alimentação da população menos favorecida. É ainda complementar em termos de aminoácidos essenciais, sendo considerado por especialistas, de excelente valor nutritivo. Além da importância do feijão na alimentação da população brasileira e mundial, a cadeia de produção, beneficiamento e comercialização, geram ocupação e renda, principalmente a classe menos privilegiada (FACHINI et al., 2006).

Além do papel relevante na alimentação do brasileiro, o feijão é um dos produtos agrícolas de maior importância econômico-social, devido principalmente à mão-de-obra empregada durante o ciclo da cultura. Estima-se que são utilizados, somente em Minas Gerais, na cultura do feijoeiro, cerca de 7 milhões de homens por dia-ciclo de produção, envolvendo cerca de 295 mil produtores (ABREU, 2009).

De acordo com WANDER (2006), o feijão sempre fez parte da dieta dos brasileiros, no entanto, nos últimos anos observa-se uma redução constante no consumo per capita de feijão. Enquanto em 1975 o consumo de feijão dos brasileiros girava em torno de 18,5 kg/hab/ano, em 2002 este já havia se reduzido para aproximadamente 16,3 kg/hab/ano, sofrendo uma redução de 12% entre o período de 1975 e 2002 e o consumo *per capita*

mundial caiu 18% no mesmo período, passando de 2,8 kg/hab/ano em 1975 para 2,3 kg/hab/ano em 2002.

Atualmente o consumo desta leguminosa não ultrapassa os 16 kg/hab/ano, preocupando a cadeia produtiva do produto. Diversas razões contribuíram para a redução do consumo *per capita* de feijão no Brasil, tais como: a sua substituição por fontes de proteína de origem animal; o êxodo rural (consumo *per capita* rural de feijão é bem mais elevado que o urbano); a mudança de hábitos alimentares com o advento do '*fast food'*; as fortes flutuações de oferta e preços; e a demora para o seu preparo (falta de praticidade). A cadeia produtiva do feijão está sendo desafiada a encontrar novas oportunidades de colocação do produto. No mercado interno, poderia ser por meio de campanhas de conscientização junto aos consumidores, estimulando o consumo. Outra opção seria voltar-se para o mercado internacional.

O feijoeiro comum é cultivado ao longo do ano, na maioria dos estados brasileiros, proporcionando constante oferta do produto no mercado. A Região Sul ocupa lugar de destaque no cenário nacional, seguido pelas Regiões Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e Norte, respectivamente. Vários fatores são importantes para a obtenção de um produto de qualidade, envolvendo cuidados que vão desde a fase de pré-produção, como a seleção da época mais adequada ao cultivo, até a fase de comercialização, envolvendo questões relacionadas ao armazenamento (EMBRAPA, 2009a).

Segundo AIDAR (2009), a preferência do consumidor é regionalizada e diferenciada principalmente quanto à cor, o tamanho e o brilho do grão. O feijão de tegumento preto é mais popular no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul e leste do Paraná, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo. No restante do país, este tipo de grão tem pouco valor comercial ou aceitação. Os feijões de grão tipo carioca são aceitos em praticamente todo o Brasil, sendo que 53% da área cultivada é semeada com este tipo de grão. O feijão mulatinho é mais aceito na Região Nordeste e os de tipo roxo e rosinha são mais populares nos estados de Minas Gerais e Goiás. No Brasil são cultivadas inúmeras cultivares de feijoeiro comum que normalmente possuem sementes pequenas, embora possam também ser encontrado, em algumas regiões, tipo de tamanho médio e grande, como os feijões jalo e mulatinho, e também o branco importado, encontrado nos supermercados.

Os feijões com grãos especiais, ou seja, diferentes do carioca e preto, são originários das regiões Andinas da América Latina e abrangem cerca de 15 grupos comerciais. Como procedem de localidades de clima temperado, seus cultivos no Brasil são muitas vezes

inviáveis. Há então a necessidade de identificar feijões especiais que melhor se adaptem às condições do país (EMBRAPA, 2009b).

O cultivo deste tipo de feijão vem crescendo como fonte alternativa para colocar no mercado interno um produto diferenciado e de maior valor agregado e, a longo prazo, seria possível pensar até mesmo na exportação, uma vez que, no mercado internacional, o produto comercializado são os feijões de grãos graúdos. Os feijões especiais recebem esse nome por terem o peso relativo a 100 sementes superior a 30 gramas. Tratam-se de grãos diferenciados daqueles geralmente consumidos pelo brasileiro. Eles apresentam diversidade de cores e os tamanhos são praticamente o dobro do feijão carioquinha. Em termos comparativos, o peso de 100 sementes do feijão carioca é de 22 gramas (BARROS, 2009).

No Brasil, o melhoramento genético dos feijões especiais (Jalo, Bolinha, Jabola, Vermelho, Rajado, Brancos, Pintados, Canários, entre outros) ainda é considerado pequeno e recente quando comparados aos tipos carioca e preto, principalmente no estado de São Paulo (GONÇALVES, 2007).

A grande maioria dos feijões cultivados no Brasil é da variedade carioca, destinados ao mercado interno. As demais variedades cultivadas no país, com suas respectivas porcentagens são: feijão preto (aproximadamente 15%), feijão-caupi (aproximadamente 12%), rajado, jalo vermelho, canário, etc (aproximadamente 3%) (PICHEL, 2006).

Na produção internacional de feijões, são plantados anualmente, em média, 27 milhões de hectares, colhendo-se aproximadamente 20 milhões de toneladas, em mais de 100 países. Deste total, 60% da produção mundial se concentra em seis países: Brasil, Índia, China, Mianmar (antiga Birmânia), México e Estados Unidos (PICHEL, 2006). Diferentemente do que ocorre no Brasil, na Índia e no México, que consomem praticamente tudo o que produz e ainda importam quantidades consideráveis do produto. Países como os Estados Unidos, Canadá, Argentina, Chile, Mianmar e Austrália são os principais exportadores.

## 2.2 Interação Genótipos com Ambientes

A interação de genótipos com ambientes pode ser definida como o efeito diferencial dos ambientes sobre os genótipos, ou seja, é a resposta diferencial dos genótipos à variação ambiental. A maioria dos caracteres estudados de importância econômica em um programa de melhoramento genético constitui-se de caracteres quantitativos, de herança poligênica, ou seja, são caracteres de variação contínua e altamente influenciados pelo ambiente (CHAVES,

2001). SHELBOURNE (1972) define a interação genótipo x ambiente como a variação entre genótipos em sua resposta a diferentes condições ambientais. Existindo uma atuação conjunta de ambientes e genótipos na geração de interação entre ambos (MATHERSON, 1978). Dá-se aí a importância do estudo da interação genótipo com ambientes, buscando-se tornar eficientes os processos seletivos estabelecidos no programa.

Desde a década de 60 a interação genótipos x ambientes tem sido estudada em várias culturas. A identificação de cultivares com alta estabilidade é a estratégia mais amplamente empregada para atenuar os efeitos da interação genótipos x ambientes (GUALBERTO et al., 2002).

Em um determinado ambiente, a manifestação fenotípica é resultado da ação do genótipo sob influência do meio ambiente. Quando se tem uma série de ambientes e genótipos, detectam-se efeitos genéticos, ambientais e um efeito adicional proporcionado pela interação de genótipos com ambientes. Quando vários genótipos são avaliados em vários ambientes, pode ocorrer de o ambiente alterar diferentemente o mesmo caráter em diferentes genótipos, ou seja, pode ocorrer uma interação entre fatores (MORAIS, 2005).

A ocorrência da interação GxA implica em que dois ou mais genótipos, testados por exemplo quanto à sua produtividade, em diferentes ambientes, apresentem alterações em suas posições relativas ou nas diferenças absolutas entre eles, ao se considerar cada local isoladamente. ALLARD & BRADSHAW (1964), mostraram que a quantidade de casos de interação possíveis é dada pela fórmula: (M.N)!/M!.N!, em que é o número de genótipos avaliados em N ambientes. Assim, ao se ter dez cultivares avaliados em dez ambientes, haveria $10^{145}$ possibilidades de interação. Podendo assim observar a complexidade para o estabelecimento de uma classificação na qual existem vários genótipos e ambientes. Essa classificação resume em dois tipos principais; o complexo que implica na alteração da posição relativa dos genótipos e o simples, ocorrendo na diferença da variância genotípica ao se alterar o ambiente.

BAKER (1996) define a interação de genótipo x ambiente sob o olhar biológico e estatístico. Quando há mudança na expressão do caráter observado ao se alterar o ambiente sem, contudo, ocorrer mudança na posição relativa dos genótipos, e mesmo sem alteração da variância observada em cada local, é denominada interação GxA do ponto de vista biológico. Do ponto de vista estatístico “uma interação ocorre quando dois genótipos diferem em sua resposta a uma mudança no ambiente”, resultando na alteração da posição relativa dos genótipos.

Para ilustrar e classificar esses tipos de interação, autores como ALLARD & BRADSHAW (1964) e FONSECA (1979) utilizam uma situação em que a produção de dois genótipos é avaliada em dois ambientes. Isso gera vinte e quatro tipos de interações possíveis, dos quais, três são representações didáticas do que ocorre de uma forma geral. Tipo 1: um dos genótipos é superior ao outro em ambos os ambientes, entretanto a variância genotípica é diferente em cada ambiente. Tipo 2: um dos genótipos é superior ao outro em um ambiente e inferior no outro. Tipo3: a mudança de ambiente melhora o desempenho de um dos genótipos e piora a do outro sem, contudo, inverter a posição relativa entre eles.

Segundo DUARTE & VENCOVSKY (1999), a interação de genótipos com ambientes representa uma das principais dificuldades encontradas pelo melhorista durante sua atividade seletiva. Nas etapas preliminares desse processo (com avaliações normalmente em uma só localidade), a interação GxA pode inflacionar as estimativas da variância genética, resultando em superestimativas dos ganhos genéticos esperados com a seleção. Nas fases finais, os ensaios são conduzidos em vários ambientes (locais, anos e/ou épocas), o que possibilita o isolamento daquele componente da variabilidade (interação G x A), muito embora, neste momento, a intensidade de seleção seja baixa, o que já minimizaria seus efeitos sobre previsões de ganho genético. Por outro lado, a presença dessa interação, na maioria das vezes, faz com que os melhores genótipos em um determinado local não o sejam em outros. Isso dificulta a recomendação de genótipos para toda a população de ambientes amostrada pelos testes. Estatisticamente isso decorre de impossibilidade de interpretar, de forma aditiva, os efeitos principais de genótipos e de ambientes.

Paradoxalmente, se não houvesse interação GxA, uma variedade poderia adaptar-se na maioria dos ambientes de cultivo (locais, anos e estações), de forma que um único ensaio, conduzido num só local, seria suficiente para fornecer resultados universais. Contudo, na realidade, as variedades de ampla adaptação normalmente apresentam rendimentos ótimos, o que desperta a possibilidade de explorar vantajosamente os efeitos dessa interação. Deve ser lembrado que interações positivas, associadas com características previsíveis do ambiente, oferecem a oportunidade dos rendimentos mais elevados. Logo, a interação não é apenas um problema, mas também uma oportunidade a ser aproveitada. Adaptações específicas de genótipos a ambientes podem fazer a diferença entre uma boa e uma excelente variedade. Mas para que seja possível explorar esses efeitos positivos é preciso dispor de métodos estatísticos capazes de captar esse tipo de informação (DUARTE & VENCOVSKY, 1999).

Segundo ALLARD & BRADSHAW (1964), existem duas condições ambientais que contribuem para a interação GxA, ou seja, previsíveis e imprevisíveis. As previsíveis incluem as variações de ambiente como clima e tipo de solo, além de técnicas agronômicas em que o homem atua de forma direta. As variações imprevisíveis são aquelas que ocorrem ao acaso, como freqüência e distribuição de chuvas, temperatura do ar, ocorrência de geadas, ataque de pragas e doenças, entre outras.

Os fatores da interação podem ser identificados conforme apresentado por MOGESTEN (1982), citado POR PATIÑO-VALERA (1986), relacionados a seguir:

1.0) Diferenças climáticas, que consistem em mudanças de fotoperíodo e termoperíodo, expressas pela variação na sobrevivência, no ritmo de crescimento e na susceptibilidade diferencial dos genótipos a pragas e doenças, dentro do conjunto de ambientes inclusos na série de experimentos.

2.0) Especificidades adaptativas dos genótipos a diferenças de solo entre ambientes, de maneira que os genótipos não toleram de forma semelhante às diferenças nas deficiências nutricionais entre locais.

3.0) Diferenças genéticas das populações testadas, fazendo com que alguns genótipos apresentam maior adaptação a condições ambientais variadas (genótipos estáveis), embora outros sejam menos adaptados.

De acordo com RAMALHO et al. (1993), a estimativa da interação genótipos x ambientes torna-se importante tanto para os agricultores quanto para os melhoristas de plantas. Em relação aos agricultores, sua importância esta no fato de que as cultivares deve ter o mínimo da interação de locais e ou anos, permitindo, dessa forma, redução nos riscos da produção agrícola e garantia de lucros com a safra. Para os melhoristas, a existência de tais interações implica a necessidade do desenvolvimento de cultivares específicas para determinado ambiente. O ideal é que se observe na cultivar comportamento estável independente do local e do ano de cultivo.

A interação GxA é um importante componente de programas de melhoramento de plantas para o desenvolvimento de cultivares. Para avaliar essa interação, a condução de experimentos num maior número de locais possíveis é fundamental, para se quantificar os efeitos da interação nas características agronômicas desejáveis da planta e posterior recomendação dos genótipos para cultivo (HOOGERHEIDE et al., 2007).

O método mais comum para a avaliação da interação GxA é a análise de variância (ANAVA), por meio da análise conjunta de experimentos. A magnitude das interações GxA é

determinada pelo uso de um teste, normalmente o teste F. Estatisticamente, interações GxA são detectadas como um padrão de resposta diferencial e significante dos genótipos, entre ambientes. Do ponto de vista biológico, a interação surge quando ocorre a expressão diferenciada de um mesmo conjunto gênico em função do ambiente ou então pela expressão de conjuntos gênicos diferentes em ambientes distintos. As causas da interação GxA também tem sido atribuído a fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada genótipo cultivado (OSMIR, 2003).

A análise consiste em verificar três possibilidades: ausência de interação, interação simples e interação complexa. A interação simples e a ausência de interação não trazem qualquer preocupação ao melhorista, porque não alteram a classificação dos genótipos nos ambientes. Porém a interação complexa é um problema sério, por alterar o ordenamento dos genótipos nos ambientes, e dessa forma haver falta de sensibilidade para seleção e recomendação desse material, comercialmente. Esses fenômenos interferem na classificação relativa dos genótipos, dificultando a sua avaliação e fazendo com que as interpretações das estimativas fenotípicas não possam ser estendidas a programas de melhoramento de outras regiões.

A significância dessas interações deve ser interpretada, a princípio, como uma indicação de que existem genótipos particularmente adaptados a determinados ambientes (adaptação específica) e outros que sejam menos influenciados pelas variações ambientais podendo ser explorados em vários ambientes (adaptação geral). Essa última apresenta, como inconveniente, o fato de estar associado a uma baixa produtividade, o que impede a recomendação desses cultivares de maneira generalizada, acarretando maiores dificuldades e, exigindo a adoção de medidas que controlem ou minimizem os efeitos dessa interação, para que seja possível, assim, proceder a uma recomendação mais segura (OSMIR, 2003).

Segundo RAMALHO et al. (1993), uma opção teoricamente possível para atenuar os efeitos da interação GxA é a identificação de cultivares com adaptação específica para cada ambiente, associada à estratégia do zoneamento ecológico. O procedimento apresenta dificuldades de implementação por parte das instituições de pesquisa, por serem altamente dispendiosos e por exigir trabalho de conscientização agrícola que atualmente pode inviabilizar a sua adoção. Segundo CARBONELL et al. (2001), a preferência para cultivares com adaptação ampla aos vários ambientes se deve à sobreposição e ao descontrole das épocas de plantio pelos agricultores que antecipam ou ultrapassam á época definida pelo zoneamento ecológico da cultura, uma vez que o Registro nacional de cultivares (RNC), do

Ministério da Agricultura e Abastecimento, registra novas cultivares para plantio conforme as regiões edafoclimáticas.

## 2.3 Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica

A interação GxA pode tornar-se indesejável nos programas de melhoramento, dificultando a recomendação de cultivares em vários ambientes. Para atenuar os efeitos dessa interação uma alternativa que pode ser tomada é na identificação de genótipos com maior estabilidade aos ambientes de cultivo.

O estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica pode ser realizado por várias metodologias. As diferenciações entre elas devem-se aos variados conceitos de estabilidade considerados e aos cálculos estatísticos empregados para estimativa dos parâmetros utilizados na interpretação. Algumas delas mostram certa concordância entre si, ou seja, genótipo estável seria aquele que, quando cultivado em vários ambientes, apresentaria pouca oscilação para o caráter avaliado. Lembrando-se que os parâmetros de estabilidade estimados são específicos para o grupo de genótipos em estudo, para os ambientes considerados, não se podendo extrapolar os resultados obtidos para outros grupos de genótipos (FERREIRA et al., 2006).

O estudo da estabilidade e adaptabilidade é uma maneira de avaliar o fenômeno da interação entre genótipos e ambientes sendo de importância capital para o melhorista, cujo interesse maior é a obtenção de materiais que se comportem bem não somente em um ambiente particular, mas também sob diferentes condições ambientais (HOOGERHEIDE et al., 2007).

## 2.4 Conceitos de Estabilidade e Adaptabilidade

Segundo LIN et al. (1986), existem basicamente três conceitos de estabilidade:

- Tipo 1: a cultivar será considerada estável se sua variância fenotípica entre os ambientes for pequena (estabilidade no sentido biológico);
- Tipo 2: a cultivar será considerada estável se sua resposta ao ambiente é paralela ao desempenho médio de todos os materiais genéticos avaliados nos experimentos;
- Tipo 3: a cultivar será estável se o quadrado médio dos desvios de regressão for baixo, próximo a zero, indicando alta confiabilidade na resposta estimada.

As estatísticas relacionadas ao Tipo 1 estão relacionadas ao conceito de estabilidade no sentido biológico ou estático e são altamente dependentes do grupo de ambientes

escolhidos, sendo análoga ao conceito de homeostase; tem pouca utilidade para conjuntos de muitos ambientes, podendo ser úteis em áreas geográficas mais restritas; este tipo de estabilidade esta associada a respostas relativamente pobres em ambientes de baixas produtividades em ambientes altamente produtivos. O Tipo 2 esta ligado ao conceito de estabilidade de genótipos avaliados. As estatísticas do Tipo 3 mostram o quanto os dados se ajustam bem á regressão, mas estabelecem relação direta com a estabilidade dos genótipos.

Segundo DUARTE (1988), várias definições de estabilidade fenotípica tem sido encontradas na literatura. O autor cita, a proposta do termo homeostase, em que a estabilidade fenotípica refere-se ao fenômeno pelo qual um dado genótipo é capaz de manter constante sua expressão fenotípica diante das influências ambientais variáveis, ou seja, a propriedade de um genótipo com norma de reação estreita. A homeostase é a capacidade da planta em adaptar as suas funções fisiológicas às mudanças dos ambientes onde cresce, de forma a ser menos afetada por elas. Homeostase assim, é a presença fenotípica canalizada dentro de limites relativamente estreitos sob ambientes distintos. Um genótipo ou caráter é homeostático se tem resposta estável, ou seja, expressão fenótipica pouco variável de um ambiente para outro, o que corresponde a uma resposta relativamente constante em diferentes ambientes, o que para os melhoristas corresponde à chamada estabilidade biológica.

Segundo BECKER (1981), não há concordância entre os melhoristas quanto à definição de estabilidade produtiva, embora não haja divergência quanto à sua importância para o melhoramento genético. Este autor distinguiu dois tipos de estabilidade: estabilidade biológica ou homeostática diz respeito a um genótipo estável que apresenta variância mínima sob diferentes condições ambientais. O outro tipo refere-se à estabilidade no sentido agronômico, em que um genótipo estável deveria apresentar interação mínima com os ambientes e produtividade previsível para o nível de produtividade do ambiente.

Segundo CRUZ & REGAZZI (2001), entende-se por adaptabilidade a capacidade de os materiais aproveitarem vantajosamente o estímulo ambiental, ao passo que a estabilidade indica a capacidade dos mesmos mostrarem um comportamento altamente previsível de acordo com o ambiente.

Já o termo adaptabilidade corresponde à capacidade potencial de genótipos para assimilarem vantajosamente o estímulo ambiental. A adaptabilidade está associada à plasticidade fenotípica de um genótipo. Esta plasticidade fenotípica é a forma com que a expressão fenotípica de um dado caráter é alterada por diferentes ambientes. Um genótipo ou um determinado caráter avaliado em determinado genótipo tem resposta plástica, quando este

se flexibiliza, ou seja, varia a sua resposta fenotípica para ajustar-se às variações ambientais. Esse é um mecanismo adaptativo importante para as populações de plantas (MORAIS, 2005).

Segundo COSTA et al. (1999), o ideal é que uma cultivar apresente adaptabilidade geral e previsibilidade alta, capazes de responder ao estímulo de ambiente e de ser estável, mantendo bom desempenho quando as condições ambientais forem desfavoráveis à cultura. Assim, o estudo da adaptabilidade e estabilidade das cultivares tem grande importância em qualquer programa de melhoramento vegetal.

**2.5 Análise AMMI**

A análise AMMI, combina em um único modelo, componentes aditivos para os efeitos principais (genótipos e ambientes) e componentes multiplicativos para os efeitos da interação G x A (DUARTE & VENCOVSKY, 1999). Tendo como seus precursores os trabalhos de Fisher & Mackenzie (1923), Gilbet (1963), Gollob (1968) e Mandel (1969; 1971), segundo (GAUCH & ZOBEL, 1996).

Este método requer a estimação dos efeitos principais por meio da análise de variância, e os resíduos provenientes da aditividade desses efeitos são separados em um termo multiplicativo e um desvio do modelo (ANICCHIARICO, 2002). É possível F + 1 modelos, em que, F = [(g-1) (a-1)], o "g" representa o número de genótipos e "a" o número de ambientes (GAUCH, 1992). Como é impraticável fazer uma representação gráfica biplot com mais de três eixos é recomendável seguir até modelo AMMI3 (CARBONELL et al. 2004). Buscando assim encontrar o modelo AMMI*n* que melhor explica as interações da população estudada. Uma das vantagens do método AMMI está na representação em um único gráfico, denominado biplot os efeitos de interação para cada genótipo e cada ambiente (BONELLI et al., 2005).

Na parte aditiva do modelo é considerado a media geral e efeitos de genótipos e ambientes, enquanto na multiplicativa a interação G x A pode ser estudada por uma análise de componentes principais (ACP). O uso da ACP resume à interação G x A em poucos eixos ($SQ_{GXA}$ padrão), utilizando poucos graus de liberdade descartando um resíduo adicional (GAUCH, 1992).

A análise AMMI não pressupõe que os desvios de aditividade decorrentes do ajuste dos efeitos principais (genótipos e ambientes) sejam somente resultantes da interação G x A. Esses desvios podem conter 'ruídos' não relacionados à resposta diferencial dos genótipos aos ambientes. Descartando estes 'ruídos' permite melhor caracterizar os fatores genéticos e ambientais realmente envolvidos na interação. Assim a análise possibilita

descrever simultaneamente os padrões de agrupamento dos genótipos e dos ambientes, permitindo inferir também sobre as relações adaptativas entre os dois fatores (GAUCH, 1992).

ZOBEL et al. (1988), afirmam que o método AMMI permite uma análise mais detalhada da interação G x A, garante a seleção de genótipos mais produtivos, propicia estimativas mais precisas das respostas genotípicas e possibilita uma fácil interpretação gráfica dos resultados da análise estatística.

Segundo GAUCH & ZOBEL (1996), esta análise pode ajudar tanto na identificação de genótipos de alta produtividade e largamente adaptados, como na realização do zoneamento agronômico, com fins de recomendação regionalizada e seleção de locais de teste. A metodologia AMMI é consistente com os objetivos do melhoramento, uma vez que seleciona genótipos e ambientes favoráveis (CORREIA et al., 2008)

SILVA et al. (2002), relatam que a metodologia AMMI, em relação aos de regressão linear, possibilitou inferir em situações onde se tem restrição quanto ao número de ambientes, mostrando-se mais adequada em discriminar melhor o comportamento dos materiais genéticos avaliados.

Segundo SILVA & DUARTE (2006) métodos baseados em diferentes princípios devem ser utilizados em conjunto. No trabalho de PEREIRA et al. (2009), comparando métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum, os métodos de Lin & Binns modificado e de Annicchiarico não mostraram associação com AMMI, o que indica que um deles pode ser utilizado em conjunto com AMMI. As correlações de AMMI com os métodos de Lin & Binns, Lin & Binns modificado e Annicchiarico aumentaram e passaram a ser significativas com a inclusão das médias, o que pode ser explicado ao levar-se em conta que a média, utilizada em conjunto com o parâmetro de estabilidade obtido pelo método AMMI, apresentou peso de 50% na classificação final dos genótipos. A utilização conjunta de métodos que apresentaram alta correlação não é indicada. É recomendada a utilização conjunta de métodos de estudo de adaptabilidade e estabilidade, sendo um entre os métodos de Lin & Binns, Lin & Binns modificado e Annicchiarico e outro entre os métodos de Eberhart & Russel, Cruz e AMMI.

### 2.5.1 Análise de componentes principais

Segundo CRUZ (1990), para a identificação de materiais genéticos superiores, numa população, os melhoristas necessitam avaliar vários caracteres de natureza agronômica,

morfologia, fisiologia, comercial, etc. A seleção com base em um ou poucos caracteres acaba resultando em materiais com desempenho não tão favoráveis para caracteres não considerados. Isto pode levar à rejeição precoce do material por parte de agricultores, consumidores, industriais, etc. Os resultados de analises univariadas, para um grande número de caracteres, são de difícil manipulação quando o objetivo é identificar os genótipos com as melhores combinações de características. Isso torna o procedimento praticamente inexeqüível. Especialmente quando o número de genótipos é elevado (DUARTE, 1997). PIMENTEL GOMES (1990), afirma que, somente havendo independência entre as variáveis (situação difícil na prática), as análises univariadas resolveriam o problema. Assim, para aumentar a probabilidade de êxito, num programa de melhoramento, deve-se combinar grande número de caracteres, com análise estatística eficiente em extrair as informações principais contida numa grande massa de dados.

JOHNSON & WICHERN (1992), classificam as aplicações de análise estatística multivariada em apenas três grupos: 1) análises inferenciais sobre médias e modelos lineares; 2) análise da estrutura de covariância; e 3) técnicas de classificação e agrupamento. As análises da estrutura de covariância, entre as quais os autores mencionam: análise de componentes principais, para explicar essa estrutura através de umas poucas combinações lineares das variáveis originais.

A análise de componentes principais (ACP), como já comentado, foi idealizada por Karl Pearson no início do século XX em (1901). De acordo com JOHNSON & WICHERN (1992), a análise de componentes principais procura explicar a estrutura de variância-covariância através de umas poucas combinações lineares das variáveis originais. A análise de componentes principais é associada à idéia de redução da massa de dados, com menor perda possível da informação (VARELLA, 2009). Possui apresenta em uma forma gráfica o máximo de informações presentes na matriz de dados, permitindo deste modo visualizar as proximidades entre os indivíduos e os vínculos entre as variáveis.

A ACP é um método estatístico essencialmente descritivo e consiste em reescrever as coordenadas das amostras em outro sistema de eixo mais conveniente para a análise dos dados. Em outras palavras, as n-variáveis originais geram, através de suas combinações lineares, n-componentes principais, cuja principal característica, além da ortogonalidade, é que são obtidos em ordem decrescente de máxima variância, ou seja, a componente principal 1 detém mais informação estatística que a componente principal 2, e assim por diante. Este método permite a redução da dimensionalidade dos pontos representativos das amostras, pois,

embora a informação estatística presente nas n-variáveis originais seja a mesma dos n componentes principais, é comum obter em apenas 2 ou 3 das primeiras componentes principais mais que 90% desta informação. O gráfico do componente principal 1 com o componente principal 2 fornece uma janela privilegiada (estatisticamente) para observação dos pontos no espaço n-dimensional. A análise de componentes principais também pode ser usada para julgar a importância das próprias variáveis originais escolhidas, ou seja, as variáveis originais com maior peso na combinação linear dos primeiros componentes principais são as mais importantes do ponto de vista estatístico (MOITA NETO & MOITA, 1998).

No melhoramento de plantas, segundo CRUZ (1990), o uso da ACP permite: i) examinar correlações entre caracteres; ii) resumir o conjunto de dados num outro, menor e de sentido biológico; iii) avaliar a importância relativa de caracteres na discriminação de genótipos, fornecendo elementos para o descarte daqueles pouco discriminantes e/ou redundantes; iv) construir índices que possibilitem o agrupamento ou classificação de genótipos, bem como a seleção simultânea para vários caracteres; e v) agrupar indivíduos similares mediante exame em dispersões gráficas bi ou tridimensional, permitindo, assim: identificar progenitores divergentes para hibridações, otimizar a manipulação de acesso em baços de germoplasma, estabelecer relação entre divergência genética e geográfica,etc.

É possível a determinação de tantos componentes principais quantas forem as variáveis originais, desde que nenhuma delas (variáveis) seja uma exata combinação linear das demais, o que resultaria num componente principal (cp) de escores nulos. Assim, o número de cp`s equivale ao posto da matriz de covariâncias ou correlações.

MANLY (1986) define os seguintes passos para realização de uma ACP: i) padronização dos dados para variável; ii) obtenção da matriz de covariâncias entre as variáveis; iii) obtenção dos autovalores desta matriz e os correspondentes autovetores; iv) descarte de componentes principais que contêm uma pequena proporção de variação, retendo preferencialmente três deles desde que expliquem ao menos 70% da variáveis; v) dispersão gráfica dos indivíduos no sistema de coordenadas principais; e iv) análise da correlação entre os componentes principais e as variáveis originais, buscando sentido biológico para os componentes.

### 2.5.2 Genótipo suplementar

Ferramenta utilizada para aumentar a precisão na identificação de um genótipo que tenha características agronômicas desejáveis, estabilidade de produção e elevada produtividade média em cada local avaliado nos experimentos. Sendo este genótipo suplementar (GS), virtual (PACHECO et al., 2005).

O GS é um vetor adicionado na matriz de dados originais para identificar virtualmente indivíduos interessantes nas linhas da matriz ou variáveis por meio das colunas (PACHECO et al., 2005).

Segundo essa abordagem, a superioridade agronômica de um genótipo deve ser avaliada relativamente às máximas produtividades observadas em cada ambiente. Assim, um genótipo teoricamente ideal seria aquele que reunisse, ao longo dos ambientes de teste, essas produtividades máximas.

Assim, genótipos com valores de IPCA1 próximos a zero demonstram estabilidade aos ambientes de teste; combinações de genótipos e ambientes com escores IPCA de mesmo sinal têm interações específicas positivas; e combinações de sinais opostos apresentam interações específicas negativas. Considerando o genótipo suplementar este deve ser interpretado como o de máxima produtividade em cada ambiente de acordo com LIN & BINNS (1988).

A quantificação do genótipo suplementar foi baseada no método de LIN & BINNS (1988), em que o critério para a resposta máxima em cada situação, e o melhor genótipo é medido por meio da máxima produção em cada ambiente (PACHECO et al., 2005).

Os elementos suplementares consistem em linhas e, ou, colunas adicionais à matriz original de dados multivariados (X), que representem indivíduos (linhas) ou variáveis (colunas) teoricamente interessantes (PACHECO et al., 2005).

Segundo PACHECO (2004) é necessário ressaltar que a nova representação gráfica (incluindo elementos suplementares) deve ser construída de modo a não afetar a estrutura de covariância original dos dados, isto é, mantendo-se os posicionamentos relativos dos indivíduos e das variáveis reais.

Para a realização da análise foi desenvolvida uma rotina computacional em linguagem SAS/IML, onde foram feitas adaptações ao programa disponibilizado por (DUARTE & VENCOVSKY, 1999).

## 2.6 Análise LIN & BINNS (1988) Modificado por CARNEIRO (1998)

A interação genótipos x ambientes constitui-se num dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na de recomendação de cultivares. Entre as alternativas para minimizar esse problema está à escolha de variedades com ampla adaptação e boa estabilidade (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Diferentes metodologias para avaliar a adaptabilidade e a estabilidade têm sido desenvolvidas e, ou, aprimoradas. Tais procedimentos se baseiam em análise de variância, regressão linear, regressão não linear, análises multivariadas e estatísticas não paramétricas (BASTOS et al., 2007).

Para as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade das características avaliadas foi utilizada uma metodologia não-paramétricas: metodologia proposta por Lin & Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), levando em consideração diferenças em relação à reta bissegmentada ponderadas pelo coeficiente de variação residual. A metodologia apresenta estimativas de parâmetros apenas para recomendação geral de cultivares.

LIN & BINNS (1988) definiram como medida para estimar a performance genotípica, o quadrado médio da distância entre a média do cultivar e a resposta média máxima para todos os ambientes. Este método pondera os desvios de comportamento dos cultivares nos ambientes, ou seja, considera a estabilidade de comportamento. Além disso, leva em consideração o rendimento do genótipo e a resposta relativa a um genótipo hipotético que é uma medida de adaptabilidade.

Este método foi modificado por CARNEIRO (1998), para atender às necessidades de se identificar genótipos superiores nos grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, utilizando a mesma metodologia de classificação de ambientes definidas em EBERHART & RUSSELL (1966). Em seu trabalho CARNEIRO (1998), propôs análise multivariada da adaptabilidade e estabilidade.

Na metodologia de LIN & BINNS (1988), o desempenho geral dos genótipos é definido como sendo o quadrado médio da distância entre a média do cultivar e a resposta média máxima para todos os locais, de modo que, genótipos com menores valores correspondem aos de melhor desempenho. CARNEIRO (1998), decompôs a estatística Pig para atender à identificação de genótipos superiores nos grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis.

O método de Lin & Binns (1988), mede a estabilidade pela estimativa do índice de superioridade Pi. Assim, são desejáveis as cultivares com menor Pi, pois apresentam menor desvio em relação à produtividade máxima em cada ambiente, isto é, tem desempenho próximo do máximo na maioria dos ambientes. CARNEIRO (1998), propôs uma modificação na metodologia de Lin & Binns (1988), ou seja, fez a decomposição do estimador Pi em duas partes Pif (ambientes favoráveis) e em Pid (ambientes desfavoráveis). Desse modo, foi possível identificar germoplasma de feijão com maior estabilidade (<Pi), mais responsivos a ambientes favoráveis (<Pif) e mais adaptados a ambientes desfavoráveis (<Pid) (CARBONELL et al., 2001; MELO et al., 2007).

A aplicação do método de Lin e Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), também possibilitou a identificação dos genótipos mais estáveis (<$P_i$), dos mais responsivos a ambientes favoráveis (<$P_{if}$) e dos mais adaptados a ambientes desfavoráveis (<$P_{id}$) (CARBONELL et al., 2001).

Conforme proposto por CARNEIRO (1998), obteve-se a estatística MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento) em ambientes favoráveis ( *Pif* ) e desfavoráveis ( *Pid* ), visando identificar genótipos específicos para cada tipo de ambiente.

LIN et al. (1986) apresentaram críticas aos métodos que se baseiam no desvio da regressão como parâmetro de estabilidade. Segundo os autores, esse parâmetro serve apenas para indicar o ajuste dos dados à equação obtida, ao invés de maior ou menor estabilidade da cultivar. Reiteram que, baixa adaptação representada por elevado ou coeficiente de determinação pequeno, deve ser interpretada como indicativo de que o uso do modelo de regressão para estimar a estabilidade não é apropriado e que alternativas devam ser investigadas. Entretanto, a facilidade na interpretação dos resultados popularizou seu emprego. A estimativa da MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento) fornece direcionamento da resposta aos diferentes tipos de ambientes. Assim, a recomendação geral é feita com base no Pi original de LIN e BINNS (1988), e para ambientes favoráveis e desfavoráveis, conforme a decomposição proposta por Carneiro.

Nas análises de estabilidade e adaptabilidade multivariada propostas por CARNEIRO (1998), baseado em LIN & BINNS (1988), foram obtidos resultados discordantes das análises univariadas, indicando que outras variáveis apresentaram efeitos significativos na classificação dos genótipos; assim, por indução, chega-se à conclusão de que este procedimento tem importante efeito complementar à metodologia univariada, pois, pode-

se conhecer melhor os genótipos quando vários caracteres são considerados e seus ambientes caracterizados.

# 3 MATERIAL E MÉTODOS

## 3.1 Material Genético

Foram utilizados neste estudo 22 linhagens e cultivares de feijoeiro de tegumento carioca e preto pertencentes aos ensaios de VCU (“Valor de Cultivo e Uso) de 2007/2008/2009, para Estado de São Paulo, sendo 4 linhagens da EMBRAPA, cinco linhagens do IAC, quatro linhagens do IAPAR e dois linhagens da UFLA e os cultivares padrões IAC Alvorada e Pérola, do grupo Carioca e, IAC-Una e IAC-Diplomata, do grupo Preto (Tabela 1).

**Tabela 1** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – VCU 2007/2008/2009, no Estado de São Paulo.

| Cultivares e Linhagens de Feijoeiro | Tipo de grão | Instituição |
|---|---|---|
| 1-IAC Alvorada (testemunha) | Carioca | IAC |
| 2-Pérola (testemunha) | Carioca | EMBRAPA |
| 3-IAC-Diplomata (testemunha) | Preto | IAC |
| 4-IAC-Una (testemunha) | Preto | IAC |
| 5-GenC2-1-1 | Carioca | IAC |
| 6-GenC2-1-3 | Carioca | IAC |
| 7-GenC2-1-5 | Carioca | IAC |
| 8-GenC2-1-6 | Carioca | IAC |
| 9-GenC2-1-7 | Carioca | IAC |
| 10-GenC8-4-3 | Carioca | IAC |
| 11-CNFC 10408 | Carioca | EMBRAPA |
| 12-CNFC 10429 | Carioca | EMBRAPA |
| 13-CNFC 10431 | Carioca | EMBRAPA |
| 14-CNFC 10470 | Carioca | EMBRAPA |
| 15-Gen99TG9-84-1 | Preto | IAC |
| 16-Guará | Carioca | EPAGRI |
| 17-Juriti Claro | Carioca | IAPAR |
| 18-LP 02-02 | Carioca | IAPAR |
| 19-LP 04-72 | Preto | IAPAR |
| 20-LP 04-92 | Preto | IAPAR |
| 21-MAI-25 | Carioca | UFLA |
| 22-Z-22 | Carioca | UFLA |

### 3.2 Ambientes Utilizados na Condução dos Experimentos

Estes ensaios foram semeados na época das águas/2007, seca/2008, inverno/2008 e águas/2008 e seca 2009 e de inverno de 2009. Os ambientes utilizados para a condução dos experimentos nas respectivas épocas de semeadura foram os municípios abaixo relacionados,

totalizando 24 ambientes. Sempre conservando o número mínimo de três locais por época de semeadura.

**Tabela 2** - Ambientes utilizados para a condução dos ensaios nas respectivas épocas de semeadura.

| Épocas de semeadura | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Águas/2007** | **Seca/2008** | **Inverno/2008** | **Águas/2008** | **Seca/2009** | **Inverno/2009** |
| Araras | C. Bonito | Andradina | Tatuí | Avaré | Colina |
| Avaré | Tatuí | Colina | M. A. do Sul | Mococa | Pindorama |
| C. Bonito | M. A do Sul | R. Preto | Mococa | Tatuí | R. Preto |
| M. A. do Sul | Avaré | Votuporanga | C. Bonito | | Votuporanga |
| | Mococa | | | | |

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados conforme as normas do MAPA/RNC para ensaios de feijoeiro, em três repetições de parcelas contendo quatro linhas de quatro metros de comprimento. O espaçamento entre linhas foi o de 0,5 metros com 10 a 12 plantas viáveis por metro linear e a área útil da parcela corresponde-as duas linhas centrais (4 $m^2$).

A adubação mineral foi realizada de acordo com a necessidade da cultura em cada situação agrícola, mas, em média foram aplicados 400 kg/ha da fórmula 4-14-8 na semeadura e 200 kg/ha de sulfato de amônio, em cobertura, aos 20 dias do ciclo. Os tratos culturais constaram de irrigações, de capinas manuais ou de aplicação de herbicidas, fungicidas e inseticidas, sempre que necessário.

### 3.3 Análise de Variância Individual e Conjunta

Foram utilizados dados de produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$), onde foram realizadas as análises de variância individual de cada experimento, para se avaliar a variabilidade genética entre os tratamentos e a precisão experimental. Em seguida, realizou-se a análise conjunta de variância, sendo aceitos os resultados de ensaios com coeficiente de variação de até 25%.

A análise de conjunta de variância foi realizada pelo modelo de blocos casualizados, constituído de efeitos fixos para genótipos, ambientes e para a interação de genótipos com ambientes. O modelo desta análise é dado por:

$$\mathbf{Y_{ijl} = \mu + b_{l(j)} + g_i + a_j + (ga)_{ij} + \varepsilon_{(il)j}}$$

$\mathbf{Y_{ijl}}$ : valor observado do genótipo i no bloco l (l = 1, 2, ..., r) e dentro do ambiente j;

$\boldsymbol{\mu}$ : média geral dos ensaios;

$\mathbf{g_i}$ : efeito fixo do genótipo i, com i = 1, 2, 3, ..., p;

$\mathbf{a_j}$ : efeito fixo do ambiente j, com j = 1, 2, 3, ..., q;

$\mathbf{(ga)_{ij}}$ : efeito fixo da interação do genótipo i com o ambiente j;

$\mathbf{b_{l(j)}}$ : efeito aleatório do bloco l dentro do ambiente j;

$\boldsymbol{\varepsilon_{(il)j}}$ : erro experimental.

Na análise conjunta avaliou-se a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos (QMR), verificada pela razão entre o maior e menor quadrado médio residual dos ensaios. Segundo PIMENTEL-GOMES (1990) as variâncias são consideradas homogêneas quando a razão entre o maior e o menor QMR $\leq 7,0$.

As análises de variância foram realizadas utilizando o procedimento ANOVA do programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM).

Realizou-se o teste de médias de Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), e melhor cultivar padrão correspondente no grupo carioca (IAC Alvorada ou Pérola).

A detecção da interação significativa de cultivares com épocas de semeadura possibilitaram a discriminação dos cultivares quanto à análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, utilizando-se os métodos: 1) AMMI com genótipo suplementar de PACHECO et al. (2005); 2) Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998).

### 3.4 Análise de Estabilidade e Adaptabilidade Fenotípica

Estudos de adaptabilidade e estabilidade dos valores fenotípicos foram realizados pelos procedimentos: 1- AMMI, com o uso do genótipo suplementar (GS) para avaliação quanto à produtividade. Este procedimento forneceu uma análise gráfica do desempenho dos

genótipos e nos diferentes ambientes; 2- Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) que estima o desempenho genotípico ($P_i$). Para que a recomendação atenda aos grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, que refletem de certa forma, ambientes onde há emprego de alta e baixa tecnologia, respectivamente, Carneiro (1998) propôs a decomposição do estimador $P_i$ nas partes devidas a ambientes favoráveis ($P_{if}$) e desfavoráveis ($P_{id}$). A classificação destes ambientes foi feita com base nos índices ambientais, definidos como a diferença entre a média dos cultivares avaliados em cada local e a média geral.

### 3.4.1 Método AMMI

As análises foram realizadas pela metodologia AMMI-modelo de efeitos principais aditivos e interacionais multiplicativos (MANDEL, 1971; KEMPTON, 1984; ZOBEL et al., 1988; GAUCH, 1992; GAUCH & ZOBEL, 1996; DUARTE & VENCOVSKY, 1999). A análise AMMI é uma combinação de métodos univariados (análise de variância) com métodos multivariados (análise de componentes principais e decomposição de valores singulares). No modelo proposto tem-se que:

$$Y_{ij} = \underbrace{\mu + g_i + e_j}_{aditiva} + \sum_{k=1}^{n} \underbrace{\lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk}}_{multiplicativa} + \underbrace{\rho_{ij}}_{aditiva} + \varepsilon_{ij}$$ , sendo que:

$Y_{ij}$: é a resposta média do genótipo i no ambiente j;

$\mu$: é a média geral das respostas;

$g_i$: é o efeito fixo do genótipo i (i=1, 2, ....g);

$e_j$: é o efeito fixo do ambiente j (j=1, 2, ...a);

$\lambda_k$: é a raiz quadrada do k-ésimo autovalor das matrizes (GE)(GE)' e (GE)'(GE) (de iguais autovalores não nulos);

$\gamma_{ik}$: é o i-ésimo elemento (relacionado ao genótipo i) do k-ésimo autovetor de (GE)(GE)';

$\alpha_{jk}$: é o j-ésimo elemento (relacionado ao ambiente j) do k-ésimo autovetor de (GE)'(GE);

$\varepsilon_{ij}$: é o erro experimental médio, assumido independentemente;

$\rho_{ij}$: é a porção ruido, sendo este o resíduo.

O valor de p é o posto da matriz de médias (k=1, 2, ... p) dado pelo mínimo entre (g-1) e (e-1) e n é o número de eixos ou componentes principais selecionados para descrever o padrão da interação G x A (DUARTE & VENCOVSKY, 1999).

Os termos multiplicativos são estimados da decomposição por valores singulares (DVS) da matriz de interações: $GA_{(gxa)}= [(g\hat{e})_{ij}]$. Segundo DUARTE & VENCOVSKY (1999), a abordagem AMMI buscou recuperar uma parcela da $SQ_{GxA}$ que determina o que é verdadeiramente resultante da interação genótipos x ambientes, sendo essa porção chamada padrão( $\sum_{k=1}^{n} \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{ij}$ ) e uma porção ruído ( $\rho_{ij}$ ), sendo este o resíduo adicional.

A $SQ_{GxA}$ foi particionada em n eixos singulares ou componentes principais que descreveu a porção padrão ou componentes principais que descreveu a porção da interação, cada eixo correspondendo a um modelo AMMI. A seleção do modelo que melhor descreve a interação pode ser realizada por dois métodos, sendo os mais utilizados chamados de teste F de GOLLOB, (1968) e o teste $F_r$ de CORNELIUS et al. (1992). O primeiro é obtido pela significância de cada componente relacionado ao QM erro médio dos eixos IPCA a serem retidos no modelo. Neste método, o cálculo dos graus de liberdade são dados por: $Gl_{IPCAn}$= g+e-1-2n, onde “g” é o número de genótipos, “e” é o número de ambientes e “n” o número de eixos ou componentes principais da matriz de interação.

Sob hipótese nula de que não haja mais do que “n” termos determinando a interação, a estatística tem distribuição F aproximada com $f_2$ graus de liberdade e Gl erro médio. Sob essa hipótese, o numerador da expressão apresentada a seguir ($SQ_{GxE}$ para o resíduo AMMI) é, aproximadamente, uma variável qui-quadrado. Assim, um resultado significativo pelo teste $F_r$ sugere que pelo menos um termo multiplicativo ainda deve ser adicionado aos “n” já ajustados (PIEPHO, 1995; DUARTE & VENCOVSKY, 1999):

$$F_{r,n} = (SQ_{GxA} - \sum_{k=1}^{n} \lambda_k^2 / (f_2 QM_{ERROmédio}) \text{ ; com: } f_2 = (g - 1 - n)\ (a - 1 - n)$$

Após a seleção do modelo AMMI, foi realizado o estudo de estabilidade e adaptabilidade pelo gráfico biplot. Os gráficos biplots foram obtidos através de combinações dos eixos ortogonais IPCA, representando, assim, as aproximações DVS de posto n. Esses gráficos captam a porção padrão da interação GxA, mostrando os genótipos e ambientes que

menos contribuíram para a interação (estáveis), combinações de genótipos e ambientes desejáveis quanto a adaptabilidade.

Após selecionar o modelo AMMI que melhor descreve a estrutura dos dados também foi predita a resposta de cada genótipo em cada ambiente pela expressão:

$$\hat{Y}_{ij} = \overline{Y}_{i.} + \overline{Y}_{.j} - \overline{Y}_{..} + \sum_{k=1}^{n=3} \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk}$$

onde,

$\hat{Y}_{ij}$ : é a estimativa da média dos genótipos predita após a análise AMMI para o genótipo i com o ambiente j;

$\overline{Y}_{i.}$ : é a média do genótipo i;

$\overline{Y}_{.j}$ : é a média do ambiente j;

$\overline{Y}..$ : é a média geral.

Uma das grandes virtudes do método AMMI está na possibilidade de representar os efeitos de cada genótipo e ambiente para a interação GxA, em um único gráfico denominado biplot. Esta representação é garantida em razão da decomposição por valores singulares aplicada a matriz de interação GxA (DUARTE, 1997).

A interpretação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos e ambientes será feita com base na análise gráfica do denominado biplot - AMMI. O termo biplot refere-se a um tipo de gráfico contendo duas categorias de pontos ou marcadores, um referindo-se a genótipos e outro a ambientes (DUARTE & VENCOVSKY, 1999).

A interpretação do *biplot* AMMI foi realizada a partir da aproximação dos genótipos e dos ambientes próximos do escore zero, que pouco contribuiu para a interação, indicando estabilidade. No biplot AMMI os genótipos em torno da linha da marca zero no PCA1, corresponde aos genótipos e ambientes mais estáveis (PACHECO et al., 2005). Foram também considerados estáveis os genótipos que se aproximaram do genótipo suplementar em se tratando dos genótipos portadores de características agronômicas desejáveis.

A quantificação do genótipo suplementar foi baseada no método de Lin & Binns (1988), onde o critério para a resposta máxima em cada situação, e o melhor genótipo é medido por meio da máxima produção em cada ambiente, sendo observado um ou mais genótipos suplementares. Para isto, deve-se considerar a distância quadrática entre as

projeções e a projeção específica do genótipo para cada eixo da interação (PACHECO et al., 2005).

Como forma de aumentar a precisão na identificação de um genótipo com ampla adaptabilidade, estabilidade de produção e elevada produtividade média em cada local avaliado nos experimentos e que tenha características agronômicas desejáveis incluir-se um genótipo suplementar na análise (Genótipo virtual – *GS*).

Esse *GS* é um vetor adicionado na matriz de dados originais para identificar virtualmente indivíduos interessantes nas linhas da matriz ou variáveis por meio das colunas.

### 3.4.2 Lin & binns (1988) modificado por Carneiro (1998)

No método de Lin e Binns (1988), define-se como medida para se estimar a performance genotípica ($P_i$), o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima para todos os ambientes. Desde que a resposta máxima esteja no limite superior em cada ambiente, o quadrado médio menor, ou seja o $P_i$ menor indicará uma superioridade geral da cultivar em questão. Esta medida de superioridade é dada por:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} (Y_{ij} - M_j)^2}{2a}$$

em que

$P_i$ : é a estimativa do parâmetro de estabilidade da cultivar i;

$Y_{ij}$ : é a produtividade da i-ésima cultivar no j-ésimo ambiente;

$M_j$ : é a resposta máxima observada entre todas as cultivares no ambiente j;

a : é o número de ambientes.

Porém, para que a recomendação de cultivares atenda ao conceito de grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, como no método de CRUZ et al. (1989), que refletem de certa forma, ambientes onde há emprego de alta e baixa tecnologia, respectivamente, foi feita por CARNEIRO (1998) a decomposição desse estimador $P_i$, nas partes devidas a ambientes favoráveis ($P_{if}$) e desfavoráveis ($P_{id}$). A classificação destes ambientes foi feita com base nos índices ambientais, definidos como a diferença entre a média das cultivares avaliadas em cada ambiente e a média geral dos experimentos.

Para os ambientes favoráveis, com índices maiores ou iguais a zero, $P_{if}$ foi estimado conforme a seguir:

$$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^{f} (Y_{ij} - M_j)^2}{2f}$$

em que

f é o número de ambientes favoráveis;

$Y_{ij}$ e $M_j$ como definidos anteriormente.

Da mesma forma para os ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos,

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^{d} (Y_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

em que d é o número de ambientes desfavoráveis.

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.1 ANAVA Individual e Conjunta - Produtividade Média de Genótipos e Ambientes.

As análises de variância individuais por local referente à época das águas de 2007 e 2008, seca 2008 e 2009 e inverno 2008 e 2009 foram realizadas pelo programa SAS e seus resultados são apresentados nas tabelas 3 a 8 para os ensaios de VCU de grãos de tegumento carioca e preto.

**Tabela 3** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$) referente à safra das Águas de 2007, no estado de São Paulo.

| Cultivares e Linhagens de Feijoeiro (grão: C=Carioca e P=Preto) | Ambientes | | | | Média[1/] (Kg.ha$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Araras | Avaré | Capão Bonito | Monte Alegre do Sul | |
| **VCU – Carioca e Preto** | | | | | |
| IAC Alvorada (C) | **2093** | 2453 | 1703 | 3021 | 2317 |
| Pérola (C) | 1079 | **2811** | **3194** | **3396** | **2620** |
| IAC-Diplomata (P) | 1899 | 2143 | **3123** | 2842 | 2502 |
| IAC-Una (P) | **2003** | **2308** | 2562 | **3367** | **2560** |
| GenC2-1-1 (C) | 2195 | 2478 | 2509 | 3533 | 2679 |
| GenC2-1-3 (C) | 2002 | 2698 | 3036 | 3942 | 2919 |
| GenC2-1-5 (C) | 1910 | 2092 | 2338 | 3258 | 2400 |
| GenC2-1-6 (C) | 1783 | 2219 | 2250 | 3683 | 2484 |
| GenC2-1-7 (C) | 2323 | 2372 | 2877 | 3779 | 2838 |
| GenC8-4-3 (C) | 1931 | 2291 | 2959 | 2850 | 2508 |
| CNFC 10408 (C) | 1737 | 3290 | 3518 | 3154 | 2925 |
| CNFC 10429 (C) | 2333 | 2230 | 2680 | 3033 | 2569 |
| CNFC 10431 (C) | 2353 | 2349 | 2059 | 2929 | 2423 |
| CNFC 10470 (C) | 2242 | 2875 | 2528 | 3046 | 2673 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 2528 | 1613 | 2118 | 3025 | 2071 |
| Guará (C) | 2100 | 1746 | 2668 | 3879 | 2598 |
| Juriti Claro (C) | 2469 | 2997 | 3289 | 4083 | 3210 |
| LP 02-02 (C) | 2451 | 2588 | 3071 | 3367 | 2869 |
| LP 04-72 (P) | 2196 | 2619 | 3376 | 3813 | 3001 |
| LP 04-92 (P) | 1958 | 2293 | 3109 | 3488 | 2712 |
| MAI-25 (C) | 1963 | 2637 | 2554 | 3504 | 2664 |
| Z-22 (C) | 2196 | 3218 | 3036 | 3292 | 2935 |
| **Média** | **2034** | **2469** | **2753** | **3377** | **2658** |
| **C.V. (%)** | **22,64** | **17,67** | **20,01** | **17,16** | **19,20** |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **1151** | **1091** | **1377** | **1448** | **615** |

[1/] Média dos experimentos com coeficiente de variação inferior a 25%,

* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

**Tabela 4 -** Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$) referente à safra da Seca de 2008, no estado de São Paulo.

| Cultivares e Linhagens de Feijoeiro (grão: C=Carioca e P=Preto) | Ambientes | | | | | Média[1/] (Kg.ha$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Capão Bonito | Tatuí | Monte Alegre do Sul | Avaré | Mococa | |
| **VCU – Carioca e Preto** | | | | | | |
| IAC Alvorada (C) | 1463 | 875 | 1721 | 2528 | 1021 | 1522 |
| Pérola (C) | **1625** | **2033** | **1754** | **2795** | **1563** | **1954** |
| IAC-Diplomata (P) | 1242 | 1291 | 996 | **2620** | 1029 | 1436 |
| IAC-Una (P) | **1292** | **1745** | **1621** | 2326 | **1617** | **1720** |
| GenC2-1-1 (C) | **2492*** | 2218 | 2196 | 2695 | 1704 | 2261 |
| GenC2-1-3 (C) | 2071 | 1594 | 2254 | 2898 | 1442 | 2052 |
| GenC2-1-5 (C) | 1725 | 1928 | 2108 | 2333 | 1679 | 1955 |
| GenC2-1-6 (C) | **2508*** | 2440 | 2033 | 2328 | 1075 | 2077 |
| GenC2-1-7 (C) | 2175 | 2048 | 2254 | 2243 | 1729 | 2090 |
| GenC8-4-3 (C) | 2158 | 574 | 1975 | 2485 | 1479 | 1734 |
| CNFC 10408 (C) | 2313 | 1983 | 1275 | 2640 | 1383 | 1919 |
| CNFC 10429 (C) | 2325 | 1430 | 1825 | 2623 | 1258 | 1892 |
| CNFC 10431 (C) | 1679 | 872 | 1629 | 2567 | 1767 | 1703 |
| CNFC 10470 (C) | 1221 | 1473 | 1496 | 2872 | 1288 | 1670 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 1171 | 1246 | 1296 | 2353 | 1225 | 1518 |
| Guará (C) | 1575 | 588 | 1517 | 2818 | 946 | 1489 |
| Juriti Claro (C) | 1867 | 2471 | 2425 | 2940 | 1171 | 2175 |
| LP 02-02 (C) | 1821 | 2448 | 963 | 3024 | 1258 | 1903 |
| LP 04-72 (P) | **2454*** | 2073 | 1575 | 2573 | 1621 | 2059 |
| LP 04-92 (P) | 1788 | 2386 | 1458 | 2438 | 1550 | 1924 |
| MAI-25 (C) | 2375 | 1217 | 1479 | 2343 | 1625 | 1808 |
| Z-22 (C) | 1621 | 1357 | 2267 | 2811 | 1529 | 1917 |
| **Média** | **1862** | **1649** | **1733** | **2602** | **1421** | **1853** |
| **C.V. (%)** | **17,82** | **19,14** | **17,23** | **16,18** | **24,45** | **18,64** |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **829** | **789** | **746** | **1053** | **869** | **372** |

[1/] Média dos experimentos com coeficiente de variação inferior a 25%,

* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

**Tabela 5** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$) referente à safra de Inverno de 2008, no estado de São Paulo.

| Cultivares e Linhagens de Feijoeiro (grão: C=Carioca e P=Preto) | Ambientes | | | | Média[1/] (Kg.ha$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Andradina | Colina | R.Preto | Votuporanga | |
| **VCU – Carioca e Preto** | | | | | |
| IAC Alvorada (C) | **1892** | **3443** | **3460** | 3000 | **2949** |
| Pérola (C) | 1475 | 2655 | 2599 | **3083** | 2453 |
| IAC-Diplomata (P) | **1892** | 3085 | **4220** | **3956** | **3073** |
| IAC-Una (P) | 1667 | **3217** | 2989 | 3221 | 2773 |
| GenC2-1-1 (C) | 1700 | 2853 | 2380 | 2913 | 2462 |
| GenC2-1-3 (C) | 1808 | 3785 | 2920 | 3413 | 2981 |
| GenC2-1-5 (C) | 1992 | 3333 | 3233 | 3054 | 2903 |
| GenC2-1-6 (C) | 1683 | 3125 | 2608 | 3225 | 2660 |
| GenC2-1-7 (C) | 1092 | 3135 | 3138 | 3233 | 2649 |
| GenC8-4-3 (C) | 1475 | 3187 | 2839 | 3554 | 2764 |
| CNFC 10408 (C) | 1858 | 3422 | 3216 | 2654 | 2787 |
| CNFC 10429 (C) | 1108 | 2987 | 3058 | 3167 | 2580 |
| CNFC 10431 (C) | 1900 | 2944 | 2909 | 3188 | 2735 |
| CNFC 10470 (C) | 1325 | 2915 | 2855 | 3475 | 2642 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 1550 | 2627 | 2547 | 3146 | 2467 |
| Guará (C) | 1583 | 3185 | 3238 | 3454 | 2865 |
| Juriti Claro (C) | 1842 | 3370 | 2821 | 3392 | 2856 |
| LP 02-02 (C) | 1800 | 3508 | 3357 | 3204 | 2967 |
| LP 04-72 (P) | 2117 | 3493 | 3399 | 3475 | 3121 |
| LP 04-92 (P) | 1250 | 3122 | 2921 | 3375 | 2667 |
| MAI-25 (C) | 1475 | 3493 | 3496 | 3271 | 2919 |
| Z-22 (C) | 1908 | 3082 | 2900 | 3288 | 2794 |
| **Média** | **1652** | **3180** | **3050** | **3222** | **2776** |
| **C.V. (%)** | **20,41** | **11,28** | **14,72** | **13,82** | **14,43** |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **843** | **897** | **1122** | **1113** | **483** |

[1/] Média dos experimentos com coeficiente de variação inferior a 25%,

* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

**Tabela 6 -** Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$) referente à safra de Águas de 2008, no estado de São Paulo.

| Cultivares e Linhagens de Feijoeiro (grão: C=Carioca e P=Preto) | Ambientes | | | | Média[1/] (Kg.ha$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Tatuí | Monte Alegre do Sul | Mococa | Capão Bonito | |
| **VCU – Carioca e Preto** | | | | | |
| IAC Alvorada (C) | 2263 | 2475 | 1337 | 3179 | 2314 |
| Pérola (C) | **2426** | **2804** | **2267** | **3387** | **2721** |
| IAC-Diplomata (P) | 1614 | 2313 | 1521 | 3046 | 2123 |
| IAC-Una (P) | **2390** | **2958** | **1887** | **3667** | **2726** |
| GenC2-1-1 (C) | 2393 | 2796 | 1533 | 3708 | 2608 |
| GenC2-1-3 (C) | 2128 | 3263 | 1346 | 4025 | 2690 |
| GenC2-1-5 (C) | 1889 | 3321 | 1417 | 4075 | 2675 |
| GenC2-1-6 (C) | 1739 | 3213 | 1208 | 3904 | 2516 |
| GenC2-1-7 (C) | 1723 | 2750 | 1796 | 4062 | 2583 |
| GenC8-4-3 (C) | 1820 | 2958 | 1750 | 3621 | 2537 |
| CNFC 10408 (C) | 2580 | 2654 | 1837 | 4317 | 2847 |
| CNFC 10429 (C) | 2318 | 2550 | 1358 | 3596 | 2455 |
| CNFC 10431 (C) | 1870 | 2221 | 1825 | 3433 | 2337 |
| CNFC 10470 (C) | 1603 | 2396 | 1912 | 3512 | 2356 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 1477 | 2100 | 1233 | 3746 | 2139 |
| Guará (C) | 2131 | 2521 | 1900 | 3746 | 2574 |
| Juriti Claro (C) | 2144 | 2704 | 1317 | 4006 | 2543 |
| LP 02-02 (C) | 1835 | 2717 | 1733 | 3883 | 2542 |
| LP 04-72 (P) | 2620 | 2704 | 1904 | 3450 | 2670 |
| LP 04-92 (P) | 1864 | 2925 | 1954 | 3992 | 2684 |
| MAI-25 (C) | 2359 | 2329 | 2017 | 3346 | 2513 |
| Z-22 (C) | 2054 | 3200 | 1667 | 3036 | 2791 |
| **Média** | **2056** | **2721** | **1669** | **3725** | **2543** |
| **C.V. (%)** | **20,18** | **12,82** | **18,17** | **15,51** | **16,68** |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **1037** | **872** | **758** | **1444** | **511** |

[1/] Média dos experimentos com coeficiente de variação inferior a 25%,

* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

**Tabela 7** - Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$) referente à safra de Seca de 2009, no estado de São Paulo.

| Cultivares e Linhagens de Feijoeiro (grão: C=Carioca e P=Preto) | Ambientes | | | Média[1/] (Kg.ha$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| | Avaré | Mococa | Tatuí | |
| **VCU – Carioca e Preto** | | | | |
| IAC Alvorada (C) | **2939** | 1825 | **2708** | **2491** |
| Pérola (C) | 2335 | **2075** | 2558 | 2323 |
| IAC-Diplomata (P) | 2517 | 2283 | 2462 | 2421 |
| IAC-Una (P) | **2809** | **3046** | **2517** | **2791** |
| GenC2-1-1 (C) | 2842 | 3502 | 2558 | 2968 |
| GenC2-1-3 (C) | 2923 | 3225 | 3454 | 3201 |
| GenC2-1-5 (C) | 3123 | 2996 | 2879 | 2999 |
| GenC2-1-6 (C) | 3092 | 3562 | 2471 | 3042 |
| GenC2-1-7 (C) | 3170 | 2842 | 2412 | 2808 |
| GenC8-4-3 (C) | 2874 | 1775 | 2858 | 2502 |
| CNFC 10408 (C) | 2972 | 2967 | 2837 | 2926 |
| CNFC 10429 (C) | 3245 | 2550 | 2817 | 2871 |
| CNFC 10431 (C) | 2720 | 2037 | 2762 | 2507 |
| CNFC 10470 (C) | 2033 | 2442 | 2512 | 2329 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 2316 | 2167 | 1883 | 2122 |
| Guará (C) | 2691 | 1729 | 2933 | 2451 |
| Juriti Claro (C) | 2766 | 3304 | 2930 | 3000 |
| LP 02-02 (C) | 2782 | **3608*** | 2942 | 3111 |
| LP 04-72 (P) | 3350 | 3258 | 2833 | 3147 |
| LP 04-92 (P) | 2473 | 3692 | 2640 | 2935 |
| MAI-25 (C) | 2875 | 3254 | 3096 | 3075 |
| Z-22 (C) | 2819 | 3354 | 2871 | 3015 |
| **Média** | **2803** | **2795** | **2724** | **2774** |
| **C.V. (%)** | **21,48** | **21,83** | **15,30** | **19,84** |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **1505** | **1526** | **1042** | **769** |

[1/] Média dos experimentos com coeficiente de variação inferior a 25%,

* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

**Tabela 8 -** Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$) referente à safra de Inverno de 2009, no estado de São Paulo.

| Cultivares e Linhagens de Feijoeiro (grão: C=Carioca e P=Preto) | Ambientes | | | | Média[1/] (Kg.ha$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Colina | Pindorama | Ribeirão Preto | Votupotanga | |
| **VCU – Carioca e Preto** | | | | | |
| IAC Alvorada (C) | **2537** | 3117 | **3908** | 2975 | 3134 |
| Pérola (C) | 2397 | **3208** | 3821 | **3254** | **3170** |
| IAC-Diplomata (P) | 1567 | 2354 | **3458** | 2587 | 2492 |
| IAC-Una (P) | **2509** | **2654** | 3375 | **2887** | **2856** |
| GenC2-1-1 (C) | 2093 | 3158 | 3254 | 4233 | 3185 |
| GenC2-1-3 (C) | 2559 | 3604 | 3846 | 3350 | 3340 |
| GenC2-1-5 (C) | 2373 | 3637 | 2921 | 2992 | 2981 |
| GenC2-1-6 (C) | 2226 | 2975 | 3133 | 3579 | 2978 |
| GenC2-1-7 (C) | 2468 | 2983 | 3733 | 2950 | 3034 |
| GenC8-4-3 (C) | 2268 | 3342 | 3604 | 3154 | 3092 |
| CNFC 10408 (C) | 2730 | 3025 | 4150 | 4871 | 3694 |
| CNFC 10429 (C) | 2474 | 2692 | 3904 | 3237 | 3077 |
| CNFC 10431 (C) | 2562 | 2583 | 3454 | 2987 | 2897 |
| CNFC 10470 (C) | 2066 | 2867 | 3579 | 3100 | 2903 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 2158 | 2029 | 2983 | 2471 | 2410 |
| Guará (C) | 2889 | 3100 | 2529 | 2954 | 2868 |
| Juriti Claro (C) | 2421 | 3696 | 3312 | 3175 | 3151 |
| LP 02-02 (C) | 2562 | 3433 | 3858 | 2875 | 3182 |
| LP 04-72 (P) | 2510 | 3017 | 3471 | 2862 | 2965 |
| LP 04-92 (P) | 2804 | 3371 | 3287 | 3029 | 3123 |
| MAI-25 (C) | 2699 | 3375 | 3579 | 3200 | 3213 |
| Z-22 (C) | 2810 | 3229 | 3683 | 3167 | 3222 |
| **Média** | **2440** | **3066** | **3493** | **3177** | **3044** |
| **C.V. (%)** | **11,26** | **13,85** | **13,28** | **21,45** | **15,88** |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **687** | **1062** | **1160** | **1704** | **583** |

[1/] Média dos experimentos com coeficiente de variação inferior a 25%,

* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

Analisando as tabelas de 3 a 8 verificou-se que para as várias épocas utilizadas alguns genótipos apresentaram produtividade média superior a média do padrão correspondente quando analisamos a produtividade média de cada ambiente. As linhagens Gen-C2-1-1, Gen-C2-1-6 e LP-04-72 apresentaram produtividade acima do padrão correspondente na época seca do ano agrícola 2008 em Capão Bonito e a linhagem LP-02-02 na época de seca do ano agrícola 2009. Isso demonstra possíveis interações com os ambientes

e prováveis vantagens adaptativas de cultivo. No entanto, observa-se que embora não se tenha genótipos significativamente superiores aos padrões correspondentes quando analisamos a produtividade média dos ambientes, tem-se vários genótipos com performance igual, de acordo com o DMS Dunnett a 5%, pois é difícil encontrar genótipos superiores quanto a produtividade aos padrões devido esses serem os mais produtivos e adaptados apresentando potencial produtivo acima de 3000 $kg.ha^{-1}$. Portanto, ao encontrar algum genótipo com produtividade igual estatisticamente pode-se considerar bom resultado, já que esses novos materiais podem apresentar características agronômicas desejáveis e complementares aos padrões correspondentes, resistência a diferentes doenças e/ou raças de patógenos.

Na tabela 9 estão apresentadas as produtividades médias dos genótipos no conjunto dos ambientes por época de semeadura. Isto é importante, pois o MAPA-RNC baseia-se nestas informações para registros dos novos cultivares de feijoeiro e demais atos legais para cultivo pelos agricultores.

Em relação à época das águas referente aos anos agrícolas de 2007 e 2008, e inverno referente aos anos agrícolas 2008 e 2009, não ouve linhagem superior estatisticamente a melhor cultivar padrão (Pérola e IAC-Una). Para a época de seca nos anos agrícolas de 2008 e 2009 as linhagens Gen-C2-1-1, Gen-C2-1-3, Juriti Claro e LP-04-72 foram superiores estatisticamente a melhor cultivar padrão (Pérola e IAC-Una).

O comportamento diferencial em relação à adaptabilidade e responsividade das cultivares na época de plantio seca devem-se, em partes, à presença de patógenos, principalmente a mancha angular e antracnose. A maior ocorrência de chuvas nessa época de plantio na faze vegetativa da cultura com temperatura e umidade elevada leva a uma maior incidência de patógenos. Todavia, a avaliação da produtividade média neste estudo, conjuntamente com a estabilidade, possibilitou a recomendação de cultivares, mesmo na ausência da análise de dados de incidência de doenças. No presente caso, a seleção das cultivares mais produtivas e estáveis foi um meio indireto de identificar resistência a doenças. Nessas circunstâncias, a resistência é avaliada como proteção contra a perda de produção, considerando-se que as cultivares resistentes são aquelas mais produtivas e estáveis, portanto, com menor perda de produção.

No conjunto dos anos agrícolas de 2007/2008/2009 referente à produtividade média dos genótipos, os genótipos GenC2-1-3, CNFC10408, Juriti Claro e LP-04-72 foram superiores estatisticamente aos melhores cultivares padrões (Pérola e IAC-Una) para os ensaios de tegumento carioca e preto, mostrando-se promissoras para serem registradas como

uma nova cultivar. Podendo observar que dos quatro genótipos que se diferenciaram estatisticamente dos demais no conjunto dos anos agrícolas de 2007/2008/2009, três desses genótipos (GenC2-1-3, Juriti Claro e LP-04-72) também foram superiores estatisticamente na época das secas deixando evidente uma grande influência dessa época de semeadura no desempenho desses matérias. Esse desempenho superior não mostrou-se significativo para as épocas de águas e inverno, mas apresentou-se na época de secas de tal forma que interferiu também no conjunto das três épocas de semeadura.

**Tabela 9 -** Ensaios regionais de cultivares e linhagens de feijoeiro – produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$) referente à safra de Águas (2007 e 2008), Seca (2008 e 2009), Inverno (2008 e 2009) e média geral, no estado de São Paulo.

| Cultivares e Linhagens de Feijoeiro (grão: C=Carioca e P=Preto) | Ambientes | | | Média[1/] (Kg.ha$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| | Águas (2007 e 2008) | Seca (2008 e 2009) | Inverno (2008 e 2009) | |
| **VCU – Carioca e Preto** | | | | |
| IAC Alvorada (C) | 2316 | 1885 | **3041** | 2414 |
| Pérola (C) | **2671** | **2092** | 2812 | **2525** |
| IAC-Diplomata (P) | 2313 | 1805 | 2782 | 2300 |
| IAC-Una (P) | **2643** | **2121** | **2815** | **2526** |
| GenC2-1-1 (C) | 2643 | **2526*** | 2823 | 2664 |
| GenC2-1-3 (C) | 2805 | **2483*** | 3161 | **2816*** |
| GenC2-1-5 (C) | 2537 | 2346 | 2942 | 2609 |
| GenC2-1-6 (C) | 2500 | 2439 | 2819 | 2586 |
| GenC2-1-7 (C) | 2710 | 2359 | 2842 | 2637 |
| GenC8-4-3 (C) | 2522 | 2022 | 2928 | 2491 |
| CNFC 10408 (C) | 2886 | 2296 | 3241 | **2808*** |
| CNFC 10429 (C) | 2512 | 2259 | 2828 | 2533 |
| CNFC 10431 (C) | 2380 | 2004 | 2816 | 2400 |
| CNFC 10470 (C) | 2514 | 1917 | 2773 | 2401 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 2105 | 1745 | 2439 | 2096 |
| Guará (C) | 2586 | 1850 | 2867 | 2434 |
| Juriti Claro (C) | 2876 | **2484*** | 3004 | **2788*** |
| LP 02-02 (C) | 2706 | 2356 | 3075 | 2712 |
| LP 04-72 (P) | 2835 | **2467*** | 3043 | **2782*** |
| LP 04-92 (P) | 2698 | 2303 | 2895 | 2632 |
| MAI-25 (C) | 2589 | 2283 | 3066 | 2646 |
| Z-22 (C) | 2863 | 2329 | 3008 | 2733 |
| **Média** | **2600** | **2199** | **2910** | **2570** |
| **C.V. (%)** | **18.04** | **19.73** | **15.26** | **17.48** |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **398** | **368** | **376** | **219** |

[1/] Média dos experimentos com coeficiente de variação inferior a 25%,

* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

### 4.2 Análise da Estabilidade e Adaptabilidade pelo Método AMMI

Os efeitos de interação G x A, o efeito de ambientes e o efeito de genótipos foram significativos pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade, para todas as épocas de semeadura analisadas. Esses resultados são indicativos da interação G x A, sabendo-se que interações positivas, associadas com características previsíveis do ambiente, oferecem a oportunidade

dos rendimentos mais elevados. O efeito de genótipos indica a presença de variabilidade para a seleção, o de ambientes indica a variabilidade entre locais, anos e épocas de cultivo, importante para tornar o processo de indicação de cultivares mais eficiente, e a ocorrência de interação indica resposta diferencial dos genótipos às mudanças de ambiente.

Na tabela 10 estão apresentados os resultados da análise AMMI para o VCU de grãos de tegumento carioca e preto, na qual estão apresentados nos itens 4.2.1 ao 4.2.4 No Anexo I estão apresentados os índices de genótipos e de ambientes utilizados para o VCU. A homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos (QMR), verificada pela razão entre o maior e menor quadrado médio residual dos ensaios estão de acordo com Pimentel-Gomes (1990) onde ele diz que as variâncias são consideradas homogêneas quando a razão entre o maior e o menor QMR $\leq$ 7,0 o que ocorreu neste trabalho, como pode ser observado no Anexo II onde essa razão do QMR foi 6,15.

**Tabela 10 -** Análise de variância de dados de produtividade de grãos (Kg/ha$^{-1}$), e decomposição da interação G x A em eixos da Análise de Componentes Principais da Interação (IPCA), segundo metodologia AMMI, obtidas de 24 ensaios regionais no estado de São Paulo, referente a 22 linhagens e cultivares de grãos de tegumento carioca e preto participantes do ensaio de VCU 2007/2008/2009.

| Fonte de Variação | Ambientes (Época) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Águas | | | Seca | | | Inverno | | | Águas/Seca/Inverno | | |
| | GL | QM | F/Fr | GL | QM | F/Fr | GL | QM | F/Fr | GL | QM | F/Fr |
| **Repetição/Ensaio** | 16 | 1124539,1 | 5,11** | 16 | 970502,6 | 5,16** | 16 | 859338,5 | 4,36** | 48 | 984793,4 | 4,88** |
| **Genótipos (G)** | 21 | 980666,7 | 4,46** | 21 | 1447081,9 | 7,69** | 21 | 676964,5 | 3,43** | 21 | 2365516,1 | 11,72** |
| **Ambientes (A)** | 7 | 32111855,7 | 145,89** | 7 | 22612951,3 | 120,12** | 7 | 22910057,1 | 116,16** | 23 | 29466469,6 | 145,97** |
| **G X A** | 147 | 315841,5 | 1,43* | 147 | 423452,6 | 2,25** | 147 | 349781,0 | 1,77** | 483 | 363596,6 | 1,80** |
| **IPCA 1** | 27 | 190327,7 | 2,69** | 27 | 364616,4 | 5,81** | 27 | 268250,2 | 4,08** | 43 | 340491 | 5,06** |
| **Resíduo 1** | 120 | 97822,8 | 1,38** | 120 | 88704,1 | 1,41** | 120 | 87297,1 | 1,32** | 440 | 104254,6 | 1,54** |
| **IPCA 2** | 25 | 131780 | 1,86** | 25 | 137404,2 | 2,18** | 25 | 144657,2 | 2,20** | 41 | 200631 | 2,98** |
| **Resíduo 2** | 95 | 88886,7 | 1,26$^{ns}$ | 95 | 75888,3 | 1,20$^{ns}$ | 95 | 72202,3 | 1,09$^{ns}$ | 399 | 94351,2 | 1,40** |
| **IPCA 3** | | | | | | | | | | 39 | 193820,3 | 2,88** |
| **Resíduo 3** | | | | | | | | | | 360 | 83575,4 | 1,24** |
| **IPCA 4** | | | | | | | | | | 37 | 132499 | 1,96** |
| **Resíduo 4** | | | | | | | | | | 323 | 77971,2 | 1,15* |
| **IPCA 5** | | | | | | | | | | 35 | 120190,7 | 1,78* |
| **Resíduo 5** | | | | | | | | | | 288 | 72840,3 | 1,08$^{ns}$ |
| **Erro** | 336 | 220115,5 | | 336 | 188255,4 | | 336 | 197235,4 | | 1008 | 201869 | |
| **Total** | 527 | 728191,8 | | 527 | 625633,3 | | 527 | 580692,5 | | 1583 | 728853,8 | |

**, * : Teste F significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

### 4.2.1 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época das águas

Através da metodologia AMMI foi possível decompor a matriz da interação em oito componentes principais (posto da matriz G x A, em que *p* é o mínimo entre g-1 e a-1 {[min (22-1) e (8-1)] = 7}). Pelo teste $F_r$ de CORNELIUS et al. (1992), os dois primeiros eixos são significativos ($p<0,001$), levando assim a seleção do modelo AMMI2 (Tabela 10), tendo o eixo IPCA2 acumulado 49,97% da $SQ_{G\ X\ A,}$ denominado de porção padrão. O gráfico biplot foi elaborado até o modelo AMMI2, sendo este o primeiro resíduo não significativo. Pode-se observar na tabela 11 que o primeiro eixo principal de interação capturou 30,45%, o segundo eixo 19,52%, tendo uma porcentagem acumulada para os dois eixos de 49,97% da $SQ_{G\ x\ A}$, proporção denominada padrão. Uma das premissas da análise AMMI é a de que nos primeiros eixos concentra-se maior porcentagem denominada padrão. GAUCH (1988) e GAUCH & ZOBEL (1996) mostraram que a inclusão excessiva de termos multiplicativos reduz a acurácia da análise. Assim, à medida que se aumenta o número de eixos selecionados, aumenta-se a porcentagem de ruído, reduzindo o poder de predição da análise AMMI.

Quanto à interpretação da porcentagem da $SQ_{GxA}$ original explicada pelo modelo AMMI2, ressalta-se que não se deve proceder buscando uma explicação máxima dessa soma de quadrados. Conforme GAUCH (1988), os primeiros eixos AMMI captam maior porcentagem denominada padrão e, com a acumulação de eixos, ocorre diminuição na porcentagem denominada padrão e um acréscimo da porção ruído. Com isso, a seleção do modelo AMMI2, com pequena porção da $SQ_{GxA}$ original, está capturando maior porcentagem padrão. Podendo inferir que os 50,03% restantes da $SQ_{GxA}$ correspondem à porção ruído. Resultados semelhantes foram observados por alguns autores onde a porção padrão até o modelo AMMI correspondente foi de 36% no trabalho de OLIVEIRA et al. (2003), CROSSA et al. (1991) encontraram 27,1% de padrão; FLORES et al. (1996) obteveram 54,6% e PEREIRA & COSTA (1998) conseguiram 44,6% de padrão.

Esses resultados mostram que mesmo com grande porção ruído o que significa problemas na condução dos experimentos, ou seja, efeitos externos diferentes do efeito da interação G x A que deveriam ser controlados ao máximo para não influenciar no resultado e depreciar a qualidade de suas estimativas o método AMMI conseguiu separar de forma satisfatório o que é efeito da interação G x A e deve ser aproveitado, do que é ruído e deve ser descartado. Sendo de grande importância para o melhorista de plantas a condução de forma correta, precisa e homogenia de seus experimentos para diminuir o erro experimental e o ruído de suas análises.

Portanto, baixas proporções da $SQ_{GxA}$ sugerem contaminação da matriz de interações originais por fatores imprevisíveis, depreciando a qualidade de suas estimativas.

**Tabela 11 -** Proporção da $SQ_{G\ X\ A}$ da interação para cada eixo principal da análise AMMI, para o grupo carioca e preto em relação à época de semeadura das águas.

| Eixo | Proporção/Eixo | % Acumulada |
|---|---|---|
| IPCA1 | 0,3045 | 30,4478 |
| IPCA2 | 0,1952 | 49,9677 |
| IPCA3 | 0,1471 | 64,6782 |
| IPCA4 | 0,1236 | 77,0420 |
| IPCA5 | 0,0994 | 86,9801 |
| IPCA6 | 0,0738 | 94,3600 |
| IPCA7 | 0,0564 | 100,0000 |

Analisando os resultados obtidos pode-se constatar que a interpretação deve ser feita pelo modelo AMMI2, selecionado pelo teste $F_r$ CORNELIUS et al. (1992). Segundo GAUCH & ZOBEL (1996), os primeiros eixos da análise AMMI captam a maior porcentagem do desempenho real (padrão) e quando são utilizados muitos eixos para a realização da interpretação dos resultados ocorre diminuição na porcentagem denominada de padrão e um acréscimo de informações imprecisas, ou seja, ruídos.

Os gráficos biplot resultantes da análise de modelo AMMI2 foram feitos utilizando a combinação dos eixos principais, IPCA1 x IPCA2 e IPCA1 x Média.

De acordo com a figura 1 pode-se observar que os genótipos que menos contribuíram com a interação, conforme as combinações de eixos principais, ou seja, os que se apresentaram estáveis para produtividade de grãos foram: IAC-Una (4), Juriti Claro (17) e LP-02-02 (18), pois quanto mais distante da origem do eixo AMMI de interação, ou seja, da abscissa do gráfico, maior é a contribuição para a interação. Estes genótipos apresentaram produtividade média de 2.643 $Kg/ha^{-1}$, 2.876 $Kg/ha^{-1}$ e 2.706 $Kg/ha^{-1}$ (Tabela 7) respectivamente, sendo esses os genótipos mais indicados, pois apresentaram média de produção superior ao padrão correspondente “Pérola (2)” mas não diferindo estatisticamente de acordo com o DMS Dunnett a 5% para Juriti Claro (17) e LP-02-02 (18) que são do tipo de

tegumento carioca e para o tipo de tegumento preto o IAC-Una é o próprio cultivar padrão. Já os genótipos Pérola (2) e Gen99TG9-84-1 (15) foram os que mais contribuíram para a interação G x A, uma vez que apresentaram os maiores escores no eixo da interação. O genótipo GenC8-4-3 (10) aproximou-se do genótipo suplementar (GS) sendo este próximo de ser um genótipo ideal para essa condição de ambiente.

Pode-se observar que os ambientes ficaram distribuídos pelo gráfico, ou seja, em quadrantes distintos, indicando assim uma correta estratificação dos ambientes para as avaliações dos genótipos envolvidos no estudo.

Analisando a figura 1 observa-se que os genótipos GenC2-1-5 (7) e GenC2-1-6 (8) foram especificamente adaptado ao ambiente de Monte Alegre do Sul (2007) , representado pela sigla (A4). Os genótipos de maior e menor produtividade média são respectivamente, CNFC-10408 (11) (2.886 Kg/ha$^{-1}$) e Gen99TG9-84-1 (15) (2.105 Kg/ha$^{-1}$), conforme tabela 7.

De acordo com o teste $F_r$ de CORNELIUS et al. (1992) o modelo selecionado foi o AMMI2 como comentado acima, sendo desta forma o genótipo IAC-Una (4) considerado o mais estável, pois apresentou menor valor de amplitude. Já os que mais contribuíram com a interação por terem apresentado as maiores amplitudes foram os genótipos Pérola (2) e Gen99TG9-84-1 (15).

Por meio de Anexo III pode-se observar que os genótipos Pérola e CNFC 10408 no ambiente de Araras (2007) apresentaram valores negativos de maior magnitude. Isto implica em uma perda de produtividade de 819 Kg/ha$^{-1}$ para a cultivar Pérola e 558 Kg/ha$^{-1}$ para o genótipo CNFC 10408, devido a alta incidência de antracnose neste local, pois esses genótipos são suscetíveis. Já os genótipos Gen99TG9-84-1 no ambiente de Araras (2007) e Pérola no ambiente de Capão Bonito (2007) apresentaram valores positivos de maior magnitude, com um ganho de produtividade de 732 Kg/ha$^{-1}$ para o primeiro e 634 Kg/ha$^{-1}$ para o segundo genótipo em relação aos respectivos ambientes.

De acordo com o Anexo IV os ambientes de Capão Bonito no ano agrícola de 2008 e Monte Alegre do Sul no ano agrícola de 2007 apresentaram as maiores médias preditas, com 3.670 e 3.377 Kg/ha$^{-1}$ respectivamente. O genótipo com maior média predita foi o GenC2-1-3 no ambiente de Campão Bonito no ano agrícola de 2008 e o genótipo com maior média predita geral foi CNFC 10408 com produtividades de 4141 e 2886 Kg/ha$^{-1}$ respectivamente, sendo que a média predita geral do genótipo CNFC 10408 foi igual a sua média original como mostra a tabela 9.

De acordo com a figura 2 o ambiente de Capão Bonito (A17) e Monte Alegre do Sul (A4) nos anos agrícolas de 2007 e 2008 apresentaram as maiores médias de produtividade, com 3.725 e 3.377 Kg/ha$^{-1}$ respectivamente.

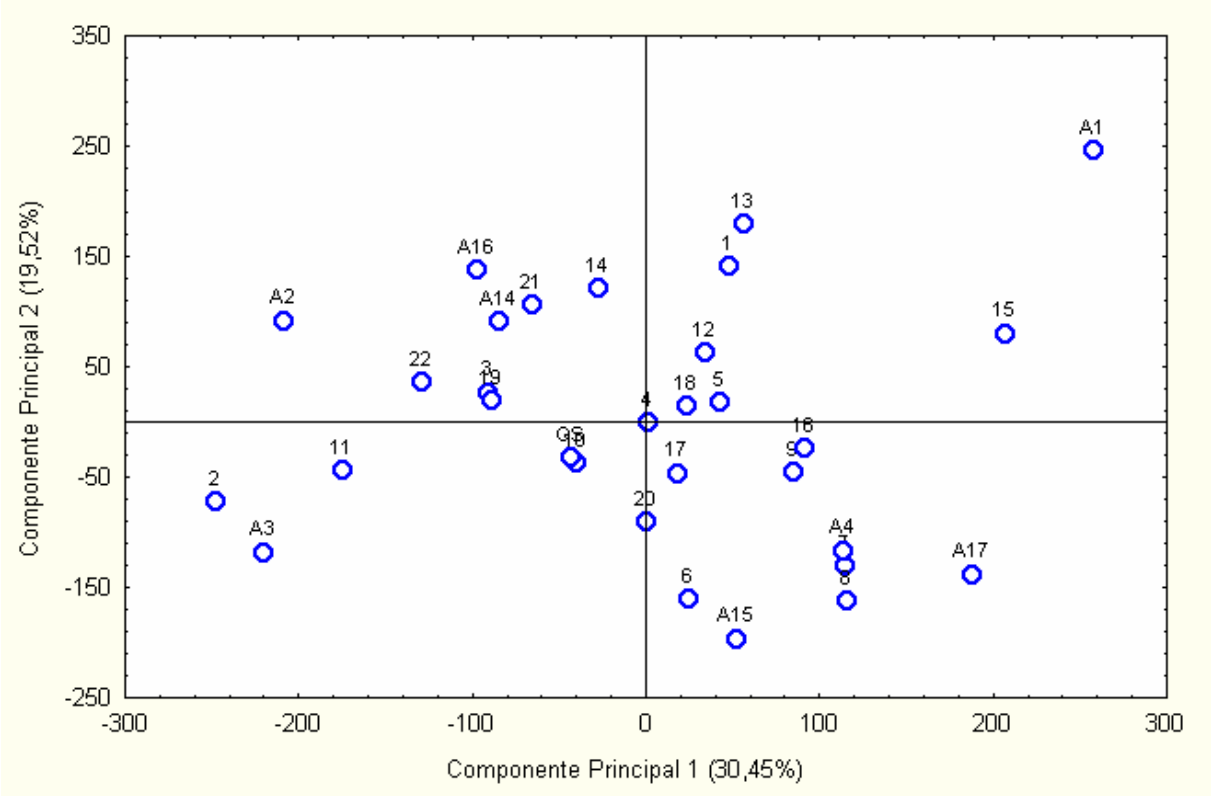


**Figura 1 -** Gráfico biplot de modelo AMMI2, para dados de produtividade de grãos de tegumento carioca e preto referentes à época de águas-2007/2008, avaliados em oito ambientes (IPCA1 x IPCA2).

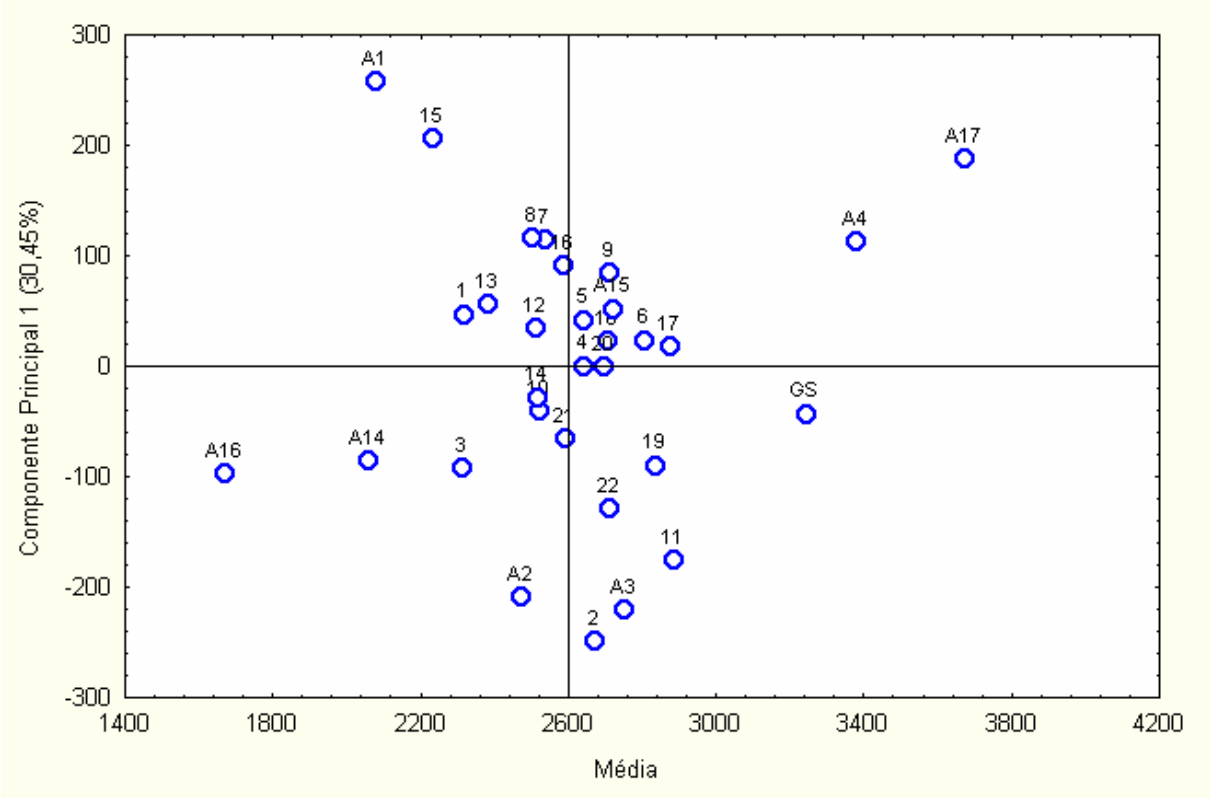


**Figura 2 -** Gráfico biplot para produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente à época de águas-2007/2008, avaliados em oito ambientes (IPCA x Média).

### 4.2.2 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época da seca

Utilizando a metodologia AMMI foi possível decompor a matriz da interação em sete componentes principais (posto da matriz G x A, em que *p* é o mínimo entre g-1 e a-1 {[min (22-1) e (8-1)] = 7}). Pelo teste $F_r$ de CORNELIUS et al. (1992), os dois primeiros eixos são significativos (p<0,001), levando assim a seleção do modelo AMMI2 (Tabela 10), tendo o eixo IPCA2 acumulado 64,81% da $SQ_{G\ X\ A,}$ denominado de porção padrão. O gráfico biplot foi elaborado até o modelo AMMI2. Pode-se observar na tabela 12 que o primeiro eixo principal de interação capturou 48,05%, o segundo eixo 16,77%, tendo uma porcentagem acumulada para os dois eixos de 64,81% da $SQ_{G\ x\ A}$, proporção denominada padrão, onde o restante da $SQ_{G\ X\ A}$, ou seja, 35,19% correspondem à porção ruído.

**Tabela 12 -** Proporção da $SQ_{G \times A}$ da interação para cada eixo principal da análise AMMI, para o grupo carioca e preto em relação à época de semeadura de seca .

| Eixo | Proporção/Eixo | % Acumulada |
|---|---|---|
| IPCA1 | 0,4805 | 48,0481 |
| IPCA2 | 0,1677 | 64,8136 |
| IPCA3 | 0,1313 | 77,9460 |
| IPCA4 | 0,0894 | 86,8856 |
| IPCA5 | 0,0719 | 94,0712 |
| IPCA6 | 0,0407 | 98,1373 |
| IPCA7 | 0,0186 | 100,0000 |

Os gráficos biplot resultantes da análise de modelo AMMI2 foram feitos utilizando a combinação dos eixos principais, IPCA1 x IPCA2 e IPCA1 x Média.

De acordo com as figuras 3 pode-se observar que os genótipos que menos contribuíram com a interação, conforme as combinações de eixos principais, ou seja, os que se apresentaram estáveis conforme figura 3 para produtividade de grãos foram: Z-22 (22), GenC2-1-5 (7) e Gen99TG9-84-1 (15). Estes genótipos apresentaram produtividade média de 2.329 $Kg/ha^{-1}$, 2359 $Kg/ha^{-1}$ e 1.745 $Kg/ha^{-1}$ (Tabela 7) respectivamente, sendo que os dois primeiros apresentaram média de produção superior ao padrão correspondente “Pérola (2)” mas não diferindo estatisticamente de acordo com o DMS Dunnett a 5% . Já os genótipos GenC8-4-3 (10) e Guará (16) foram os que mais contribuíram para a interação G x A, uma vez que apresentaram os maiores escores no eixo da interação. O genótipo CNFC 10408 (11) aproximou-se do genótipo suplementar (GS) sendo este que mais adaptou-se com os ambientes para nessas condições de ambiente apresentando escores próximos de zero, indicando estabilidade de produção.

Pode-se também observar que os ambientes ficaram distribuídos pela figura 3 em quadrantes distintos, indicando assim uma correta estratificação dos ambientes para as avaliações dos genótipos envolvidos no estudo para época de seca.

Os genótipos de maior produtividade média conforme tabela 9, GenC2-1-1 (5) (2.526 $Kg/ha^{-1}$), GenC2-1-3 (6) (2.483 $Kg/ha^{-1}$), Juriti Claro (17) (2.484 $Kg/ha^{-1}$), LP-04-72 (19) (2.467 $Kg/ha^{-1}$), sendo que os quatro genótipos apresentaram média de produção superior ao

padrão correspondente “Pérola (2)” diferindo estatisticamente de acordo com o DMS Dunnett a 5%. Pode-se ainda constatar por meio das figuras 4 e 6 que não ouve adaptação especifica a nenhum dos local entre os 22 genótipos avaliados mas os quatro genótipos de maiores médias de produtividade citados acima foram responsivos como observado na figura 6 e obtiveram estabilidade satisfatória através da análise da figura 3 onde AMMI2 explica 64,81% das interações destacando o GenC2-1-3 quanto a estabilidade de produção.

De acordo com o teste $F_r$ de CORNELIUS et al. (1992) o modelo selecionado foi o AMMI2 como comentado acima, sendo desta forma o genótipo Z-22 (22) considerado o mais estável, pois apresentou menor valor de amplitude (Anexo V). Já o que mais contribuiu com a interação por ter apresentado a maior amplitude foi o genótipo GenC8-4-3 (10) (Anexo V).

Analisando a tabela 7 os ambientes de Avaré (A18) e Mococa (A19) no ano agrícola de 2009 apresentaram as maiores médias de produtividade com 2.803 e 2.795 $Kg/ha^{-1}$ respectivamente, e os ambientes encontram bem dispersos na figura 3 em quadrantes diferentes demonstrando uma correta estratificação dos ambientes selecionados para o estudo de adaptabilidade e estabilidade comprovando a existência de interação GxA.

Observando o Anexo V os genótipos GenC8-4-3 (10), GenC2-1-6 (8), Guará (16) e LP-02-02 (18) foram os que mais contribuíram com a interação, haja vista que apresentaram as maiores amplitudes nas estimativas da interação G x A. Os genótipos com as menores amplitudes foram GenC2-1-5 (7), Z-22 (22) e GenC2-1-3 (6), sendo considerados os mais estáveis, segundo o modelo AMMI2.

Por meio do Anexo VI pode-se observar as predições de respostas para as combinações de genótipos e ambientes, pelo modelo AMMI2. Os ambientes que obtiveram as maiores médias preditas para os genótipos foram os de Mococa (2009) e Tatuí (2009). Os genótipos GenC2-1-6 (8), LP 04-92 (20) e GenC2-1-1 (5) foram os que alcançaram as maiores médias preditas para este local. O primeiro com 3.676 $Kg/ha^{-1}$, sendo que a média genotípica original é de 3.562 $Kg/ha^{-1}$ o segundo com uma média predita de 3.597 $Kg/ha^{-1}$ e a original é de 3.692 $Kg/ha^{-1}$ e o terceiro com uma média preditiva de 3.507 $Kg/ha^{-1}$ e original de 3.502 $Kg/ha^{-1}$, sendo que o LP-04-92 (20) apresentou uma média original superior a média preditiva (Tabela 7).

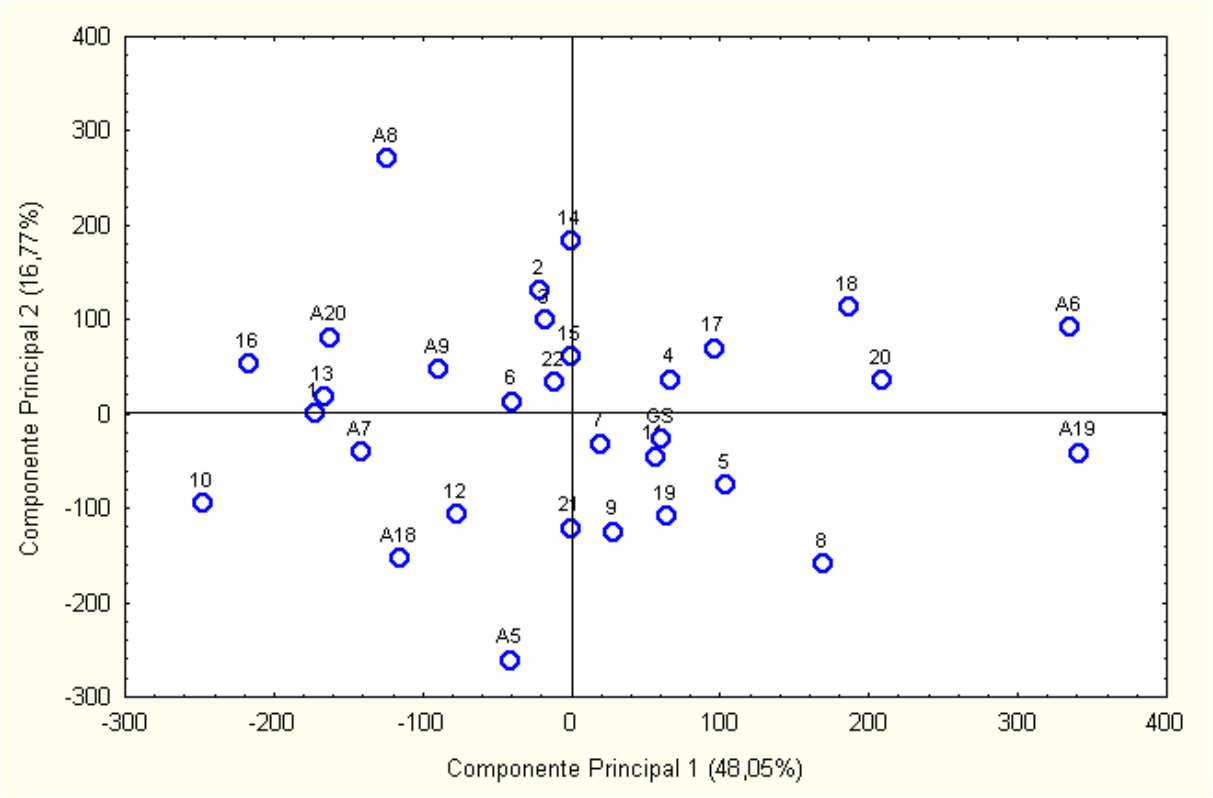


**Figura 3 -** Gráfico biplot de modelo AMMI2, para dados de produtividade de grãos de tegumento carioca e preto referentes à época de seca-2008/2009, avaliados em oito ambientes (IPCA1 x IPCA2).

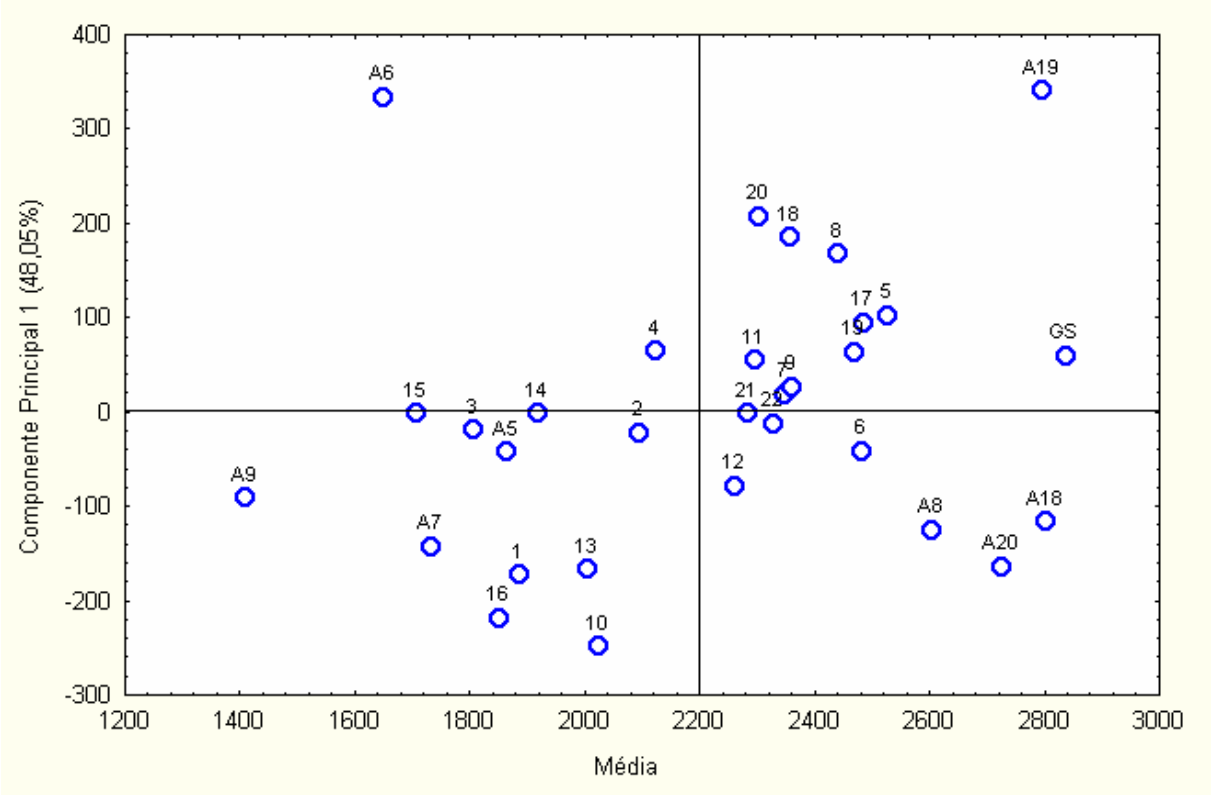


**Figura 4 -** Gráfico biplot para produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente as três épocas de semeadura, avaliados na safra de seca-2008/2009 em oito ambientes (IPCA x Média).

### 4.2.3 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época de inverno

Para a época de inverno de acordo com o teste $F_r$ de CORNELIUS et al. (1992) os três primeiros eixos foram significativos ($p<0,001$), com respectivo resíduo não significativo conforme tabela 10, o que leva a seleção do modelo AMMI2. Os gráficos seguiram as combinações de eixos principais dois a dois como segue IPCA1 x IPCA2 e IPCA1 x Média. O modelo AMMI2 acumulou 61,29% da $SQ_{G\ x\ A}$ denominada porção padrão e os outros 25,61% da $SQ_{G\ X\ A}$ correspondentes a porção ruído (Tabela 13).

**Tabela 13 -** Proporção da $SQ_{G \times A}$ da interação para cada eixo principal da análise AMMI, para o grupo carioca e preto em relação à época de semeadura de inverno .

| Eixo | Proporção/Eixo | % Acumulada |
|---|---|---|
| IPCA1 | 0,4088 | 40,8770 |
| IPCA2 | 0,2041 | 61,2876 |
| IPCA3 | 0,1310 | 74,3867 |
| IPCA4 | 0,0831 | 82,8401 |
| IPCA5 | 0,0831 | 91,1494 |
| IPCA6 | 0,0656 | 97,7048 |
| IPCA7 | 0,0230 | 100,0000 |

De acordo com as figuras 5 e 6 os genótipos GenC8-4-3 (10), MAI-25 (21) e Z-22 (22) foram os que mais se aproximaram do eixo central no gráfico biplot, sendo assim considerados os mais estáveis, pois foram os que menos contribuíram com a interação. Nenhum genótipo apresentou produtividade acima das testemunhas IAC Alvorada (1) e IAC-Una (4) pelo teste de médias Dunnett (5%), conforme tabela 9. Os genótipos IAC-Diplomata (3) e CNFC 10408 (11) foram os que mais contribuíram com a interação, uma vez que apresentaram os maiores valores de escores (Anexo VII).

Pode-se observar de acordo com as figuras 5 e 6 que a cultivar IAC-Diplomata (3) apresentou adaptação especifica ao ambiente Ribeirão Preto (A12) na época de inverno.

Analisando a tabela 9 pode-se constatar que produtividade média para época de inverno foi de 2910 $Kg/ha^{-1}$ sendo que as médias de produtividades dos anos agrícolas de 2008 e 2009 foram 2776 e 3044 $Kg/ha^{-1}$ respectivamente.

Observando o Anexo VII a cultivar CNFC 10408 (11) apresentou valor positivo de maior magnitude com ganho em produtividade de 1270 $Kg/ha^{-1}$ no ambiente de Votuporanga (2009). O genótipo IAC-Diplomata (3) apresentou valores negativos de maior magnitude, significando perdas de 827 $Kg/ha^{-1}$ para o ambiente de Votuporanga (2009) e de 852 $Kg/ha^{-1}$ para o ambiente de Pindorama (2009). Esses ambientes tornam-se impróprios para o cultivo deste genótipo, pois apresentou interações negativas e de grande magnitude.

Pode-se ainda constatar por meio do Anexo VII que os genótipos que menos contribuíram com a interação G x A foram GenC8-4-3 (10), GenC2-1-7 (9), MAI-25 (21), Z-

22 (22) uma vez que apresentaram as menores amplitudes nas estimativas da interação G x A por AMMI2, sendo assim considerados estáveis. Já os genótipos IAC-Uma (4) e CNFC 10408 (11), obtiveram as maiores amplitudes, sendo desta forma considerados como os genótipos que mais contribuíram com a interação, sendo confirmado pela figuras 5.

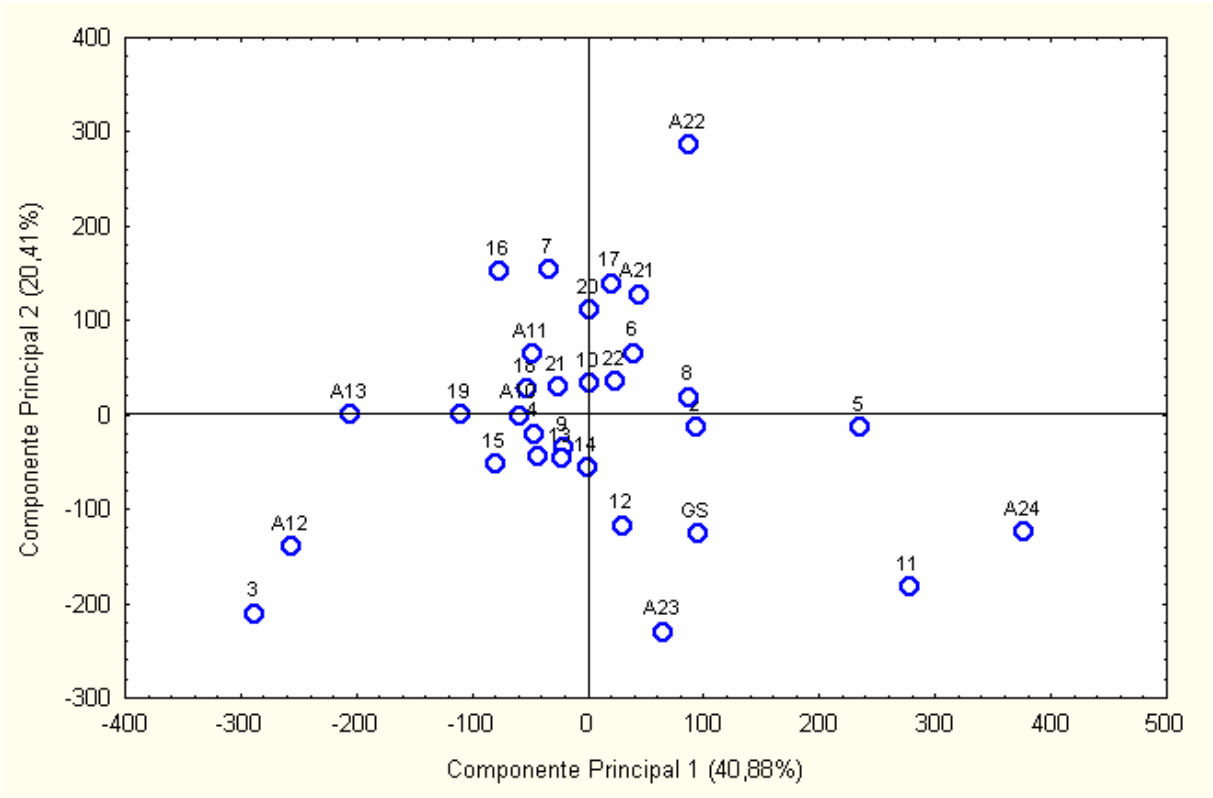


**Figura 5 -** Gráfico biplot de modelo AMMI1, para dados de produtividade de grãos de tegumento carioca e preto referentes à época de inverno-2008/2009, avaliados em oito ambientes (IPCA1 x IPCA2).

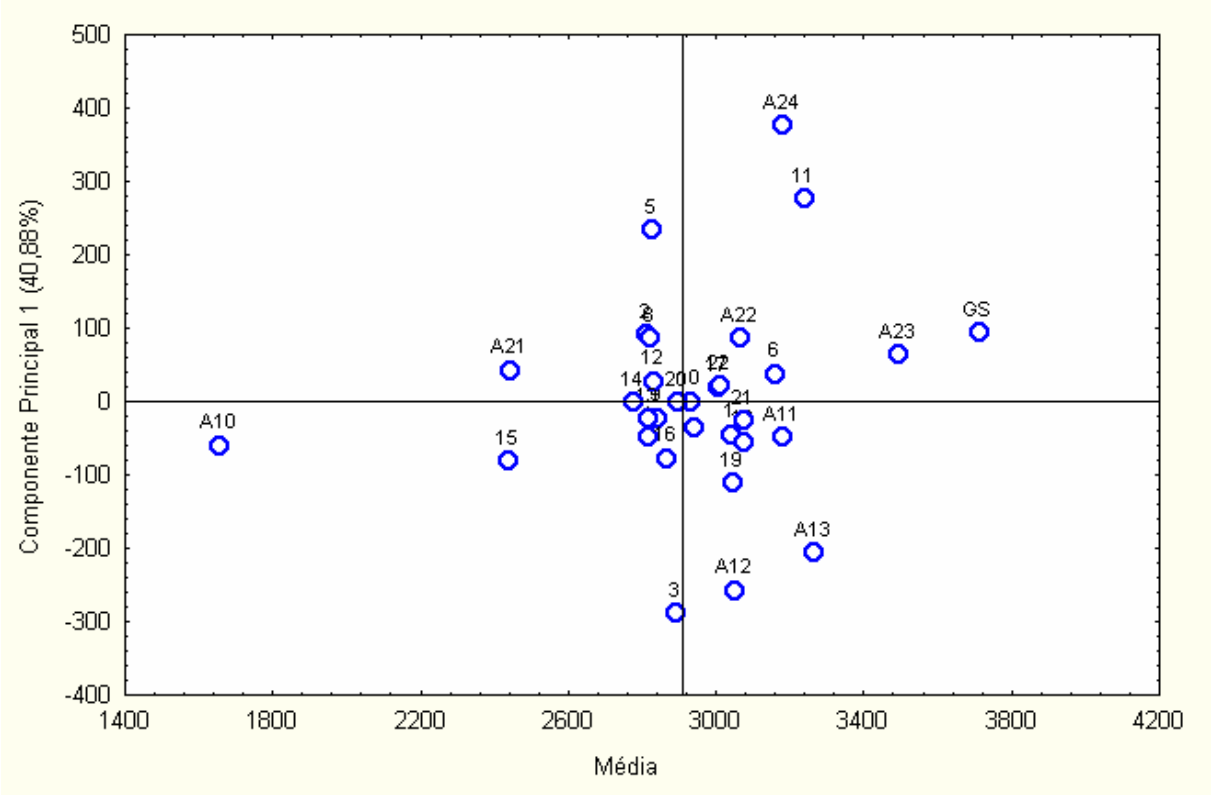


**Figura 6 -** Gráfico biplot para produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente à épocas de semeadura, avaliados nas safras de inverno-2008/2009 em oito ambientes (IPCA x Média).

No Anexo VIII estão presentes as predições de respostas de produtividade para cada combinação de genótipos e ambientes, referente ao modelo AMMI2. Os ambientes de Ribeirão Preto (2009) e Votuporanga (2008) apresentaram as maiores médias preditas para os genótipos, sendo que no ambiente de Votuporanga (2009) foi encontrada a maior média predita de um genótipo, ou seja, 4.772 Kg/ha$^{-1}$ para o genótipo CNFC 10408, uma vez que a sua média genotípica original é de 3.241 Kg/ha$^{-1}$ e para o ambiente de Ribeirão Preto (2009) o genótipo que apresentou a maior média predita foi CNFC 10408 com 4.411 Kg/ha$^{-1}$, sendo sua média original de 3.241 Kg/ha$^{-1}$. Os genótipos CNFC 10408 e GenC2-1-3 apresentaram as maiores médias preditas para época de inverno com médias preditas de 3.241 e 3.161 Kg/ha$^{-1}$ respectivamente, os genótipos IAC Alvorada, Juriti Claro, LP-02-02, LP-04-72, MAI-25, Z-22 também apresentaram médias superior a 3000 Kg/ha$^{-1}$ para época de inverno.

### 4.2.4 Conjunto das três épocas de semeadura (águas, seca e inverno), referente a grãos de tegumento carioca e preto

Utilizando a metodologia AMMI foi possível decompor a matriz da interação em 21 componentes principais (posto da matriz G x A, em que *p* é o mínimo entre g-1 e a-1 {[ min (22-1) e (24-1)] = 21}). Pelo teste $F_r$ de CORNELIUS et al. (1992) os cinco primeiros eixos são significativos ($p<0,001$), levando assim a seleção do modelo AMMI5 (Tabela 14), tendo o eixo IPCA5 acumulado 65,33% da $SQ_{G \times A}$.

**Tabela 14 -** Proporção da $SQ_{G \times A}$ da interação para cada eixo principal da análise AMMI, para o grupo carioca e preto em relação ao conjunto das três épocas de semeadura.

| Eixo | Proporção/Eixo | % Acumulada |
|---|---|---|
| IPCA1 | 0,2419 | 24,1949 |
| IPCA2 | 0,1359 | 37,7885 |
| IPCA3 | 0,1249 | 50,2799 |
| IPCA4 | 0,0810 | 58,3814 |
| IPCA5 | 0,0810 | 65,3331 |
| IPCA6 | 0,0695 | 71,4987 |
| IPCA7 | 0,0617 | 76,4491 |
| IPCA8 | 0,0495 | 81,2968 |
| IPCA9 | 0,0485 | 85,3579 |
| IPCA10 | 0,0406 | 89,0807 |
| IPCA11 | 0,0372 | 92,0601 |
| IPCA12 | 0,0298 | 94,1914 |
| IPCA13 | 0,0213 | 95,7170 |
| IPCA14 | 0,0153 | 97,1214 |
| IPCA15 | 0,0140 | 98,1039 |
| IPCA16 | 0,0098 | 98,9722 |
| IPCA17 | 0,0087 | 99,4043 |
| IPCA18 | 0,0043 | 99,6886 |
| IPCA19 | 0,0028 | 99,9538 |
| IPCA20 | 0,0027 | 99,9885 |
| IPCA21 | 0,0001 | 100,0000 |

No entanto os gráficos biplot foram elaborados até o modelo AMMI3 conforme CARBONELL et al. (2004), uma vez que seria impraticável a representação gráfica utilizando cinco eixos. Por meio da tabela 14 pode-se observar que o primeiro eixo principal de interação (IPCA1) capturou 24,19% da $SQ_{G \times A,}$ o IPCA2 capturou 13,59% da $SQ_{G \times A}$ e o IPCA3 capturou 12,49% da $SQ_{G \times A}$, acumulando 50,28% da $SQ_{G \times A}$ correspondente a porção padrão e o restante pertencem à porção chamada de ruído, ou seja, 49,72% da $SQ_{G \times A}$.

Analisando as figuras 7 e 8 pode-se observar que os genótipos assim como os ambientes mais estáveis ou que menos contribuíram para a interação são aqueles que possuem menores valores de escores, destacando dessa forma os cultivares, GenC2-1-7 (9), e Z-22 (22). Os ambientes que apresentaram estabilidade de produção foram os de Mococa (2008, época de seca, A9), Andradina (2008, época de inverno, A10) e Colina (2009, época de inverno, A21), com seus respectivos rendimentos de 1.421 Kg/ha$^{-1}$, 1.652 Kg/ha$^{-1}$, 2.440 Kg/ha$^{-1}$ (Tabelas 4, 5 e 8). Pode-se observar que nenhum genótipo se aproximou do GS.

Ainda de acordo com as figuras 7 a 9 os genótipos e os ambientes que tiveram os maiores valores de escores foram os que mais contribuíram com a interação, destacando os genótipos, IAC Alvorada (1), IAC-Diplomata (3), GenC2-1-1 (5), GenC2-1-6 (8) e Guará (16) e os ambientes de Tatuí (2008, época de seca, A6), Ribeirão Preto (2008, época de inverno, A12) e Mococa (2009, época de seca, A19).

Analisando a figura 7, os genótipos CNFC 10470 (14) e MAI-25 (21) apresentaram adaptação específica aos ambientes de Avaré (2008, época de seca, A8), Tatuí (2009, época de seca, A20) e Colina (2009, época de inverno, A21). O genótipo Pérola (2) foi especificamente adaptado ao ambiente de Avaré (2007, época das águas, A2). O genótipo CNFC 10408 (11) ao ambiente de Vopuporanga (2009, época de inverno, A24). O genótipo GenC2-1-3 (6) apresentou adaptação especifica aos ambientes de Monte Alegre do Sul (2008, época de seca, A7) e Pindorama (2009, época de inverno, A22). A cultivar IAC-Diplomata (3) apresentou adaptação especifica ao ambiente Ribeirão Preto (2008, época de inverno, A12). Nos ambientes de Monte Alegre do Sul (2008, época das águas, A15) e Capão Bonito (2008, época das águas, A17) o genótipo GenC2-1-7 (9) apresentou adaptação especifica. Para o ambiente de Monte Alegre do Sul (2007, época de águas, A4) os genótipos GenC2-1-5 (7) e LP-02-02 (18) foram especificamente adaptados. O genótipo suplementar GS apresentou adaptação especifica ao ambiente Capão Bonito (2008, época de seca, A5).

De acordo com o teste $F_r$ de CORNELIUS et al. (1992) o modelo selecionado foi o AMMI5, sendo desta forma o genótipo Z-22 (22), GenC2-1-7 (9) e IAC-Una (4) considerados os mais estáveis, pois apresentaram menores amplitudes de acordo com o Anexo IX. Já os que mais contribuíram com a interação por terem apresentado as maiores amplitudes foram os genótipos IAC Alvorada (1), IAC-Diplomata (3), GenC2-1-6 (8), CNFC 10408 (11) e Guará (16).

Analisando o Anexo IX pode-se observar que os genótipos IAC Alvorada e IAC-Diplomata apresentaram valores negativos de maior magnitude para interação, sendo o primeiro com uma perda de 960 Kg/ha$^{-1}$ no ambiente de Tatuí (2008, época da seca, A6) e o

segundo com uma perda de 849 Kg/ha$^{-1}$ em Monte Alegre do Sul (2008, época da seca, A7). Já os genótipos CNFC 10408 (11) e GenC2-1-6 (8) apresentaram valores positivos de maior magnitude, sendo o primeiro com um ganho de 1.186 Kg/ha$^{-1}$ em Votuporanga (2009, época de inverno, A24) e o segundo com um ganho de 881 Kg/ha$^{-1}$ no ambiente de Mococa (2009, época da seca, A19).

Observando o Anexo X os ambientes de Capão Bonito (2008, época das águas, A17) e o ambiente de Ribeirão Preto (2009, época de inverno, A23) apresentaram as maiores médias preditas, com 3.670 e 3.493 Kg/ha$^{-1}$, respectivamente. Em relação ao primeiro ambiente o genótipo GenC2-1-1 (5) apresentou média predita de 4.088 Kg/ha$^{-1}$, sendo que a média genotípica original é de 3.708 Kg/ha$^{-1}$ (Tabela 4) e para o segundo ambiente o genótipo CNFC 10408 (11) apresentou uma média predita de 4.423 Kg/ha$^{-1}$, sendo que a média genotípica original é de 4.150 (Tabela 8).

O modelo que melhor descreve as interações foi AMMI3 para a interpretação dos resultados, estando de acordo com os trabalhos de CARBONELL et al. (2004) e MELO et al. (2007).

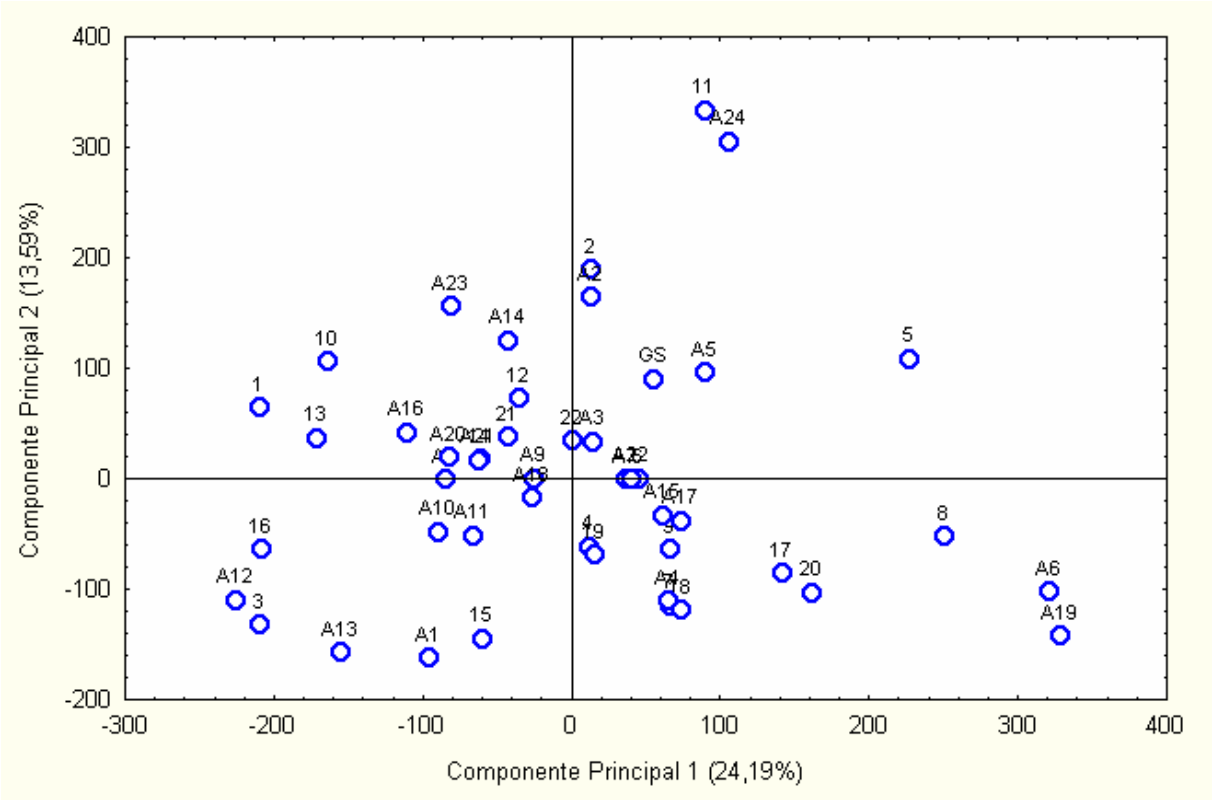


**Figura 7 -** Gráfico biplot de modelo AMMI2, para dados de produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente às três épocas de semeadura, avaliados nas safras de 2007/2008/2009 em vinte e quatro ambientes (IPCA1 x IPCA2).

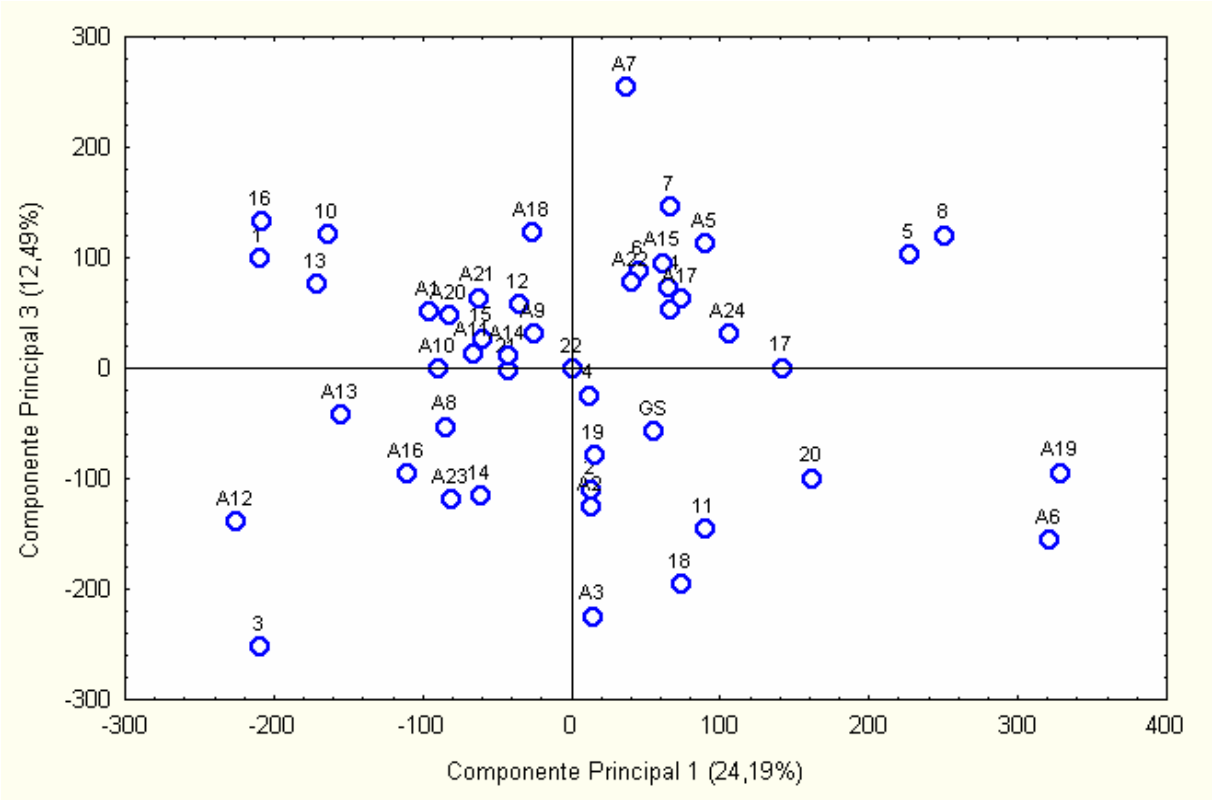


**Figura 8 -** Gráfico biplot de modelo AMMI3, para dados de produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente às três épocas de semeadura, avaliados nas safras de 2007/2008/2009 em vinte e quatro ambientes (IPCA1 x IPCA3).

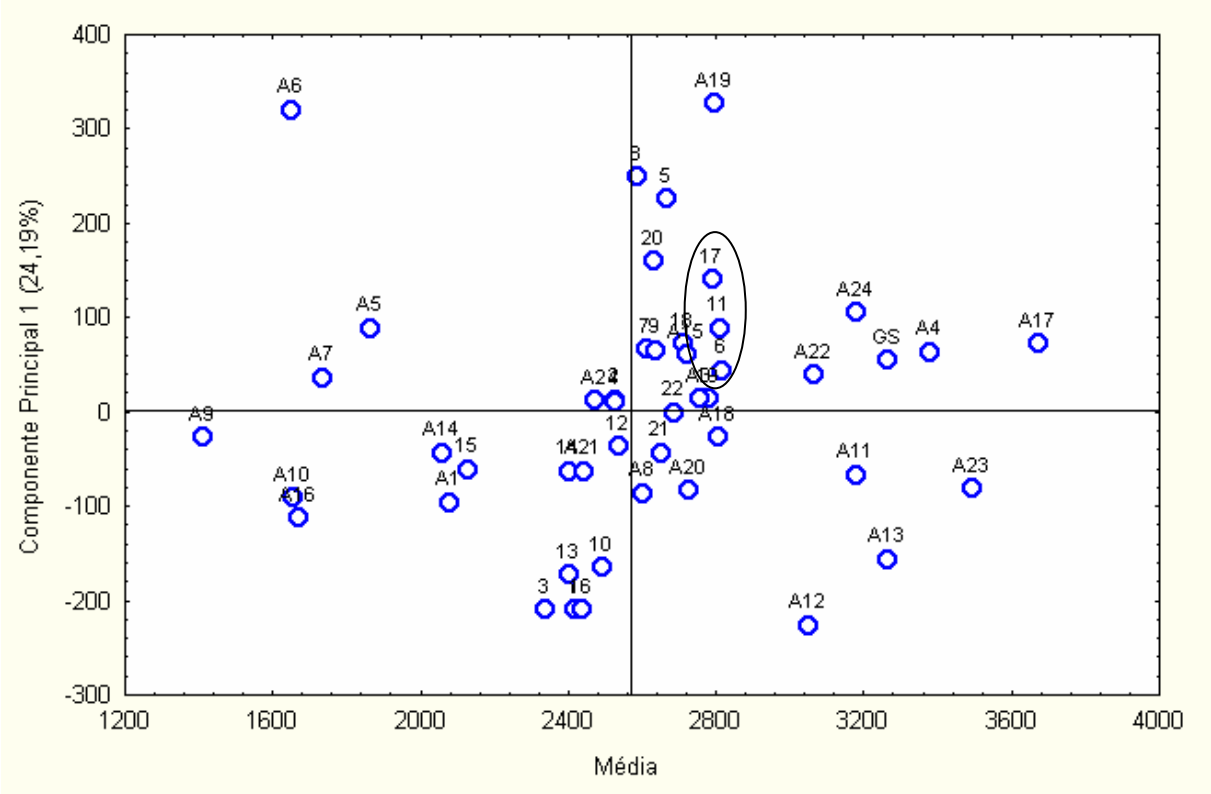


**Figura 9** - Gráfico biplot para produtividade de grãos de feijoeiro de tegumento carioca e preto referente às três épocas de semeadura, avaliados nas safras de 2007/2008/2009 em vinte e quatro ambientes (IPCA x Média).

### 4.3 Análise da Estabilidade e Adaptabilidade pelo Método LIN & BINNS (1988) Modificado por CARNEIRO (1998).

A classificação dos ambientes em favoráveis e desfavoráveis para produtividade média de grãos está apresentada nas tabelas 15 e 16. Os ambientes desfavoráveis são os que apresentam índices ambientais negativos, e ambientes favoráveis são aqueles cujos índices ambientais são positivos.

Pelos resultados observados nas tabelas 15 e 16, foi possível notar que os fatores, épocas das águas, seca e inverno e anos 2007, 2008 e 2008 influenciaram na classificação dos locais de experimentação em ambientes favoráveis e desfavoráveis. Os locais não se repetiram necessariamente para cada época de semeadura, pois foram selecionados, conforme a necessidade e disponibilidade de novas áreas e/ou indisponibilidade destes locais devido a vários fatores (clima, recursos financeiros e humanos).

Nota-se na tabela 15 que o ambiente Avaré foi favorável ao cultivo do feijoeiro para a época das secas, tendo esse resultado confirmado nos dois anos agrícolas (2008/2009)

avaliados neste local. Os ambientes Capão bonito e Monte Alegre do Sul apresentaram-se favoráveis para a época das águas, tendo esse resultado repetido nos anos agrícolas de 2007 e 2008. Mococa apresentou-se como ambiente desfavorável na época das secas/2008, mas favorável na época das secas/2009 isso pode ter ocorrido devido ao excesso de chuva na fase inicial da cultura e maior incidência de doenças como mancha angular e antracnose no ano de 2008. O ambiente Colina apresentou-se como ambiente favorável na época de inverno/2008, mas desfavorável na época de inverno/2009. Isso ocorreu devido à falta de irrigação no ano de 2009 causando perda de produtividade de 740 $kg.ha^{-1}$ de um ano para o outro, onde na safra de inverno/2008 a produtividade foi de 3180 $kg.ha^{-1}$ e inverno/2009 foi de 2440 $kg.ha^{-1}$. O ambiente Ribeirão Preto foi favorável ao cultivo do feijoeiro para a época de inverno, tendo esse resultado confirmado nos dois anos agrícolas (2008/2009) avaliados neste local

Para a classificação dos ambientes de acordo com o conjunto das três épocas de semeadura (tabela 16) pode-se observar que os valores do índice ambiental foram diferentes da tabela 15 o que é normal devido as médias de produtividade por época e conjunta serem diferentes, mas a classificação desses ambientes foram iguais tanto na tabela 15 quanto na tabela 16.

**Tabela 15 -** Classificação dos ambientes favoráveis e desfavoráveis ao cultivo do feijoeiro, para produtividade média de grãos, com base nos índices ambientais (I), para as épocas das águas, seca e inverno.

| Local | Épocas | Índice Ambiental (I) ($kg.ha^{-1}$) | Classificação |
|---|---|---|---|
| Araras | Águas/2007 | -520,00 | Desfavorável |
| Avaré | Águas/2007 | -130,18 | Desfavorável |
| Capão Bonito | Águas/2007 | 153,31 | Favorável |
| M.A. Sul | Águas/2007 | 777,26 | Favorável |
| Tatuí | Águas/2008 | -542,91 | Desfavorável |
| M.A. Sul | Águas/2008 | 122,17 | Favorável |
| Mococa | Águas/2008 | -930,23 | Desfavorável |
| Capão Bonito | Águas/2008 | 1070,58 | Favorável |
| Capão Bonito | Seca/2008 | -335,13 | Desfavorável |
| Tatuí | Seca/2008 | -547,45 | Desfavorável |
| M.A. Sul | Seca/2008 | -464,40 | Desfavorável |
| Avaré | Seca/2008 | 405,40 | Favorável |
| Mococa | Seca/2008 | -789,77 | Desfavorável |
| Avaré | Seca/2009 | 606,00 | Favorável |
| Mococa | Seca/2009 | 598,13 | Favorável |
| Tatuí | Seca/2009 | 527,22 | Favorável |
| Andradina | Inv/2008 | -1260,95 | Desfavorável |
| Colina | Inv/2008 | 265,13 | Favorável |
| R.Preto | Inv/2008 | 135,00 | Favorável |
| Votuporanga | Inv/2008 | 345,81 | Favorável |
| Colina | Inv/2009 | -475,04 | Desfavorável |
| Pindorama | Inv/2009 | 150,72 | Favorável |
| Ribeirão Preto | Inv/2009 | 577,68 | Favorável |
| Votupotanga | Inv/2009 | 261,63 | Favorável |

**Tabela 16 -** Classificação dos ambientes favoráveis e desfavoráveis ao cultivo do feijoeiro, para produtividade média de grãos, com base no índice ambiental (I), considerando o conjunto das três épocas de semeadura.

| Local | Épocas | Índice Ambiental (I) (kg.ha$^{-1}$) | Classificação |
|---|---|---|---|
| Araras | Águas/2007 | -491,1989 | Desfavorável |
| Avaré | Águas/2007 | -101,3807 | Desfavorável |
| Capão Bonito | Águas/2007 | 182,1193 | Favorável |
| M.A. Sul | Águas/2007 | 806,0739 | Favorável |
| Tatuí | Águas/2008 | -514,108 | Desfavorável |
| M.A. Sul | Águas/2008 | 150,983 | Favorável |
| Mococa | Águas/2008 | -901,4261 | Desfavorável |
| Capão Bonito | Águas/2008 | 1099,392 | Favorável |
| Capão Bonito | Seca/2008 | -708,608 | Desfavorável |
| Tatuí | Seca/2008 | -920,9261 | Desfavorável |
| M.A. Sul | Seca/2008 | -837,8807 | Desfavorável |
| Avaré | Seca/2008 | 31,9375 | Favorável |
| Mococa | Seca/2008 | -1163,2443 | Desfavorável |
| Avaré | Seca/2009 | 232,5284 | Favorável |
| Mococa | Seca/2009 | 224,6648 | Favorável |
| Tatuí | Seca/2009 | 153,7557 | Favorável |
| Andradina | Inv/2008 | -916,2898 | Desfavorável |
| Colina | Inv/2008 | 609,8011 | Favorável |
| R.Preto | Inv/2008 | 479,6648 | Favorável |
| Votuporanga | Inv/2008 | 690,483 | Favorável |
| Colina | Inv/2009 | -130,3807 | Desfavorável |
| Pindorama | Inv/2009 | 495,392 | Favorável |
| Ribeirão Preto | Inv/2009 | 922,3466 | Favorável |
| Votupotanga | Inv/2009 | 606,3011 | Favorável |

### 4.3.1 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época das águas

Considerando a época das águas (Tabela 17), com os ambientes favoráveis e os desfavoráveis, os genótipos Juriti Claro, GenC2-1-3 e CNFC 10408 do grupo comercial carioca e LP 04-72 do grupo comercial preto, foram aquelas com melhor desempenho da média dos oito ambientes da época de águas (2.876 kg.ha$^{-1}$), ou seja, apresentaram menores estimativas de $P_i$. Os genótipos Gen99TG9-84-1 e IAC Alvorada não apresentaram um bom desempenho entre os genótipos avaliados. Ao examinar os genótipos nos ambientes favoráveis (Tabela 17), os materiais GenC2-1-3 e Juriti Claro tiveram os menores valores de ($P_{if}$) sendo recomendadas para condições de alto nível tecnológico, enquanto que nos ambientes desfavoráveis ($P_{id}$) o genótipos LP 04-72, Z-22, CNFC 10408 e MAI-25 se

destacaram pelo bom desempenho portanto, promissoras em condições de baixo nível tecnológico . Entre os genótipos avaliados destacam-se, pelo baixo desempenho nos ambientes favoráveis, os genótipos IAC Alvorada e CNFC 10431. Enquanto que, para os ambientes classificados como desfavoráveis o genótipo Gen99TG9-84-1 apresentou desempenho inferior em relação aos demais genótipos avaliados.

**Tabela 17 -** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de LIN & BINNS (1988) modificado por CARNEIRO (1998), para produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$), de 22 genótipos de feijoeiro avaliados na época das águas dos anos agrícolas de 2007/2008 para o estado de São Paulo.

| Época-Águas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Resposta geral e a ambientes favoráveis e desfavoráveis | | | | |
| **Cultivares e Linhagens** | **Média** | **$P_i.10^{-4}$** | **Cultivares e Linhagens** | **$P_{if}.10^{-4}$** | **Cultivares e Linhagens** | **$P_{id}.10^{-4}$** |
| Juriti Claro (C) | 2876 | 10,9 | GenC2-1-3 (C) | 4,3 | LP 04-72 (P) | 8,7 |
| LP 04-72 (P) | 2835 | 12,0 | Juriti Claro (C) | 6,6 | Z-22 (C) | 9,9 |
| GenC2-1-3 (C) | 2805 | 12,9 | LP 04-92 (P) | 9,8 | CNFC 10408 (C) | 10,2 |
| CNFC 10408 (C) | 2886 | 13,3 | GenC2-1-7 (C) | 11,2 | MAI-25 (C) | 11,0 |
| LP 02-02 (C) | 2706 | 16,7 | LP 04-72 (P) | 15,3 | Juriti Claro (C) | 15,2 |
| LP 04-92 (P) | 2698 | 17,3 | LP 02-02 (C) | 15,8 | GenC2-1-1 (C) | 17,0 |
| GenC2-1-7 (C) | 2710 | 17,5 | CNFC 10408 (C) | 16,3 | LP 02-02 (C) | 17,5 |
| Z-22 (C) | 2712 | 20,7 | Pérola (C) | 21,4 | CNFC 10470 (C) | 17,7 |
| GenC2-1-1 (C) | 2643 | 20,8 | Guará (C) | 21,6 | IAC-Una (P) | 18,0 |
| IAC-Una (P) | **2643** | 21,4 | GenC2-1-6 (C) | 24,4 | CNFC 10431 (C) | 20,9 |
| MAI-25 (C) | 2589 | 25,4 | GenC2-1-1 (C) | 24,6 | GenC2-1-3 (C) | 21,5 |
| Pérola (C) | **2671** | 25,5 | IAC-Una (P) | 24,8 | IAC Alvorada (C) | 23,5 |
| Guará (C) | 2586 | 29,2 | GenC2-1-5 (C) | 26,6 | GenC2-1-7 (C) | 23,9 |
| GenC8-4-3 (C) | 2523 | 29,4 | GenC8-4-3 (C) | 30,6 | LP 04-92 (P) | 24,9 |
| CNFC 10470 (C) | 2514 | 31,1 | Z-22 (C) | 31,4 | CNFC 10429 (C) | 26,0 |
| CNFC 10429 (C) | 2512 | 31,2 | CNFC 10429 (C) | 36,5 | GenC8-4-3 (C) | 28,3 |
| GenC2-1-5 (C) | 2538 | 32,5 | MAI-25 (C) | 39,9 | Pérola (C) | 29,6 |
| GenC2-1-6 (C) | 2500 | 34,7 | CNFC 10470 (C) | 44,5 | Guará (C) | 36,8 |
| CNFC 10431 (C) | 2380 | 44,5 | IAC-Diplomata (P) | 54,1 | GenC2-1-5 (C) | 38,4 |
| IAC-Diplomata (P) | 2313 | 47,5 | Gen99TG9-84-1 (P) | 61,2 | IAC-Diplomata (P) | 41,0 |
| IAC Alvorada (C) | 2316 | 52,0 | CNFC 10431 (C) | 68,1 | GenC2-1-6 (C) | 45,0 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 2230 | 63,0 | IAC Alvorada (C) | 80,4 | Gen99TG9-84-1 (P) | 64,8 |
| **Média** | **2600** | | | | | |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **398** | | | | | |

**$P_i$:** estimativa da estabilidade do cultivar i considerando os ambientes favoráveis e desfavoráveis; **$P_{if}$:** estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar i considerando os ambientes favoráveis; **$P_{id}$:** estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar i considerando os ambientes desfavoráveis.
* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

### 4.3.2 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época da seca

Considerando a produtividade dos genótipos da época da seca (Tabela 18), observou-se um desempenho máximo da média nos ambientes uma produtividade de 2.526 kg.ha$^{-1}$ pelo

genótipo GenC2-1-1 e ficando próximos a esse valor os genótipos Gen-C2-1-3, Juriti Claro de tegumento carioca e LP 04-72 de tegumento preto que foram superiores estatisticamente aos melhores cultivares padrões Perola e IAC-Una. Os genótipos Gen99TG9-84-1 e Guará foram as de menor estabilidade entre os 22 genótipos avaliados. Em relação aos ambientes favoráveis, os genótipos GenC2-1-3, LP-02-02, Juriti Claro e LP 04-72 foram as que apresentaram os menores valores de $P_{if.}$ Enquanto que, nos ambientes desfavoráveis, $P_{id}$ os genótipos GenC2-1-1, GenC2-1-7, GenC2-1-6 e Juriti Claro se destacaram como as mais estáveis e adaptadas. Os desempenhos mais baixos foram observados nos genótipos Guará e Gen99TG9-84-1 para os ambientes favoráveis, e Guará e IAC-Diplomata para os desfavoráveis.

**Tabela 18 -** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de LIN & BINNS (1988) modificado por CARNEIRO (1998), para produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$), de 22 genótipos de feijoeiro avaliados na época de seca dos anos agrícolas de 2008/2009 para o estado de São Paulo.

| Época-Seca | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Resposta geral e a ambientes favoráveis e desfavoráveis | | | | |
| **Cultivares e Linhagens** | **Média** | **$P_i.10^{-4}$** | **Cultivares e Linhagens** | **$P_{if}.10^{-4}$** | **Cultivares e Linhagens** | **$P_{id}.10^{-4}$** |
| GenC2-1-1 (C) | **2526*** | 8,3 | GenC2-1-3 (C) | 5,2 | GenC2-1-1 (C) | 1,5 |
| GenC2-1-3 (C) | **2483*** | 9,4 | LP 02-02 (C) | 7,4 | GenC2-1-7 (C) | 4,0 |
| Juriti Claro (C) | **2484*** | 9,6 | Juriti Claro (C) | 9,7 | GenC2-1-6 (C) | 7,9 |
| LP 04-72 (P) | **2467*** | 10,5 | LP 04-72 (P) | 9,7 | Juriti Claro (C) | 9,6 |
| GenC2-1-6 (C) | 2439 | 13,5 | Z-22 (C) | 9,8 | LP 04-72 (P) | 11,3 |
| GenC2-1-5 (C) | 2346 | 14,8 | MAI-25 (C) | 12,6 | GenC2-1-5 (C) | 12,7 |
| GenC2-1-7 (C) | 2359 | 17,3 | CNFC 10408 (C) | 15,0 | GenC2-1-3 (C) | 13,7 |
| Z-22 (C) | 2329 | 18,1 | GenC2-1-1 (C) | 15,1 | Pérola (C) | 18,3 |
| CNFC 10408 (C) | 2296 | 18,4 | GenC2-1-5 (C) | 16,8 | LP 04-92 (P) | 18,8 |
| LP 04-92 (P) | 2303 | 20,5 | GenC2-1-6 (C) | 19,2 | CNFC 10429 (C) | 21,7 |
| LP 02-02 (C) | 2356 | 21,6 | LP 04-92 (P) | 22,2 | CNFC 10408 (C) | 21,8 |
| MAI-25 (C) | 2283 | 22,0 | CNFC 10429 (C) | 23,5 | Z-22 (C) | 26,4 |
| CNFC 10429 (C) | 2259 | 22,6 | IAC-Una (P) | 25,9 | MAI-25 (C) | 31,3 |
| IAC-Una (P) | **2122** | 29,7 | GenC2-1-7 (C) | 30,6 | IAC-Una (P) | 33,4 |
| Pérola (C) | **2092** | 37,3 | CNFC 10431 (C) | 47,8 | LP 02-02 (C) | 35,9 |
| CNFC 10431 (C) | 2004 | 48,1 | IAC-Diplomata (P) | 47,8 | CNFC 10470 (C) | 46,8 |
| CNFC 10470 (C) | 1917 | 49,7 | CNFC 10470 (C) | 52,6 | CNFC 10431 (C) | 48,5 |
| GenC8-4-3 (C) | 2022 | 53,5 | IAC Alvorada (C) | 55,7 | GenC8-4-3 (C) | 50,1 |
| IAC Alvorada (C) | 1885 | 57,2 | Pérola (C) | 56,3 | IAC Alvorada (C) | 58,6 |
| IAC-Diplomata (P) | 1805 | 58,8 | GenC8-4-3 (C) | 56,8 | Gen99TG9-84-1 (P) | 60,7 |
| Guará (C) | 1850 | 65,7 | Guará (C) | 57,5 | IAC-Diplomata (P) | 69,8 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 1707 | 69,8 | Gen99TG9-84-1 (P) | 78,9 | Guará (C) | 73,9 |
| **Média** | **2199** | | | | | |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **368** | | | | | |

**$P_i$:** estimativa da estabilidade do cultivar i considerando os ambientes favoráveis e desfavoráveis; **$P_{if}$:** estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar i considerando os ambientes favoráveis; **$P_{id}$:** estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar i considerando os ambientes desfavoráveis.
* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

### 4.3.3 Grãos de tegumento carioca e preto referente à época de inverno

Considerando a época de inverno (tabela 19), ao analisar de forma geral, observou-se que os genótipos CNFC 10408, GenC2-1-3 e MAI-25, apresentaram desempenho próximo do

máximo da média dos oito ambientes (3.241 $kg.ha^{-1}$), ou seja, menores estimativas de $P_i$. O genótipo Gen99TG9-84-1 foi a menos estável entre os genótipos avaliados. Os genótipos CNFC 10408, MAI-25 e GenC2-1-3 foram os genótipos mais responsivos aos ambientes favoráveis, enquanto que os genótipos mais adaptados aos ambientes desfavoráveis foram Z-22, CNFC 10408, LP 04-72, CNFC 10431 e IAC Alvorada . Os desempenhos mais baixos foram observados nos genótipos Gen99TG9-84-1 e CNFC 10431 para os ambientes favoráveis, e para os ambientes desfavoráveis foram IAC-Diplomata e CNFC 10470.

**Tabela 19 -** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de LIN & BINNS (1988) modificado por CARNEIRO (1998), para produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$), de 22 genótipos de feijoeiro avaliados na época de inverno dos anos agrícolas de 2008/2009 para o estado de São Paulo.

| **Época-Inverno** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Resposta geral e a ambientes favoráveis e desfavoráveis** | | | | |
| **Cultivares e Linhagens** | **Média** | **$P_i.10^{-4}$** | **Cultivares e Linhagens** | **$P_{if}.10^{-4}$** | **Cultivares e Linhagens** | **$P_{id}.10^{-4}$** |
| CNFC 10408 (C) | 3241 | 21,1 | CNFC 10408 (C) | 27,4 | Z-22 (C) | 1,2 |
| GenC2-1-3 (C) | 3161 | 28,8 | MAI-25 (C) | 35,8 | CNFC 10408 (C) | 2,3 |
| MAI-25 (C) | 3074 | 29,7 | GenC2-1-3 (C) | 36,7 | LP 04-72 (P) | 3,6 |
| LP 02-02 (C) | 3075 | 35,8 | LP 02-02 (C) | 46,0 | CNFC 10431 (C) | 3,9 |
| IAC Alvorada (C) | **3042** | 36,1 | IAC Alvorada (C) | 46,6 | IAC Alvorada (C) | 4,4 |
| Z-22 (C) | 3008 | 38,0 | GenC8-4-3 (C) | 48,3 | GenC2-1-3 (C) | 5,1 |
| LP 04-72 (P) | 3043 | 38,1 | LP 04-72 (P) | 49,6 | LP 02-02 (C) | 5,2 |
| Juriti Claro (C) | 3004 | 39,5 | Z-22 (C) | 50,2 | GenC2-1-5 (C) | 7,0 |
| GenC8-4-3 (C) | 2928 | 41,2 | Juriti Claro (C) | 50,2 | Guará (C) | 7,1 |
| GenC2-1-5 (C) | 2942 | 45,7 | CNFC 10429 (C) | 52,9 | Juriti Claro (C) | 7,4 |
| GenC2-1-6 (C) | 2819 | 46,4 | GenC2-1-7 (C) | 54,1 | IAC-Una (P) | 8,7 |
| LP 04-92 (P) | 2895 | 46,7 | LP 04-92 (P) | 55,9 | MAI-25 (C) | 11,2 |
| CNFC 10429 (C) | 2828 | 47,1 | GenC2-1-6 (C) | 56,6 | GenC2-1-6 (C) | 15,7 |
| GenC2-1-1 (C) | 2823 | 47,8 | GenC2-1-1 (C) | 57,0 | Pérola (C) | 16,4 |
| GenC2-1-7 (C) | 2842 | 48,2 | CNFC 10470 (C) | 58,3 | LP 04-92 (P) | 19,0 |
| Pérola (C) | 2812 | 51,8 | GenC2-1-5 (C) | 58,6 | GenC8-4-3 (C) | 19,9 |
| CNFC 10470 (C) | 2773 | 51,9 | Pérola (C) | 63,6 | GenC2-1-1 (C) | 20,2 |
| IAC-Una (P) | **2815** | 52,2 | IAC-Diplomata (P) | 66,6 | Gen99TG9-84-1 (P) | 21,4 |
| CNFC 10431 (C) | 2816 | 52,8 | IAC-Una (P) | 66,7 | CNFC 10429 (C) | 29,8 |
| Guará (C) | 2867 | 53,2 | Guará (C) | 68,6 | GenC2-1-7 (C) | 30,7 |
| IAC-Diplomata (P) | 2890 | 61,2 | CNFC 10431 (C) | 69,1 | CNFC 10470 (C) | 32,6 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 2439 | 97,2 | Gen99TG9-84-1 (P) | 122,5 | IAC-Diplomata (P) | 45,0 |
| **Média** | **2910** | | | | | |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **376** | | | | | |

**$P_i$:** estimativa da estabilidade do cultivar i considerando os ambientes favoráveis e desfavoráveis; **$P_{if}$:** estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar i considerando os ambientes favoráveis; **$P_{id}$:** estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar i considerando os ambientes desfavoráveis.
* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

### 4.3.4 Conjunto das três épocas de semeadura (águas, seca e inverno), referente a grãos de tegumento carioca e preto

Os resultados obtidos no conjunto dos anos e ambientes de 2007/2008/2008 (Tabela 20) demonstraram que os genótipos GenC2-1-3, CNFC 10408, Juriti Claro comportaram-se como as mais estáveis, ou seja, apresentaram menores estimativas de $P_{i,}$ podendo estes materiais serem passíveis de recomendação. Os genótipos que apresentaram desempenho inferior entre os genótipos avaliados foram Gen 99TG9-84-1 e IAC-Diplomata, ambos de tegumento preto. Examinando os ambientes favoráveis, os genótipos GenC2-1-3 e CNFC 10408 tiveram os menores valores de $P_{if}$ enquanto que, nos ambientes desfavoráveis, os genótipos LP 04-72, Juriti Claro e GenC2-1-1 se destacaram como os mais adaptados. Desempenho inferior aos demais foi observado na linhagem Gen99TG9-84-1 para os ambientes favoráveis e também para ambientes desfavoráveis.

**Tabela 20 -** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de LIN & BINNS (1988) modificado por CARNEIRO (1998), para produtividade média de grãos (kg.ha$^{-1}$), de 22 genótipos de feijoeiro avaliados no conjunto das três épocas de semeadura (águas, seca e inverno), dos anos agrícolas de 2007/2008/2009 para o estado de São Paulo.

| **Época-Conjunta** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Resposta geral e a ambientes favoráveis e desfavoráveis** | | | | |
| **Cultivares e Linhagens** | **Média** | **$P_i.10^{-4}$** | **Cultivares e Linhagens** | **$P_{if}.10^{-4}$** | **Cultivares e Linhagens** | **$P_{id}.10^{-4}$** |
| GenC2-1-3 (C) | **2816*** | 17,0 | GenC2-1-3 (C) | 18,4 | LP 04-72 (P) | 8,7 |
| CNFC 10408 (C) | **2808*** | 17,6 | CNFC 10408 (C) | 20,7 | Juriti Claro (C) | 11,4 |
| Juriti Claro (C) | **2788*** | 20,0 | Juriti Claro (C) | 26,2 | GenC2-1-1 (C) | 11,4 |
| LP 04-72 (P) | **2782*** | 20,2 | LP 02-02 (C) | 26,4 | CNFC 10408 (C) | 13,3 |
| LP 02-02 (C) | 2712 | 24,7 | LP 04-72 (P) | 28,4 | Z-22 (C) | 14,8 |
| Z-22 (C) | 2683 | 25,6 | MAI-25 (C) | 30,4 | GenC2-1-3 (C) | 15,1 |
| GenC2-1-1 (C) | 2664 | 25,6 | LP 04-92 (P) | 33,1 | GenC2-1-7 (C) | 17,3 |
| MAI-25 (C) | 2648 | 25,7 | Z-22 (C) | 33,3 | MAI-25 (C) | 19,1 |
| GenC2-1-7 (C) | 2637 | 27,7 | GenC2-1-7 (C) | 35,1 | LP 04-92 (P) | 21,3 |
| LP 04-92 (P) | 2632 | 28,2 | GenC2-1-1 (C) | 35,8 | GenC2-1-5 (C) | 21,9 |
| GenC2-1-5 (C) | 2609 | 31,0 | GenC2-1-6 (C) | 36,7 | IAC-Una (P) | 22,3 |
| GenC2-1-6 (C) | 2586 | 31,5 | GenC2-1-5 (C) | 37,5 | LP 02-02 (C) | 22,4 |
| CNFC 10429 (C) | 2533 | 33,7 | CNFC 10429 (C) | 39,8 | Pérola (C ) | 22,4 |
| IAC-Una (P) | **2526** | 34,4 | IAC-Una (P) | 43,1 | GenC2-1-6 (C) | 24,3 |
| Pérola (C) | **2525** | 38,2 | GenC8-4-3 (C) | 45,7 | CNFC 10429 (C) | 25,0 |
| GenC8-4-3 (C) | 2491 | 41,4 | Pérola (C) | 49,4 | CNFC 10431 (C) | 28,5 |
| CNFC 10470 (C) | 2401 | 44,2 | Guará (C) | 52,0 | CNFC 10470 (C) | 32,3 |
| IAC Alvorada (C) | 2414 | 48,4 | CNFC 10470 (C) | 52,7 | IAC Alvorada (C) | 33,7 |
| CNFC 10431 (C) | 2400 | 48,5 | IAC-Diplomata (P) | 57,6 | GenC8-4-3 (C) | 35,3 |
| Guará (C) | 2434 | 49,4 | IAC Alvorada (C) | 58,9 | Guará (C) | 45,7 |
| IAC-Diplomata (P) | 2336 | 55,8 | CNFC 10431 (C) | 62,7 | IAC-Diplomata (P) | 53,3 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 2125 | 76,7 | Gen99TG9-84-1 (P) | 92,5 | Gen99TG9-84-1 (P) | 54,5 |
| **Média** | **2570** | | | | | |
| ***DMS kg.ha$^{-1}$** | **219** | | | | | |

**$P_i$:** estimativa da estabilidade do cultivar i considerando os ambientes favoráveis e desfavoráveis; **$P_{if}$:** estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar i considerando os ambientes favoráveis; **$P_{id}$:** estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar i considerando os ambientes desfavoráveis.
* Teste Dunnett (5%) em relação a melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (IAC-Diplomata ou IAC-Una), grupo Diversos (IAC Alvorada ou Pérola). Valores em negrito correspondem a melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

### 4.4 Comparações Entre os Resultados dos Métodos de Análise de Estabilidade e Adaptabilidade

Pode-se observar que para as três épocas de plantio (águas, seca e inverno) e para o conjunto das três épocas de plantio poucos genótipos coincidem quanto à análise de estabilidade e adaptabilidade entre os métodos AMMI e Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), e que no modelo de Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) existe uma alta correlação entre média de produtividade e estabilidade de produção o que não ocorre necessariamente no modelo AMMI. Segundo MELO et al. (2007) os dois modelos são métodos pouco correlacionados e, portanto, fornecem informações complementares. Assim, a utilização simultânea desses dois métodos gera estimativas, com abordagens diferenciadas, do processo de interação entre genótipos e ambientes.

O método de Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) tem como característica uma alta correlação entre média e estabilidade, pois associa estabilidade com a capacidade dos genótipos de apresentar o menor desvio em relação ao máximo, em todos os ambientes do estudo. Essa é considerada a maior vantagem desse método, pois consegue identificar os genótipos mais estáveis sempre entre os mais produtivos, como observado também por CARBONELL et al. (2001), em estudo de avaliação de estabilidade em feijoeiro.

O método AMMI por sua vez identifica os genótipos mais estáveis e os ambientes onde o conjunto desses genótipos foram mais estáveis através da análise dos gráficos biplot entre as componentes principais como por exemplo (IPCA1 x IPCAn) podendo ser auxiliada pela interpretação das estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMIn. Os genótipos mais adaptados são identificados pelos gráficos biplot analisando a componente principal 1 com a média (IPCA1 x Média) com o auxílio de um genótipo suplementar, sendo possível identificar adaptabilidades especificas através da análise gráfica onde os genótipos mais adaptados a um respectivo ambiente estão próximos deste ambiente.

## 5 CONCLUSÕES

**a)** Existe predominância da interação genótipos com ambientes do tipo complexa, na avaliação de genótipos de feijoeiro em diferentes épocas, anos e locais.

**b)** O grande do número de variáveis na análise AMMI (genótipo e ambiente) prejudica a interpretação do gráfico biplot tornando-a difícil e confusa. O método Lin & Binns

(1988) modificado por Carneiro (1998) é de interpretação mais simples e rápida que o modelo AMMI.

**c)** Os genótipos mais estáveis e produtivos, para tipo de grão comercial carioca, são: GenC2-1-3, CNFC 10408 e Juriti Claro; para tipo de grão comercial preto, o genótipo LP 04-72 conforme modelo Lin & Binns e para o modelo AMMI os mais estáveis foram os genótipos IAC-Una, GenC2-1-7, LP-04-72 e Z-22, destacando o genótipo LP-04-72 para o tipo comercial preto que foi superior ao melhor cultivar padrão de tegumento preto o IAC-Una, assim como os genótipos GenC2-1-3, CNFC 10408 e Juriti Claro que foram superiores ao melhor cultivar padrão de tegumento carioca. O genótipo GenC2-1-3 será lançado como cultivar com o nome IAC Formoso.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ABREU, A.F.B. Cultivo do feijão da primeira e segunda safra na região Sul de Minas Gerais: Importânciaeconômica.http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijão/FeijaoPrimSegSafraSulMG/index.htm, (11 julho 2009).

AIDAR, H. Cultivo do feijoeiro comum: Características da cultura. http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm, (20 julho 2009).

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**. v.4, n.5, p.503-508, 1964.

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

ANTUNES, I.F.; SILVEIRA, E.P. A Pesquisa em Melhoramento genético como fator de progresso na produtividade de feijão no Rio Grande do Sul. Amais. **V Reunião Nacional de Pesquisa de feijão**. 14 a 18/10/1996. Goiânia, GO, Volume 1: Resumos expandidos.

BAKER, R. J. Recent research on genotype-environmental interaction. In: Proceedings of the 5th international Oat conference and 7th International Barley Genetics **Symposium**, Saskatoon. p. 245-246,1996.

BARROS, R.P. Feijões especiais para a agricultura familiar. www.zoonews.com.br/noticiax.php?idnoticia=221, (06 agosto 2009).

BASTOS, I. T.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; PETERNELLI, L. A.; SILVEIRA, L. C. I.; DONDA, L. R.; FORTUNATO, A. A.; COSTA, P. M. A; FIGUEIREDO, I. C. R. Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de açúcar via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 4, p. 195-203, 2007.

BECKER, H.C. **Correlations among some statistical measures of phenotypic stability**. *Euphytica,* Dordrecht, v.30, p.835-840, 1981.

BONELLI, A.F.; PINTO, R.M.C.; SILVA, H.D.; PEREIRA, R.S.B.; ESTEVES, A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em milho para os Estados do Goiás, Minas Gerais e São Paulo, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 14p., 2005.

CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; DIAS, L.A.S.; GARCIA, A.A.F.; MORAIS, L.K. Common Bean cultivars and lines interactions with environments. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.2, p. 169-177, 2004.

CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; DIAS, L.A.S.; GONÇALVES, C.; ANTONIO, C.B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p. 69-77, 2001.

CARBONELL, S.A.M.; POMPEU, A.S. Estabilidade fenotípica de linhagens de feijoeiro em três épocas de plantio no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.321-329, 2000.

CARBONELL, S.A.M.; POMPEU, A.S. Estratificação de ambientes em experimentos de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.56, n.1, p. 207-218, 1997.

CARNEIRO, P.C.S. Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento. Viçosa, MG: UFV, 1998. 155p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

CHAVES, L. J. Interação de genótipos com ambientes. Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: **Fundação-MT**, cap. 22, p. 673-713, 2001.

CONAB- (COMPANHA NACIONAL DE ABASTACIMENTO) www.conab.gov.br, acesso em novembro de 2009.

CORNELIUS, P. L.; SEYEDSADR, M. S.; CROSSA, J. Using the shifted multiplicative model search for " separability" in crop cultivar trials. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 84, p. 161-172, 1992.

CORREIA, W. R, et al. Adaptabilidade e Estabilidade de Genótipos de Soja em Minas Gerais. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 80-85, Oct./Dec. 2008

COSTA, J.G. et al., Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivas de milho recomendadas para o Estado do Acre. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.23, n.1, p.7-11, 1999.

CROSSA, J.; FOX, P. N.; PFEIFFER, W. H.; RAJARAM, S.; GAUCH, H. G. AMMI adjustment for statistical analysis of an international wheat yield trial. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 81, p. 27-37, 1991.

CRUZ, C. D. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. 1990. 188 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

CRUZ, C. D., Carneiro, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Volume 2. Viçosa, MG : Editora UFV, 2003. 585p.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. A. VENCOVSKY, R. An alternative approch to stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, n. 2, p.567-580, 1989.

CRUZ, C.D., Programa GENES: **Biometria**. Viçosa: UFV, p.94-107, 2006.

CRUZ, C.D.et al. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, p.103-123, 2004.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 390p., 2001.

DUARTE, J. B. Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.). 1988. 155 f. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

DUARTE, J.B. O método "AMMI" para análise da interação de genótipos com ambientes. **ESALQ**, Piracicaba, p.1-15, 1997.

DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 1999.

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

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/Abertura.html. (5 agosto 2009a).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, http://www.cnpaf.embrapa.br/eventosenoticias/anteriores/anteriores2006/060313.htm, (06 agosto 2009b).

FACHINI, C.; BARROS, V. L. N. P. de.; RAMOS JUNIOR, E. U.; ITO, M. A.; CASTRO, J. L. de. Importância do feijão no agronegócio brasileiro. **Anais**. Dia de campo de feijão. 22/11/2006. Capão Bonito, SP, p.1-7, 2006.

FAO.**Faostat**.Disponívelem:<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>. Acesso em: 10 maio 2009.

FERREIRA, D.F. Statistical models in agriculture biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 373-388, 2006.

FLORES, F.; MORENO, M. T.; CUBERO, J. I. Genotype-environment interaction in faba bean: comparison of AMMI and principal coordinate model. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 47, p. 117-127, 1996.

FONSECA, S. M. da. Estimação e interação dos componentes da variação total em experimentos de melhoramento florestal. In: **Curso Prático Experimentais em Silvicultura**. Piracicaba, IPEF. p. 1-20. 1979.

GAUCH, H.G. Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. New York: **Elsevier Science**, 1992, 278p.

GAUCH, H. G.; ZOBEL, R. W. 1996. AMMI analysis of yield trials. In: KANG, M. S.; GAUCH, H. G. eds. **Genotype-by-environment interaction**, Boca Raton, FL, CRC Press, 1996. cap. 4, p. 85-122.

GAUCH, H. G.; ZOBEL, R. W. AMMI analysis of yield trials. In: KANG, M. S.; GAUCH, H. G. (Ed.) Genotype-by-environment interaction. New York: **CRC Press**, 1996. p.85-122.

GAUCH, H.G. Model selection and validation for yield trials with interaction. **Biometrics**, Washington, v.44, p.705-715, 1988.

GOLLOB, H. F. Astatistical model which combines features of factor analysis and analysis of variance techniques. **Psycometrika**, v. 33, n. 1, p. 73-145, 1968.

GONÇALVES, João Guilherme Ribeiro. Estabilidade fenotípica do feijoeiro com o uso de genótipos suplementares em análise AMMI. 2008. 103f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós Graduação – IAC.

GUALBERTO et al. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 81-88, 2002.

HOOGERHEIDE, E.S.S.; Farias, F. J. C.; Vencovsky, R.; Freire, E. C. Estabilidade fenotípica de genótipos de algodoeiro no Estado do Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v.42, n.5, Brasília, maio 2007.

KEMPTON, R. A. The use of biplots in interpreting variety by environment interactions. **Journal Agriculture Science**, Cambridge, v. 103, p. 123-135, 1984.

JOHNSON, R. A. & WICHERN, D. W. Applied Multivariate Statistical Analysis. **Prentice Hall International**, New Jersey, 1992.

LACKEY, J.A. A chromosome atlas of the Phaseoleae (Leguminosae-Papilionoideae). *Iselya 1*: 87-114, 1979.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. & LEFKOVITCH, L. P. Stability analysis: where do we stand. **Crop Science**, v. 26, p. 894-900, 1986.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.68, n. 3, p. 193-198, 1988.

MANDEL, J. A new analysis of variance model for nonadditive data. **Technometrics**, Washington, v. 13, n.1, p. 1-18, 1971.

MARINGONI, A.C.; KIMATI, H. & KUROZAWA, C. Variabilidade sorológica entre isolados de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. **Summa Phytophatologica,** v.20, n.3-4, p.164-167, 1994.

MANLY, Bryan F. J. Multivariate statistical methods. a primer. London: **Chapman and Hall**, 1986, 159p.

MATHERSON, A. C. Genotype x environment interaction. In: Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees. Oxford, **Commonwelth Forestry Institute**, p. 227-36. 1978.

MELO, L.C.; MELO, P.G.S.; FARIA, L.C.; DIAZ, J.L.C.; PELOSO; M.J.; RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, p.715-723, 2007.

MERCADO-RUARO, P. & DELGADO-SALINAS, A. Cytogenetics studies in *Phaseolus* L. *(Fabaceae).* **Genetics and Molecular Biology**, 23, 4, p. 985-987, 2000.

MORAIS, L.K. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. 2005. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade Federal de Goiás.

MOITA NETO, J.M. & MOITA, G.C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química Nova**, Teresina, v.21, n.4, p.467-469, 1998.

OLIVEIRA, A.B.; DUARTE, J.B.; PINHEIRO, J.B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.3, p.357-364, 2003.

OSMIR, J.L. Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da reamostragem "Bootstrap" no modelo AMMI. 2003, Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agrícola)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PACHECO, R.M.; DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R.; PINHEIRO, J.B.; OLIVEIRA, A.B. Use of supplementary genotypes in AMMI analysis. **Theoretical and Applied Genetics**, v.110, p.812-818, 2005.

PACHECO, R.M. Estratificação de ambientes em cerrados do Brasil central para fins de seleção e recomendação de cultivares de soja. 2004, Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração: Genética e Melhoramento Vegetal)-Universidade Federal de Goiás.

PATIÑO-VALERA. Variação genética em progênie de Eucalyptus saligna Smith e sua interação com o espaçamento. Dissertação de mestrado-ESALQ-USP, Piracicaba, 1986, 92 p.

PEREIRA, A. S.; COSTA, M. D. Análise de estabilidade de produção de genótipos de batata no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 405-409, abr. 1998.

PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; DEL PELOSO, M.J.; FARIA, L.C. de; COSTA, J.G.C. da; DÍAZ, J.L.C.; RAVA, C.A.; WENDLAND, A. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.374-383, 2009.

PICHEL, A.M. Feijões para exportação. In: **Resumos do 22° Dia de Campo de Feijão**. Capão Bonito, p.39-41, 2006.

PIEPHO, H. P. Robustness of statistical test for multiplicative terms in the additive main effects and multiplicative interaction model for cultivar trial. **Theoretical Applied of Genetics**, Berlim, v. 90, p. 438-443, 1995.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística esperimental. 13. ed. Piracicaba – SP: **Nobel**. 1990, 468p.

PINZAN, N.R.; BULISANI, E.A.; BERTI, A.J. Feijão: Zoneamento ecológico e épocas de semeadura para o Estado de São Paulo. Campinas: **CATI**, 1994. 19p. (CATI – Boletim Técnico, 218).

RAMALHO, M.A.P., SANTOS, J.B. & ZIMMERMANN, M.J. Genética quantitativa em plantas autógamas: **Aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 271p., 1993.

SARTORATO, A.; RAVA, C.A.; MENTEN, J.O.M.; BERGAMIN FILHO, A. Resistência vertical do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) a *Isariopsis griseola*. **Fitopatologia Brasileira, v.**16, n.1, p.43-46, 1991.

SHELBOURNE, C. **Genotype environment interaction**: its study and its implications in Forest tree improvement. In: IUFRO GENETIC SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokio. 28p. 1972.

SILVA, R.M.; ROSSE, L.N.; MÔRO, J.R. Estabilidade e adaptabilidade de híbridos duplos experimentais de milho. **Scientia Agrícola**. v.3, n.1-2, p.61-68, 2002.

SILVA, W.C.J. & DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.41, n.1, p.23-30, 2006.

VARELLA, C.A.A. Análise de componentes principais. http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/varella/multivariada.htm, (09 julho 2009).

VICENTE, D.; PINTO, R..J.B.; SCAPIM C.A. Análise da adaptabilidade e estabilidade de linhagens elite de soja. **Acta Scientiarum**. Agronomy. Maringá, v.26, n.3, p. 301-307, 2004.

WANDER, A.E. Perspectivas de mercado interno e externo para o feijão. **EMBRAPA**: Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, p.892-895, 2006.

YOKOYAMA, L.P., Cultivo de Feijoeiro Comum. **EMBRAPA**: Arroz e feijão, 2003.

ZOBEL, R.W. et al. Statistical analysis of a yield trial**. Agron. J**., Madison, v.80, n.3, p.388-393, 1988.

## Anexos

**Anexo I**. Índice de genótipos e ambientes referentes ao VCU de grãos carioca e preto.

| **Genótipos** | **Ambientes** | |
|---|---|---|
| | A1-Araras | Águas/2007 |
| | A2-Avaré | Águas/2007 |
| IAC Alvorada (C) | A3-Capão Bonito | Águas/2007 |
| Pérola (C) | A4-M.A. Sul | Águas/2007 |
| IAC-Diplomata (P) | A5-Capão Bonito | Águas/2007 |
| IAC-Una (P) | A6-Tatuí | Seca/2008 |
| GenC2-1-1 (C) | A7-M.A. Sul | Seca/2008 |
| GenC2-1-3 (C) | A8-Avaré | Seca/2008 |
| GenC2-1-5 (C) | A9-Mococa | Seca/2008 |
| GenC2-1-6 (C) | A10-Andradina | Seca/2008 |
| GenC2-1-7 (C) | A11-Colina | Inv/2008 |
| GenC8-4-3 (C) | A12-R.Preto | Inv/2008 |
| CNFC 10408 (C) | A13-Votuporanga | Inv/2008 |
| CNFC 10429 (C) | A14-Tatuí | Inv/2008 |
| CNFC 10431 (C) | A15-M.A. Sul | Águas/2008 |
| CNFC 10470 (C) | A16-Mococa | Águas/2008 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | A17-Capão Bonito | Águas/2008 |
| Guará (C) | A18-Avaré | Águas/2008 |
| Juriti Claro (C) | A19-Mococa | Seca/2009 |
| LP 02-02 (C) | A20-Tatuí | Seca/2009 |
| LP 04-72 (P) | A21-Colina | Seca/2009 |
| LP 04-92 (P) | A22-Pindorama | Inv/2009 |
| MAI-25 (C) | A23-Ribeirão Preto | Inv/2009 |
| Z-22 (C) | A24-Votuporanga | Inv/2009 |

**Anexo II** . Valor do quadrado médio residual dos vinte e quatro ambientes.

| **Genótipos** | **QMR** | **Genótipos** | **QMR** |
|---|---|---|---|
| A1-Araras | 212065,76 | A13-Votuporanga | 177289,69 |
| A2-Avaré | 190328,16 | A14-Tatuí | 110020,63 |
| A3-Capão Bonito | 303251,07 | A15-M.A. Sul | 89124,39 |
| A4-M.A. Sul | 335610,68 | A16-Mococa | 120702,11 |
| A5-Capão Bonito | 333713,18 | A17-Capão Bonito | 99637,87 |
| A6-Tatuí | 121714,35 | A18-Avaré | **75505,36** |
| A7-M.A. Sul | 92037,225 | A19-Mococa | 180415,88 |
| A8-Avaré | 172203,65 | A20-Tatuí | 215183,19 |
| A9-Mococa | 113658,46 | A21-Colina | **464576,91** |
| A10-Andradina | 128783,45 | A22-Pindorama | 362846,86 |
| A11-Colina | 201469,87 | A23-Ribeirão Preto | 372611,22 |
| A12-R.Preto | 198290,04 | A24-Votupotanga | 173810,57 |

QMR: Quadrado médio do resíduo

**Anexo III**. Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto (Kg/ha-1), avaliados na época das águas em oito ambientes no estado de São Paulo.

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Araras 07 | Avaré 07 | CBonito 07 | MASul 07 | Tatuí 08 | MASul 08 | Mococa 08 | CBonito 08 | Amplitude |
| IAC Alvorada (C) | 470,7276 | 30,7541 | -271,3588 | -109,6822 | 88,1516 | -251,9712 | 148,0016 | -104,6227 | 742,0864 |
| Pérola (C) | -819,3893 | 452,8587 | 633,5464 | -198,3012 | 145,4404 | 11,4225 | 142,6197 | -368,1972 | 1452,9357 |
| IAC-Diplomata (P) | -169,6227 | 216,2011 | 170,1311 | -135,1715 | 102,3832 | -100,935 | 126,3098 | -209,296 | 425,4971 |
| IAC-UNA (P) | 25,4868 | -13,701 | -19,5837 | 5,8722 | -4,2966 | -0,6801 | -4,1318 | 11,0343 | 45,0705 |
| GenC2-1-1 (C) | 151,9955 | -71,5191 | -113,5475 | 27,1879 | -19,6097 | -12,6514 | -16,5874 | 54,7316 | 223,5146 |
| GenC2-1-3 (C) | -332,5353 | -197,5108 | 135,7392 | 212,5948 | -166,0254 | 326,2879 | -243,4903 | 264,9399 | 658,8232 |
| GenC2-1-5 (C) | -27,0498 | -359,8078 | -98,3789 | 281,5002 | -216,3896 | 316,5139 | -291,4942 | 395,1062 | 754,914 |
| GenC2-1-6 (C) | -99,4614 | -391,7153 | -65,2869 | 319,261 | -245,9901 | 378,1999 | -335,7411 | 440,734 | 832,4493 |
| GenC2-1-7 (C) | 107,0044 | -219,5594 | -133,8004 | 149,1987 | -113,677 | 133,8352 | -145,4184 | 222,417 | 441,9764 |
| GenC8-4-3 (C) | -193,818 | 50,1068 | 131,7106 | -3,0853 | 0,7525 | 50,796 | -11,3263 | -25,1362 | 325,5286 |
| CNFC 10408 (C) | -558,0362 | 326,0372 | 437,0796 | -148,596 | 109,4519 | -7,0869 | 111,0583 | -269,9079 | 995,1158 |
| CNFC 10429 (C) | 243,1497 | -13,7985 | -149,6169 | -33,8394 | 28,0135 | -105,1124 | 52,9869 | -21,7831 | 392,7666 |
| CNFC 10431 (C) | 588,2641 | 47,4727 | -336,2372 | -144,0168 | 115,4976 | -322,5118 | 192,101 | -140,5697 | 924,5013 |
| CNFC 10470 (C) | 228,0296 | 169,6259 | -82,1982 | -172,0593 | 134,0265 | -252,5847 | 193,9894 | -218,8292 | 480,6143 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 731,9042 | -357,5597 | -550,959 | 141,0437 | -102,2021 | -49,8071 | -90,2855 | 277,8655 | 1282,8632 |
| Guará (C) | 178,229 | -212,5079 | -174,0957 | 130,7597 | -98,9236 | 93,687 | -121,1292 | 203,9807 | 416,4886 |
| Juriti Claro (C) | -66,9253 | -80,4921 | 14,3497 | 74,1011 | -57,4605 | 100,0365 | -81,2057 | 97,5963 | 181,2422 |
| LP 02-02 (C) | 95,3242 | -34,684 | -67,9744 | 9,2346 | -6,2961 | -16,513 | -2,3651 | 23,2736 | 163,2986 |
| LP 04-72 (P) | -181,6345 | 204,7046 | 173,6457 | -124,1394 | 93,8115 | -85,4691 | 114,0667 | -194,9854 | 399,69 |
| LP 04-92 (P) | -223,3115 | -82,5712 | 107,0916 | 104,2849 | -81,9431 | 176,8819 | -123,943 | 123,5104 | 400,1934 |
| MAI-25 (C) | 93,3887 | 234,1601 | 18,7606 | -197,0507 | 152,0942 | -242,3741 | 209,6163 | -268,5951 | 502,7552 |
| Z-22 (C) | -241,72 | 303,5054 | 240,9831 | -189,0968 | 143,1911 | -139,9642 | 176,3686 | -293,2671 | 596,7725 |
| Amplitude | 1551,2935 | 844,574 | 969,7836 | 517,5622 | 398,0843 | 700,7117 | 545,3574 | 808,9312 | |

**Anexo IV.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto (Kg/ha$^{-1}$), avaliados na época das águas em oito ambientes no estado de São Paulo.

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Araras 07 | Avaré 07 | CBonito 07 | MASul 07 | Tatuí 08 | MASul 08 | Mococa 08 | CBonito 08 | Média Geral |
| IAC Alvorada (C) | 2266,22 | 2216,07 | 2197,45 | 2983,08 | 1860,74 | 2185,7 | 1533,27 | 3281,46 | 2315,499 |
| Pérola (C) | 1331,11 | 2993,17 | 3457,36 | 3249,47 | 2273,03 | 2804,1 | 1882,89 | 3372,89 | 2670,503 |
| IAC-Diplomata (P) | 1623 | 2398,64 | 2636,07 | 2954,72 | 1872,09 | 2333,87 | 1508,7 | 3173,91 | 2312,625 |
| IAC-UNA (P) | 2148,23 | 2498,86 | 2776,48 | 3425,89 | 2095,54 | 2764,25 | 1708,39 | 3724,37 | 2642,751 |
| GenC2-1-1 (C) | 2275,11 | 2441,42 | 2682,89 | 3447,58 | 2080,6 | 2752,65 | 1696,3 | 3768,44 | 2643,124 |
| GenC2-1-3 (C) | 1952,46 | 2477,3 | 3094,05 | 3794,86 | 2096,06 | 3253,46 | 1631,28 | 4140,53 | 2805 |
| GenC2-1-5 (C) | 1990,44 | 2047,5 | 2592,43 | 3596,27 | 1778,2 | 2976,19 | 1315,77 | 4003,19 | 2537,499 |
| GenC2-1-6 (C) | 1880,41 | 1977,97 | 2587,9 | 3596,4 | 1710,97 | 3000,25 | 1233,9 | 4011,19 | 2499,874 |
| GenC2-1-7 (C) | 2297,25 | 2360,5 | 2729,76 | 3636,72 | 2053,66 | 2966,26 | 1634,6 | 4003,25 | 2710,25 |
| GenC8-4-3 (C) | 1808,68 | 2442,42 | 2807,52 | 3296,68 | 1980,34 | 2695,47 | 1580,94 | 3567,95 | 2522,5 |
| CNFC 10408 (C) | 1807,83 | 3081,72 | 3476,27 | 3514,55 | 2452,41 | 3000,96 | 2066,7 | 3686,55 | 2885,874 |
| CNFC 10429 (C) | 2235,39 | 2368,26 | 2515,95 | 3255,68 | 1997,35 | 2529,31 | 1635 | 3561,05 | 2512,249 |
| CNFC 10431 (C) | 2448,13 | 2297,16 | 2196,95 | 3013,13 | 1952,46 | 2179,54 | 1641,74 | 3309,89 | 2379,875 |
| CNFC 10470 (C) | 2222,27 | 2553,69 | 2585,36 | 3119,46 | 2105,36 | 2383,84 | 1778,01 | 3366,01 | 2514,25 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 2441,9 | 1742,25 | 1832,35 | 3148,31 | 1584,88 | 2302,37 | 1209,48 | 3578,45 | 2229,999 |
| Guará (C) | 2244,6 | 2243,68 | 2565,59 | 3494,4 | 1944,54 | 2802,24 | 1535,01 | 3860,94 | 2586,375 |
| Juriti Claro (C) | 2289,19 | 2665,45 | 3043,79 | 3727,49 | 2275,75 | 3098,34 | 1864,69 | 4044,31 | 2876,126 |
| LP 02-02 (C) | 2280,94 | 2540,75 | 2790,96 | 3492,13 | 2156,41 | 2811,29 | 1773,03 | 3799,48 | 2705,624 |
| LP 04-72 (P) | 2133,61 | 2909,77 | 3162,21 | 3488,38 | 2386,15 | 2871,96 | 2019,08 | 3710,85 | 2835,251 |
| LP 04-92 (P) | 1954,56 | 2485,12 | 2958,28 | 3579,43 | 2073,02 | 2996,93 | 1643,7 | 3891,97 | 2697,876 |
| MAI-25 (C) | 2162,01 | 2692,6 | 2760,7 | 3168,84 | 2197,8 | 2468,43 | 1868,01 | 3390,62 | 2588,626 |
| Z-22 (C) | 1950,65 | 2885,69 | 3106,67 | 3300,55 | 2312,65 | 2694,59 | 1958,51 | 3489,69 | 2712,375 |
| Média Geral | 2079,272 | 2469,09 | 2752,59 | 3376,546 | 2056,364 | 2721,455 | 1669,045 | 3669,863 | 2599,278 |

**Anexo V**. Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto(Kg/ha-1), avaliados na época de seca em oito ambientes no estado de São Paulo.

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CBonito 08 | Tatuí 08 | MASul 08 | Avaré 08 | Mococa 08 | Avaré 09 | Mococa 09 | Tatuí 09 | Amplitude |
| IAC Alvorada (C) | 56,0804 | -571,9864 | 242,2679 | 229,9954 | 158,4977 | 189,7304 | -590,6135 | 286,0281 | 876,6416 |
| Pérola (C) | -332,9988 | 50,3818 | -21,5002 | 382,7181 | 82,4572 | -176,305 | -126,8909 | 142,1378 | 715,7169 |
| IAC-Diplomata (P) | -254,87 | 33,1002 | -14,143 | 295,7776 | 64,7815 | -133,389 | -103,0503 | 111,7931 | 550,6476 |
| IAC-UNA (P) | -123,5179 | 253,7452 | -107,5235 | 19,1346 | -41,3223 | -132,1542 | 208,2136 | -76,5754 | 385,8994 |
| GenC2-1-1 (C) | 151,5102 | 276,2936 | -116,9382 | -330,4829 | -129,0522 | -4,7634 | 382,694 | -229,2611 | 713,1769 |
| GenC2-1-3 (C) | -18,4968 | -123,2022 | 52,168 | 87,0982 | 43,1258 | 25,9922 | -143,8897 | 77,2045 | 230,9879 |
| GenC2-1-5 (C) | 73,1111 | 36,0371 | -15,2262 | -108,6378 | -32,512 | 25,332 | 79,0101 | -57,1144 | 187,6479 |
| GenC2-1-6 (C) | 341,2912 | 417,5006 | -176,6474 | -637,389 | -228,0272 | 47,4568 | 639,5507 | -403,7358 | 1276,9397 |
| GenC2-1-7 (C) | 312,0438 | -23,2012 | 9,9787 | -371,1805 | -84,6134 | 158,3914 | 144,9818 | -146,4006 | 683,2243 |
| GenC8-4-3 (C) | 345,9156 | -916,0335 | 388,1164 | 53,7483 | 178,5635 | 428,4406 | -806,1941 | 327,4432 | 1344,4741 |
| CNFC 10408 (C) | 93,1177 | 146,3961 | -61,9542 | -190,8796 | -72,1526 | 3,722 | 209,775 | -128,0243 | 400,6546 |
| CNFC 10429 (C) | 307,7035 | -359,5572 | 152,4259 | -190,0914 | 19,559 | 251,8077 | -222,6802 | 40,8327 | 667,2607 |
| CNFC 10431 (C) | 21,4984 | -539,5579 | 228,5173 | 255,5297 | 158,7411 | 163,6971 | -574,255 | 285,8292 | 860,0842 |
| CNFC 10470 (C) | -477,4352 | 151,5778 | -64,4282 | 507,2604 | 93,9501 | -275,3104 | -95,7595 | 160,145 | 984,6956 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | -158,6111 | 38,2341 | -16,2701 | 174,8538 | 34,92 | -88,0194 | -44,978 | 59,8707 | 333,4649 |
| Guará (C) | -47,8692 | -679,5456 | 287,7691 | 413,887 | 221,9531 | 169,709 | -764,1178 | 398,2144 | 1178,0048 |
| Juriti Claro (C) | -221,4568 | 385,6131 | -163,4185 | 70,5337 | -52,8782 | -217,2507 | 298,0141 | -99,1568 | 607,0699 |
| LP 02-02 (C) | -372,0965 | 728,3765 | -308,6551 | 76,4687 | -113,4615 | -387,8809 | 588,1134 | -210,8646 | 1116,2574 |
| LP 04-72 (P) | 253,9698 | 114,286 | -48,2765 | -371,6862 | -109,6048 | 91,0923 | 262,6261 | -192,4067 | 634,3123 |
| LP 04-92 (P) | -181,6441 | 731,9453 | -310,0732 | -159,3413 | -170,528 | -296,2438 | 695,8562 | -309,971 | 1042,0185 |
| MAI-25 (C) | 316,9853 | -143,9862 | 61,1345 | -314,1361 | -49,1156 | 195,0992 | 16,4998 | -82,4808 | 631,1214 |
| Z-22 (C) | -84,2307 | -6,417 | 2,6764 | 106,8192 | 26,7188 | -39,1538 | -52,9059 | 46,493 | 191,0499 |
| Amplitude | 823,53 | 1647,979 | 698,1896 | 1144,649 | 449,9803 | 816,3215 | 1502,05 | 801,9502 | |

**Anexo VI.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto (Kg/ha$^{-1}$), avaliados na época de seca em oito ambientes no estado de São Paulo.

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CBonito 08 | Tatuí 08 | MASul 08 | Avaré 08 | Mococa 08 | Avaré 09 | Mococa 09 | Tatuí 09 | Média Geral |
| IAC Alvorada (C) | 1605,94 | 765,56 | 1662,86 | 2520,4 | 1253,72 | 2680,73 | 1892,52 | 2698,26 | 1884,9988 |
| Pérola (C) | 1424,11 | 1595,18 | 1606,34 | 2880,38 | 1384,93 | 2521,95 | 2563,5 | 2761,62 | 2092,2513 |
| IAC-Diplomata (P) | 1214,99 | 1290,65 | 1326,45 | 2506,19 | 1080,01 | 2277,61 | 2300,09 | 2444,02 | 1805,0013 |
| IAC-UNA (P) | 1662,97 | 1827,92 | 1549,69 | 2546,17 | 1290,53 | 2595,47 | 2927,97 | 2572,28 | 2121,625 |
| GenC2-1-1 (C) | 2342,25 | 2254,71 | 1944,53 | 2600,8 | 1607,05 | 3127,11 | 3506,71 | 2823,84 | 2525,875 |
| GenC2-1-3 (C) | 2128,99 | 1811,97 | 2070,38 | 2975,13 | 1735,98 | 3114,62 | 2936,87 | 3087,06 | 2482,625 |
| GenC2-1-5 (C) | 2084,35 | 1834,96 | 1866,74 | 2643,15 | 1524,09 | 2977,71 | 3023,52 | 2816,49 | 2346,3763 |
| GenC2-1-6 (C) | 2444,78 | 2308,67 | 1797,57 | 2206,65 | 1420,83 | 3092,08 | 3676,31 | 2562,12 | 2438,6263 |
| GenC2-1-7 (C) | 2336,03 | 1788,47 | 1904,69 | 2393,35 | 1484,74 | 3123,52 | 3102,24 | 2739,95 | 2359,1238 |
| GenC8-4-3 (C) | 2033,03 | 558,76 | 1945,96 | 2481,41 | 1411,04 | 3056,69 | 1814,19 | 2876,92 | 2022,25 |
| CNFC 10408 (C) | 2054,23 | 1895,19 | 1769,89 | 2510,78 | 1434,32 | 2905,97 | 3104,16 | 2695,45 | 2296,2488 |
| CNFC 10429 (C) | 2231,69 | 1352,11 | 1947,14 | 2474,44 | 1488,91 | 3116,93 | 2634,58 | 2827,19 | 2259,1238 |
| CNFC 10431 (C) | 1690,49 | 917,11 | 1768,23 | 2665,06 | 1373,09 | 2773,82 | 2028,01 | 2817,18 | 2004,1238 |
| CNFC 10470 (C) | 1104,55 | 1521,25 | 1388,29 | 2829,79 | 1221,3 | 2247,81 | 2419,5 | 2604,5 | 1917,1238 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 1213,38 | 1197,9 | 1226,45 | 2287,39 | 952,27 | 2225,11 | 2260,28 | 2294,22 | 1707,125 |
| Guará (C) | 1466,62 | 622,62 | 1672,99 | 2668,92 | 1281,81 | 2625,33 | 1683,64 | 2775,07 | 1849,625 |
| Juriti Claro (C) | 1927,66 | 2322,41 | 1856,42 | 2960,19 | 1641,6 | 2873 | 3380,4 | 2912,32 | 2484,25 |
| LP 02-02 (C) | 1648,52 | 2536,67 | 1582,69 | 2837,63 | 1452,52 | 2573,87 | 3542 | 2672,11 | 2355,7513 |
| LP 04-72 (P) | 2385,96 | 2033,96 | 1954,44 | 2500,85 | 1567,75 | 3164,22 | 3327,89 | 2801,95 | 2467,1275 |
| LP 04-92 (P) | 1786,34 | 2487,62 | 1528,64 | 2549,19 | 1342,82 | 2612,88 | 3597,12 | 2520,38 | 2303,1238 |
| MAI-25 (C) | 2264,85 | 1591,56 | 1879,73 | 2374,27 | 1444,11 | 3084,1 | 2897,64 | 2727,75 | 2283,0013 |
| Z-22 (C) | 1909,26 | 1774,75 | 1866,89 | 2840,85 | 1565,57 | 2895,47 | 2873,86 | 2902,35 | 2328,625 |
| Média Geral | 1861,8632 | 1649,5455 | 1732,5914 | 2602,4086 | 1407,2268 | 2803 | 2795,1364 | 2724,2286 | 2197,0001 |

**Anexo VII**. Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto (Kg/ha$^{-1}$), avaliados na época de inverno em oito ambientes no estado de São Paulo.

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Andradina 08 | Colina 08 | RPreto 08 | Votuporanga 08 | Colina 09 | Pindorama 09 | RPreto 09 | Votuporanga 09 | Amplitude |
| IAC Alvorada (C) | 24,5959 | -7,0684 | 174,0313 | 88,3339 | -75,2414 | -164,1159 | 72,0087 | -112,5442 | 338,1472 |
| Pérola (C) | -55,4969 | -52,6774 | -220,2504 | -190,9687 | 24,2237 | 45,2864 | 86,7448 | 363,1386 | 583,389 |
| IAC-Diplomata (P) | 163,1989 | 3,2269 | 1028,7896 | 580,0202 | -392,9299 | -851,5403 | 295,7527 | -826,5183 | 1880,3299 |
| IAC-UNA (P) | 27,5433 | 10,7074 | 148,0959 | 96,6552 | -44,7614 | -95,5842 | 13,0076 | -155,6638 | 303,7597 |
| GenC2-1-1 (C) | -140,2461 | -122,1942 | -584,0476 | -483,9249 | 84,3898 | 166,1922 | 179,5313 | 900,2994 | 1484,347 |
| GenC2-1-3 (C) | -20,1503 | 24,7586 | -190,2333 | -74,6742 | 101,8702 | 224,2852 | -127,8767 | 62,0205 | 414,5185 |
| GenC2-1-5 (C) | 26,338 | 117,0993 | -126,8748 | 79,4335 | 183,8347 | 414,6947 | -375,6346 | -318,8908 | 790,3293 |
| GenC2-1-6 (C) | -50,7724 | -29,4527 | -248,5854 | -176,9897 | 61,9071 | 130,1855 | 11,3035 | 302,4042 | 550,9896 |
| GenC2-1-7 (C) | 11,2841 | -11,8648 | 101,5049 | 41,5741 | -52,8053 | -116,1269 | 64,3474 | -37,9136 | 217,6318 |
| GenC8-4-3 (C) | -2,8773 | 18,9234 | -65,8269 | -12,5339 | 47,1824 | 104,9048 | -74,1428 | -15,6296 | 179,0476 |
| CNFC 10408 (C) | -172,4468 | -252,57 | -461,0642 | -582,5947 | -113,2413 | -280,2412 | 592,3352 | 1269,8231 | 1852,4178 |
| CNFC 10429 (C) | -21,6916 | -89,6047 | 87,3151 | -66,2515 | -136,9041 | -309,1581 | 284,5395 | 251,7553 | 593,6976 |
| CNFC 10431 (C) | 12,0179 | -18,2165 | 122,1258 | 44,9559 | -68,0738 | -150,1063 | 88,7966 | -31,4997 | 272,2321 |
| CNFC 10470 (C) | 1,8338 | -32,8849 | 94,2757 | 10,5201 | -74,2369 | -165,4849 | 122,8795 | 43,0976 | 288,3644 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 45,4043 | 5,2014 | 275,4109 | 160,8467 | -100,1912 | -216,5284 | 66,6536 | -236,7972 | 512,2081 |
| Guará (C) | 51,8559 | 136,89 | -14,4699 | 167,781 | 163,2995 | 372,8878 | -399,4301 | -478,8143 | 851,7021 |
| Juriti Claro (C) | -6,1417 | 81,497 | -243,7854 | -31,7512 | 187,8894 | 418,5949 | -307,5345 | -98,7685 | 726,1294 |
| LP 02-02 (C) | 33,1379 | 44,5291 | 98,6636 | 112,4402 | 13,2656 | 34,8816 | -99,2785 | -237,6394 | 350,0796 |
| LP 04-72 (P) | 66,0232 | 58,3569 | 272,8601 | 227,7147 | -37,9635 | -74,2978 | -87,5386 | -425,155 | 698,0151 |
| LP 04-92 (P) | 2,2897 | 71,1581 | -164,2392 | -0,5082 | 145,3084 | 324,8467 | -254,103 | -124,7524 | 578,9497 |
| MAI-25 (C) | 16,3889 | 32,0457 | 23,6122 | 54,3905 | 27,8185 | 64,7213 | -85,4997 | -133,4774 | 198,1987 |
| Z-22 (C) | -12,0887 | 12,1398 | -107,3079 | -44,469 | 55,3595 | 121,703 | -66,8621 | 41,5255 | 229,0109 |
| Amplitude | 335,6457 | 389,46 | 1612,837 | 1162,615 | 580,8193 | 1270,135 | 991,7653 | 2096,341 | |

**Anexo VIII.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI2, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto (Kg/ha$^{-1}$), avaliados na época de inverno em oito ambientes no estado de São Paulo.

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Andradina 08 | Colina 08 | RPreto 08 | Votuporanga 08 | Colina 09 | Pindorama 09 | RPreto 09 | Votuporanga 09 | Média Geral |
| IAC Alvorada (C) | 1805,14 | 3299,57 | 3350,53 | 3475,65 | 2491,21 | 3028,11 | 3691,19 | 3190,59 | 3041,499 |
| Pérola (C) | 1495,05 | 3023,96 | 2726,25 | 2966,35 | 2360,68 | 3007,51 | 3475,93 | 3436,27 | 2811,5 |
| IAC-Diplomata (P) | 1792,12 | 3158,24 | 4053,66 | 3815,71 | 2021,9 | 2189,06 | 3763,31 | 2324,99 | 2889,874 |
| IAC-UNA (P) | 1581,46 | 3090,72 | 3097,97 | 3257,35 | 2295,07 | 2870,02 | 3405,56 | 2920,85 | 2814,875 |
| GenC2-1-1 (C) | 1421,8 | 2965,94 | 2373,95 | 2684,89 | 2432,34 | 3139,92 | 3580,21 | 3984,94 | 2822,999 |
| GenC2-1-3 (C) | 1879,52 | 3450,52 | 3105,39 | 3431,77 | 2787,45 | 3535,64 | 3610,43 | 3484,28 | 3160,625 |
| GenC2-1-5 (C) | 1707,26 | 3324,11 | 2950 | 3367,13 | 2650,66 | 3507,3 | 3143,92 | 2884,62 | 2941,875 |
| GenC2-1-6 (C) | 1507,52 | 3054,93 | 2705,66 | 2988,08 | 2406,11 | 3100,16 | 3408,24 | 3383,29 | 2819,249 |
| GenC2-1-7 (C) | 1591,83 | 3094,77 | 3078 | 3228,89 | 2313,65 | 2876,1 | 3483,53 | 3065,22 | 2841,499 |
| GenC8-4-3 (C) | 1664,04 | 3211,93 | 2997,05 | 3261,16 | 2500,01 | 3183,51 | 3431,41 | 3173,88 | 2927,874 |
| CNFC 10408 (C) | 1807,35 | 3253,32 | 2914,69 | 3003,97 | 2652,46 | 3111,24 | 4410,77 | 4772,21 | 3240,751 |
| CNFC 10429 (C) | 1545,73 | 3003,91 | 3050,69 | 3107,94 | 2216,43 | 2669,94 | 3690,6 | 3341,77 | 2828,376 |
| CNFC 10431 (C) | 1566,94 | 3062,79 | 3073 | 3206,65 | 2272,76 | 2816,5 | 3482,35 | 3046,01 | 2815,875 |
| CNFC 10470 (C) | 1513,63 | 3005 | 3002,03 | 3129,09 | 2223,47 | 2757,99 | 3473,31 | 3077,48 | 2772,75 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 1223,32 | 2709,21 | 2849,29 | 2945,54 | 1863,64 | 2373,07 | 3083,21 | 2463,71 | 2438,874 |
| Guará (C) | 1657,4 | 3268,53 | 2987,03 | 3380,1 | 2554,75 | 3390,12 | 3044,75 | 2649,32 | 2866,5 |
| Juriti Claro (C) | 1736,53 | 3350,26 | 2894,84 | 3317,69 | 2716,47 | 3572,95 | 3273,77 | 3166,49 | 3003,625 |
| LP 02-02 (C) | 1846,81 | 3384,29 | 3308,29 | 3532,88 | 2612,85 | 3260,23 | 3553,03 | 3098,62 | 3074,625 |
| LP 04-72 (P) | 1848,07 | 3366,49 | 3450,86 | 3616,53 | 2529,99 | 3119,43 | 3533,14 | 2879,48 | 3042,999 |
| LP 04-92 (P) | 1636,21 | 3231,17 | 2865,64 | 3240,18 | 2565,14 | 3370,45 | 3218,45 | 3031,76 | 2894,875 |
| MAI-25 (C) | 1828,93 | 3370,68 | 3232,11 | 3473,71 | 2626,27 | 3288,95 | 3565,68 | 3201,66 | 3073,499 |
| Z-22 (C) | 1735,33 | 3285,65 | 3036,07 | 3309,72 | 2588,69 | 3280,81 | 3519,19 | 3311,54 | 3008,375 |
| Média Geral | 1654,1814 | 3180,2723 | 3050,1364 | 3260,9536 | 2440,0909 | 3065,8641 | 3492,8173 | 3176,7718 | 2915,136 |

**Anexo IX.** Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca (Kg/ha$^{-1}$) e preto, avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continua).

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Araras 07 | Avaré 07 | CBonito 07 | MASul 07 | CBonito 08 | Tatuí 08 | MASul 08 | Avaré 08 |
| IAC Alvorada (C) | 79,8035 | -110,414 | -308,7392 | -193,8088 | 160,767 | -959,9531 | 11,4585 | -4,4687 |
| Pérola (C) | -517,5947 | 660,0244 | 592,8117 | -82,2809 | -338,7423 | 48,3832 | 73,4931 | 288,1908 |
| IAC-Diplomata (P) | 279,0106 | 7,9202 | 411,3067 | -237,5403 | -454,1593 | -176,4782 | -849,0228 | 217,6911 |
| IAC-UNA (P) | 159,0615 | -77,6658 | 16,2733 | 47,4053 | -89,515 | 177,8834 | -34,1457 | 29,2396 |
| GenC2-1-1 (C) | -95,6248 | 11,0766 | -273,4261 | 35,2272 | 481,7005 | 549,3082 | 324,2622 | -243,1955 |
| GenC2-1-3 (C) | -365,7473 | -0,7097 | -24,7366 | 193,4352 | 56,2842 | -135,3193 | 267,0548 | -97,1531 |
| GenC2-1-5 (C) | 16,5417 | -344,7338 | -315,8927 | 296,6253 | 142,567 | 19,5986 | 346,8069 | -183,7938 |
| GenC2-1-6 (C) | -37,3708 | -285,7943 | -362,1455 | 230,0743 | 469,7628 | 657,2275 | 262,1511 | -371,4271 |
| GenC2-1-7 (C) | 288,4007 | -199,7154 | -200,9744 | 117,2057 | 50,157 | 289,3125 | 200,8044 | -36,0044 |
| GenC8-4-3 (C) | -83,9373 | 79,1042 | -149,7775 | -58,8834 | -26,9764 | -856,191 | 339,693 | 127,9959 |
| CNFC 10408 (C) | -586,5888 | 624,9986 | 290,5459 | -529,596 | 460,0081 | 172,9439 | -525,8817 | -135,4741 |
| CNFC 10429 (C) | 148,9193 | -86,7914 | -295,9055 | -184,9263 | 314,4803 | -236,312 | -28,88 | -105,0639 |
| CNFC 10431 (C) | 436,6105 | -122,6064 | -296,5743 | -160,4091 | 0,1403 | -587,7723 | 142,1568 | 138,1541 |
| CNFC 10470 (C) | 111,6047 | 252,0413 | 350,5438 | -65,7207 | -414,4299 | 76,3976 | -72,6305 | 304,4561 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 842,7548 | -373,2515 | -291,5998 | 45,9339 | -166,1098 | 144,5836 | 125,7435 | 144,078 |
| Guará (C) | 204,5742 | -209,5965 | -221,3927 | 118,9197 | -230,8514 | -855,5929 | 361,1971 | 166,6676 |
| Juriti Claro (C) | -174,0793 | -0,7192 | 159,8873 | 315,6559 | -169,0284 | 501,6066 | 245,3444 | -7,9501 |
| LP 02-02 (C) | -52,5391 | 22,6069 | 369,3106 | -1,8375 | -157,3826 | 603,7131 | -579,4228 | -43,4724 |
| LP 04-72 (P) | -16,8488 | -78,3673 | 79,2247 | -34,3622 | 33,9087 | 170,7535 | -362,4021 | -99,9916 |
| LP 04-92 (P) | -112,6946 | 38,9462 | 299,3303 | 203,9069 | -179,8746 | 769,2451 | -101,5711 | -20,1845 |
| MAI-25 (C) | -221,8552 | 5,1591 | -34,5448 | -132,9081 | 207,1484 | -295,631 | -261,0912 | -142,6544 |
| Z-22 (C) | -302,4009 | 188,4876 | 206,4747 | 77,884 | -149,8543 | -77,7068 | 114,8821 | 74,3602 |
| Amplitude | 1429,344 | 1033,276 | 954,9572 | 845,2519 | 935,8598 | 1729,198 | 1210,22 | 675,8832 |

**Anexo IX**. Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca (Kg/ha-1) e preto, avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continuação).

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mococa 08 | Andradina 08 | Colina 08 | RPreto 08 | Votuporanga 08 | Tatuí 08 | MASul 08 | Mococa 08 |
| IAC Alvorada (C) | -18,6625 | 202,6239 | 279,1011 | 478,5828 | 89,6622 | 236,6596 | -97,2689 | 11,0657 |
| Pérola (C) | 52,4874 | -212,1985 | -330,7654 | -503,9096 | -110,526 | 112,2445 | 51,4644 | 420,1294 |
| IAC-Diplomata (P) | -92,4985 | 300,8075 | 274,5794 | 1130,8219 | 571,8607 | -62,5247 | -380,6293 | 307,6525 |
| IAC-UNA (P) | 40,4073 | 14,7785 | -36,9876 | 32,8629 | 109,3591 | -94,4006 | -21,9372 | 26,1756 |
| GenC2-1-1 (C) | 101,5426 | -246,5403 | -287,193 | -784,6454 | -548,8114 | 50,889 | 89,4268 | -254,6255 |
| GenC2-1-3 (C) | -167,6627 | -62,2157 | 130,1313 | -202,1829 | -135,6443 | -6,697 | 279,3793 | -209,1978 |
| GenC2-1-5 (C) | -97,0836 | 0,6559 | 157,2311 | -136,5418 | -30,7435 | -135,5582 | 273,6293 | -350,7702 |
| GenC2-1-6 (C) | -60,9645 | -159,5879 | -39,3159 | -509,8125 | -420,4329 | -116,756 | 204,031 | -512,3165 |
| GenC2-1-7 (C) | 129,7579 | -36,1133 | -134,4013 | -234,1268 | 18,0177 | -119,929 | 35,1497 | -61,7249 |
| GenC8-4-3 (C) | 57,3228 | 59,67 | 59,4224 | -11,0286 | 66,6408 | 192,5899 | 74,6467 | 151,4215 |
| CNFC 10408 (C) | -68,8194 | -174,2509 | -154,7571 | -150,1964 | -681,4485 | 420,4906 | -320,3694 | 56,2991 |
| CNFC 10429 (C) | 68,4263 | 51,0405 | 28,8945 | 92,9738 | -143,6095 | 159,6029 | -146,8133 | -64,9429 |
| CNFC 10431 (C) | 231,4497 | 138,1753 | -38,7011 | 181,9522 | 213,3607 | 117,5229 | -165,9962 | 221,0085 |
| CNFC 10470 (C) | 163,2568 | -20,8741 | -240,4446 | -47,1702 | 253,513 | -43,9066 | -110,7965 | 423,3807 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 334,9836 | 113,5557 | -190,4801 | 79,5533 | 406,1617 | -190,6579 | -161,1384 | 186,9492 |
| Guará (C) | 46,3293 | 177,7383 | 187,2693 | 256,4906 | 397,4331 | -1,9331 | 131,7656 | 115,1306 |
| Juriti Claro (C) | -58,9357 | -145,9845 | -103,7928 | -427,4278 | -20,0977 | -218,2914 | 273,8815 | -103,5308 |
| LP 02-02 (C) | -174,4338 | 30,4721 | 105,0416 | 385,2552 | 91,2413 | -164,5389 | -118,1773 | -55,6128 |
| LP 04-72 (P) | -145,5675 | 72,8828 | 180,2432 | 373,149 | 25,2217 | -46,0988 | -83,7418 | -129,0124 |
| LP 04-92 (P) | -78,2687 | -122,0429 | -105,4695 | -215,2219 | -7,8605 | -236,5789 | 109,0041 | -71,8192 |
| MAI-25 (C) | -192,1299 | 84,5711 | 273,9152 | 376,08 | -124,3352 | 141,4605 | -58,1148 | -165,37 |
| Z-22 (C) | -70,9368 | -67,1636 | -13,5205 | -165,458 | -18,9625 | 6,4111 | 142,6047 | 59,7101 |
| Amplitude | 527,1135 | 547,3478 | 609,8665 | 1915,467 | 1253,309 | 657,0695 | 660,0086 | 935,6972 |

**Anexo IX.** Estimativas das interações de genótipos com ambientes pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca (Kg/ha$^{-1}$) e preto, avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continuação).

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CBonito 08 | Avaré 09 | Mococa 09 | Tatuí 09 | Colina 09 | Pindorama 09 | RPreto 09 | Votuporanga 09 | Amplitude |
| IAC Alvorada (C) | -193,9608 | 348,2133 | -721,0106 | 318,7259 | 180,129 | 5,8144 | 169,3509 | 36,3289 | 1438,5359 |
| Pérola (C) | -126,442 | -592,5301 | -380,3396 | -12,8475 | 20,2152 | 219,4279 | 298,9136 | 370,3908 | 1252,5545 |
| IAC-Diplomata (P) | -296,1002 | -83,208 | -150,7194 | 59,6963 | -75,8239 | -333,8161 | 291,5698 | -660,396 | 1979,8447 |
| IAC-UNA (P) | 70,0612 | -38,902 | 110,8642 | -97,5233 | -33,5403 | -99,2923 | -57,7771 | -152,6852 | 330,5686 |
| GenC2-1-1 (C) | 324,4408 | 101,5509 | 454,6873 | -280,7814 | -71,7321 | -97,2053 | -64,0039 | 723,6727 | 1508,3181 |
| GenC2-1-3 (C) | -115,4084 | 19,6059 | 120,3746 | 254,5987 | 50,7461 | 495,164 | -246,3954 | -97,7039 | 860,9113 |
| GenC2-1-5 (C) | 68,5481 | 217,1877 | 324,809 | 130,4222 | 32,2091 | 311,4559 | -445,0853 | -298,0847 | 791,8922 |
| GenC2-1-6 (C) | 277,292 | 256,1159 | 881,383 | -163,2126 | -113,3791 | 76,9313 | -380,7107 | 218,2574 | 1393,6995 |
| GenC2-1-7 (C) | 241,6159 | 45,5823 | 175,5152 | -203,2057 | -21,363 | -158,7232 | -164,6178 | -20,6198 | 523,4393 |
| GenC8-4-3 (C) | -137,2836 | 53,9421 | -851,4615 | 283,0218 | 219,8947 | 213,2589 | 97,6245 | 99,29 | 1195,884 |
| CNFC 10408 (C) | -132,0551 | -33,2583 | 86,7659 | -111,1834 | -128,2689 | -258,5634 | 692,9153 | 1185,7442 | 1867,1927 |
| CNFC 10429 (C) | 59,1609 | 280,95 | -183,7106 | -30,7987 | 34,11 | -249,5045 | 165,1325 | 353,5676 | 649,4731 |
| CNFC 10431 (C) | 77,9758 | 158,0148 | -761,0529 | -22,1464 | 149,683 | -320,3184 | 183,9311 | 85,4414 | 1197,634 |
| CNFC 10470 (C) | 15,4691 | -388,9509 | -353,0584 | -157,9841 | 2,7548 | -172,0368 | 201,1004 | -66,515 | 837,8106 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 353,2235 | 55,7652 | -200,807 | -358,5897 | 17,5868 | -562,6904 | -77,1922 | -278,356 | 1405,4452 |
| Guará (C) | -116,7812 | 96,7446 | -765,6781 | 314,323 | 228,6962 | 237,3084 | -156,1822 | -482,5795 | 1253,026 |
| Juriti Claro (C) | 80,2636 | -238,504 | 473,5529 | -46,8101 | -59,9744 | 322,0004 | -344,0996 | -252,9669 | 929,0344 |
| LP 02-02 (C) | -92,5717 | -122,4226 | 699,1573 | -98,963 | -205,6532 | -93,6555 | -6,3465 | -339,7684 | 1278,5801 |
| LP 04-72 (P) | -95,1305 | 94,9275 | 376,4238 | 28,5342 | -96,3779 | -45,5454 | -8,6102 | -193,2127 | 738,8259 |
| LP 04-92 (P) | 74,8057 | -262,0218 | 708,0155 | -170,5967 | -162,1458 | 97,3055 | -212,5379 | -241,6706 | 1031,2669 |
| MAI-25 (C) | -217,8861 | 225,9278 | 42,54 | 229,8547 | -0,8437 | 104,0545 | 98,8559 | 57,7973 | 671,711 |
| Z-22 (C) | -119,2371 | -194,7303 | -86,2507 | 135,4659 | 33,0774 | 308,63 | -35,8349 | -45,9315 | 611,0309 |
| Amplitude | 649,3237 | 940,7434 | 1732,845 | 677,3156 | 434,3494 | 1057,854 | 1138,001 | 1846,14 | |

**Anexo X.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto (Kg/ha$^{-1}$), avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continua).

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Araras 07 | Avaré 07 | CBonito 07 | MASul 07 | CBonito 08 | Tatuí 08 | MASul 08 | Avaré 08 |
| IAC Alvorada (C) | 2002,6 | 2202,21 | 2287,38 | 3026,27 | 1866,16 | 533,12 | 1587,58 | 2441,47 |
| Pérola (C) | 1515,96 | 3083,39 | 3299,68 | 3248,54 | 1477,4 | 1652,21 | 1760,36 | 2844,88 |
| IAC-Diplomata (P) | 2123,65 | 2242,37 | 2929,26 | 2904,37 | 1173,07 | 1238,43 | 648,93 | 2585,46 |
| IAC-UNA (P) | 2194,28 | 2347,37 | 2724,81 | 3379,9 | 1728,29 | 1783,37 | 1654,39 | 2587,59 |
| GenC2-1-1 (C) | 2077,18 | 2573,7 | 2572,69 | 3505,3 | 2437,09 | 2292,38 | 2150,38 | 2452,74 |
| GenC2-1-3 (C) | 1959,14 | 2713,99 | 2973,47 | 3815,59 | 2163,76 | 1759,84 | 2245,26 | 2750,87 |
| GenC2-1-5 (C) | 2133,93 | 2162,47 | 2474,81 | 3711,28 | 2042,54 | 1707,26 | 2117,51 | 2456,73 |
| GenC2-1-6 (C) | 2057,35 | 2198,74 | 2405,89 | 3622,06 | 2347,07 | 2322,22 | 2010,19 | 2246,43 |
| GenC2-1-7 (C) | 2434,16 | 2335,86 | 2618,1 | 3560,24 | 1978,51 | 2005,34 | 1999,88 | 2632,89 |
| GenC8-4-3 (C) | 1915,74 | 2468,6 | 2523,22 | 3238,07 | 1755,29 | 713,76 | 1992,69 | 2650,81 |
| CNFC 10408 (C) | 1729,84 | 3331,24 | 3280,29 | 3084,1 | 2559,03 | 2059,64 | 1443,86 | 2704,09 |
| CNFC 10429 (C) | 2190,97 | 2345,08 | 2419,46 | 3154,4 | 2139,12 | 1376,01 | 1666,49 | 2460,12 |
| CNFC 10431 (C) | 2345,37 | 2175,97 | 2285,5 | 3045,62 | 1691,49 | 891,26 | 1704,23 | 2570,05 |
| CNFC 10470 (C) | 2021,78 | 2552,04 | 2934,04 | 3141,73 | 1278,34 | 1556,85 | 1490,86 | 2737,77 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 2476,89 | 1650,7 | 2015,85 | 2977,34 | 1250,62 | 1348,99 | 1413,2 | 2301,35 |
| Guará (C) | 2147,54 | 2123,19 | 2394,89 | 3359,16 | 1494,71 | 657,65 | 1957,48 | 2632,77 |
| Juriti Claro (C) | 2122,72 | 2685,9 | 3130,01 | 3909,73 | 1910,36 | 2368,68 | 2195,46 | 2811,99 |
| LP 02-02 (C) | 2168,26 | 2633,23 | 3263,43 | 3516,24 | 1846,01 | 2394,79 | 1294,7 | 2700,47 |
| LP 04-72 (P) | 2273,74 | 2602,04 | 3043,14 | 3553,5 | 2107,09 | 2031,62 | 1581,51 | 2713,74 |
| LP 04-92 (P) | 2028,06 | 2569,52 | 3113,41 | 3641,94 | 1743,48 | 2480,28 | 1692,51 | 2643,71 |
| MAI-25 (C) | 1935,32 | 2552,15 | 2795,95 | 3321,54 | 2146,92 | 1431,82 | 1549,4 | 2537,66 |
| Z-22 (C) | 1889,53 | 2770,23 | 3071,72 | 3567,08 | 1824,66 | 1684,49 | 1960,13 | 2789,42 |
| Média Geral | 2079,273 | 2469,09 | 2752,591 | 3376,545 | 1861,864 | 1649,546 | 1732,591 | 2602,41 |

**Anexo X.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto (Kg/ha$^{-1}$), avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continuação).

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mococa 08 | Andradina 08 | Colina 08 | RPreto 08 | Votuporanga 08 | Tatuí 08 | MASul 08 | Mococa 08 |
| IAC Alvorada (C) | 1232,09 | 1700,33 | 3302,9 | 3372,25 | 3194,15 | 2136,55 | 2467,71 | 1523,64 |
| Pérola (C) | 1413,99 | 1396,26 | 2803,79 | 2500,51 | 3104,71 | 2122,89 | 2727,2 | 2043,45 |
| IAC-Diplomata (P) | 1080,09 | 1720,35 | 3220,21 | 3946,32 | 3598,18 | 1759,2 | 2106,19 | 1742,06 |
| IAC-UNA (P) | 1403,58 | 1624,91 | 3099,23 | 3038,94 | 3326,26 | 1917,91 | 2655,46 | 1651,17 |
| GenC2-1-1 (C) | 1602,3 | 1501,17 | 2986,61 | 2359,02 | 2805,67 | 2200,78 | 2904,41 | 1507,95 |
| GenC2-1-3 (C) | 1485,18 | 1837,58 | 3556,02 | 3093,57 | 3370,92 | 2295,28 | 3246,45 | 1705,46 |
| GenC2-1-5 (C) | 1348,26 | 1692,95 | 3375,62 | 2951,71 | 3268,32 | 1958,92 | 3033,2 | 1356,39 |
| GenC2-1-6 (C) | 1361,71 | 1510,04 | 3156,4 | 2555,77 | 2855,97 | 1955,05 | 2940,93 | 1172,17 |
| GenC2-1-7 (C) | 1603,47 | 1684,56 | 3112,36 | 2882,5 | 3345,46 | 2002,92 | 2823,09 | 1673,81 |
| GenC8-4-3 (C) | 1384,95 | 1634,26 | 3160,1 | 2959,51 | 3248 | 2169,36 | 2716,5 | 1740,87 |
| CNFC 10408 (C) | 1575,56 | 1717,08 | 3262,67 | 3137,09 | 2816,66 | 2714,01 | 2638,24 | 1962,5 |
| CNFC 10429 (C) | 1438,43 | 1668 | 3171,95 | 3105,89 | 3080,12 | 2178,74 | 2537,42 | 1566,88 |
| CNFC 10431 (C) | 1468,16 | 1621,84 | 2971,06 | 3061,58 | 3303,8 | 2003,37 | 2384,95 | 1719,54 |
| CNFC 10470 (C) | 1401,39 | 1464,21 | 2770,73 | 2833,87 | 3345,37 | 1843,36 | 2441,56 | 1923,33 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 1297,07 | 1322,6 | 2544,65 | 2684,55 | 3221,98 | 1420,57 | 2115,18 | 1410,86 |
| Guará (C) | 1317,25 | 1695,62 | 3231,24 | 3170,32 | 3522,08 | 1918,13 | 2716,92 | 1647,87 |
| Juriti Claro (C) | 1565,82 | 1725,73 | 3294,01 | 2840,24 | 3458,39 | 2055,6 | 3212,86 | 1783,04 |
| LP 02-02 (C) | 1374,32 | 1826,18 | 3426,84 | 3576,92 | 3493,72 | 2033,35 | 2744,81 | 1754,96 |
| LP 04-72 (P) | 1472,98 | 1938,38 | 3571,84 | 3634,61 | 3497,5 | 2221,58 | 2849,03 | 1751,35 |
| LP 04-92 (P) | 1390,45 | 1593,63 | 3136,29 | 2896,4 | 3314,58 | 1881,27 | 2891,95 | 1658,71 |
| MAI-25 (C) | 1293 | 1816,66 | 3532,09 | 3504,12 | 3214,52 | 2275,73 | 2741,24 | 1581,58 |
| Z-22 (C) | 1448,94 | 1699,67 | 3279,41 | 2997,33 | 3354,65 | 2175,43 | 2976,71 | 1841,41 |
| Média Geral | 1407,2268 | 1654,1823 | 3180,2736 | 3050,1373 | 3260,955 | 2056,3636 | 2721,455 | 1669,0455 |

**Anexo X.** Matriz de médias preditas pelo modelo AMMI5, obtidos de 22 genótipos de grãos de tegumento carioca e preto (Kg/ha$^{-1}$), avaliados nas três épocas de semeadura em vinte e quatro ambientes no estado de São Paulo (Continuação).

| Genótipos | Ambientes[1/] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CBonito 08 | Avaré 09 | Mococa 09 | Tatuí 09 | Colina 09 | Pindorama 09 | RPreto 09 | Votuporanga 09 | Média Geral |
| IAC Alvorada (C) | 3319,43 | 2994,74 | 1917,65 | 2886,48 | 2463,75 | 2915,21 | 3505,7 | 3056,63 | 2414 |
| Pérola (C) | 3497,7 | 2164,75 | 2369,08 | 2665,66 | 2414,58 | 3239,57 | 3746,01 | 3501,44 | 2524,751 |
| IAC-Diplomata (P) | 3139,13 | 2485,15 | 2409,78 | 2549,29 | 2129,63 | 2497,41 | 3549,75 | 2281,74 | 2335,834 |
| IAC-UNA (P) | 3695,87 | 2720,04 | 2861,95 | 2582,65 | 2362,5 | 2922,52 | 3390,99 | 2980,03 | 2526,417 |
| GenC2-1-1 (C) | 4087,83 | 2998,08 | 3343,35 | 2536,97 | 2461,89 | 3062,19 | 3522,34 | 3993,97 | 2664 |
| GenC2-1-3 (C) | 3800,07 | 3068,22 | 3161,12 | 3224,44 | 2736,45 | 3806,64 | 3492,03 | 3324,68 | 2816,085 |
| GenC2-1-5 (C) | 3776,52 | 3058,3 | 3158,06 | 2892,76 | 2510,41 | 3415,43 | 3085,84 | 2916,8 | 2608,584 |
| GenC2-1-6 (C) | 3962,6 | 3074,56 | 3691,96 | 2576,46 | 2342,16 | 3158,24 | 3127,55 | 3410,48 | 2585,917 |
| GenC2-1-7 (C) | 3977,97 | 2915,07 | 3037,14 | 2587,51 | 2485,21 | 2973,63 | 3394,69 | 3222,64 | 2636,959 |
| GenC8-4-3 (C) | 3452,98 | 2777,35 | 1864,08 | 2927,65 | 2580,39 | 3199,53 | 3510,85 | 3196,47 | 2490,876 |
| CNFC 10408 (C) | 3774,96 | 3006,9 | 3119,06 | 2850,2 | 2548,98 | 3044,45 | 4422,89 | 4599,67 | 2807,625 |
| CNFC 10429 (C) | 3691,8 | 3046,73 | 2574,2 | 2656,21 | 2436,98 | 2779,14 | 3620,73 | 3493,12 | 2533,25 |
| CNFC 10431 (C) | 3577,33 | 2790,5 | 1863,57 | 2531,57 | 2419,26 | 2575,03 | 3506,24 | 3091,7 | 2399,958 |
| CNFC 10470 (C) | 3516,24 | 2244,95 | 2272,98 | 2397,15 | 2273,75 | 2724,73 | 3524,82 | 2941,16 | 2401,375 |
| Gen99TG9-84-1 (P) | 3577,95 | 2413,63 | 2149,19 | 1920,5 | 2012,54 | 2058,04 | 2970,49 | 2453,28 | 2125,334 |
| Guará (C) | 3416,78 | 2763,44 | 1893,15 | 2902,25 | 2532,48 | 3166,87 | 3200,33 | 2557,89 | 2434,167 |
| Juriti Claro (C) | 3967,66 | 2782,02 | 3486,22 | 2894,95 | 2597,64 | 3605,39 | 3366,25 | 3141,33 | 2788 |
| LP 02-02 (C) | 3718,82 | 2822,11 | 3635,82 | 2766,79 | 2375,97 | 3113,74 | 3628 | 2978,53 | 2712 |
| LP 04-72 (P) | 3786,05 | 3109,25 | 3382,88 | 2964,08 | 2555,03 | 3231,64 | 3695,53 | 3194,88 | 2781,791 |
| LP 04-92 (P) | 3806,16 | 2602,46 | 3564,64 | 2615,12 | 2339,43 | 3224,66 | 3341,77 | 2996,59 | 2631,959 |
| MAI-25 (C) | 3529,88 | 3106,83 | 2915,58 | 3031,99 | 2517,15 | 3247,82 | 3669,58 | 3312,47 | 2648,375 |
| Z-22 (C) | 3663,28 | 2720,92 | 2821,54 | 2972,35 | 2585,82 | 3487,15 | 3569,64 | 3243,49 | 2683,125 |
| Média Geral | 3669,8641 | 2803 | 2795,1364 | 2724,228 | 2440,0909 | 3065,865 | 3492,8191 | 3176,7723 | 2570,47 |