

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RAFAEL CARLOS BALDIN

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO EM ENSAIOS
MULTI-AMBIENTES NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2020

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

RAFAEL CARLOS BALDIN

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO EM
ENSAIOS MULTI-AMBIENTES NO ESTADO DE
SANTA CATARINA**

DISSERTAÇÃO

**PATO BRANCO
2020**

RAFAEL CARLOS BALDIN

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO EM
ENSAIOS MULTI-AMBIENTES NO ESTADO DE
SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Taciane Finatto

Coorientadores: Dr. Leomar Guilherme Woyann e Dr. Sydney Antonio Frehner Kavalco

PATO BRANCO

2020

B177a

Baldin, Rafael Carlos

**Avaliação de genótipos de feijão em ensaios multi-ambientes no estado de Santa Catarina/ Rafael Carlos Baldin. – 2020.
47 f. : il.**

Orientadora: Profa. Dra. Taciane Finatto

Coorientador: Prof. Dr. Leomar Guilherme Woyann

Coorientador: Prof. Dr. Sydney Antonio Fehner Kavalco

**Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR, 2020.**

Inclui bibliografia

1. Feijão. 2. Melhoramento genético. 3. Interação genótipo-ambiente. I. Finatto, Taciane, orient. II. Woyann, Leomar Guilherme, coorient. III. Kavalco, Sydney, Antonio Fehner, coorient. IV. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. V. Título.

CDD (22. ed.) 630

Ficha Catalográfica elaborada por
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 211

A Dissertação de Mestrado intitulada “Avaliação de genótipos de feijão em ensaios multi-ambientes no estado de Santa Catarina” defendida em sessão pública pelo candidato Rafael Carlos Baldin, no dia 14 de abril de 2020, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Fitotecnia, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-graduação em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Laerte Reis Terres - Epagri
Dr. Giovani Benin - UTFPR/Pato Branco
Dra. Taciane Finatto - UTFPR/Pato Branco

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Assinado eletronicamente por
ALCIR JOSÉ MODELO
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Agronomia

Dedico este trabalho a Deus, pelo amparo em todos os momentos desta caminhada acadêmica. Aos meus pais, amigos, professores e a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo amor e oportunidade de realizar esta caminhada, dando-me força e otimismo para ultrapassar todas as adversidades de mais esta jornada da vida;

Aos meus pais, Valmir Baldin e Lourdes Guares Baldin, pelo apoio e incentivo, os quais foram imprescindíveis para a realização deste sonho;

A toda minha família, que sempre compreendeu minha ausência em vários momentos, devido ao meu compromisso acadêmico;

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Taciane Finatto e meus co-orientadores Dr. Leomar Guilherme Woyann e Dr. Sydney Antonio Frehner Kavalco por suas valiosas orientações, experiências e conhecimentos transmitidos para minha formação;

Aos colegas e amigos da UTFPR, pessoas que dividiram momentos, compartilharam alegrias e dificuldades;

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

“Nossa maior fraqueza é a desistência. O caminho mais certo para o sucesso é sempre tentar apenas uma vez mais.”

Thomas A. Edison

RESUMO

BALDIN, Rafael Carlos. Avaliação de genótipos de feijão em ensaios multi-ambientes no estado de Santa Catarina. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2020.

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de grande importância para os países em desenvolvimento. Apesar de ser considerado um alimento básico na mesa dos brasileiros, bem como em outros países, o feijoeiro ainda possui uma produtividade relativamente baixa. Desta forma, a obtenção de genótipos mais rústicos em relação a doenças e adaptados as variações ambientais, se torna fundamental para suprir a demanda produtiva. Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão em diferentes ambientes de semeadura, além de selecionar genótipos com maior resistência à antracnose e à mancha angular. Métodos GGE e AMMI foram utilizados para estimar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão avaliadas em ensaios multi-ambientes realizados em diferentes ambientes de semeadura, distribuídos em 9 locais do estado de Santa Catarina, durante as safras de 2014 e 2015, totalizando 17 ambientes. O delineamento experimental utilizado nos ensaios foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de 28 genótipos de feijão, sendo estes, 24 linhagens oriundas de diferentes programas de melhoramento e 4 cultivares comerciais como testemunhas. Segundo o modelo AMMI, foi observado que a linhagem CHP 97-09-15-41 é a mais produtiva, enquanto as linhagens LP 11-363 e CHC 01-175-1 são as mais estáveis. De outra forma, o modelo GGE biplot, a linhagem CHC 01-175-1, demonstrou ser a mais estável e produtiva entre as linhagens testadas, sendo assim, considerada como o genótipo ideal. Para a avaliação e recomendação de genótipos, na região de estudo, os ambientes Chapecó (safra) e Chapecó (safrinha), foram considerados os mais representativos e discriminantes. Os ensaios buscando selecionar genótipos de feijão com maior resistência à antracnose e à mancha angular, foram conduzidos durante os anos agrícolas de 2014 e 2015, no município de Chapecó, estado de Santa Catarina. O genótipo CHC 01-175-1, mostrou-se 11,6% mais produtivo que o BRS Campeiro e 46,46% mais produtivo que o Pérola, pela média ajustada dos dois anos de cultivo. O genótipo CHP 99-65-24 mostrou maior suscetibilidade à antracnose nas vagens, através do teste de agrupamento de médias, porém não diferiu estatisticamente da testemunha SCS 202 Guará. O genótipo TB 03-26, diferiu das demais em relação a mancha angular nas folhas.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., Melhoramento genético, Interação genótipo-ambiente.

ABSTRACT

BALDIN, Rafael Carlos. Evaluation of common bean genotypes in multi-environment assays in the state of Santa Catarina. 47 f. Dissertation (Masters in Agronomy) - Graduate Program in Agronomy (Concentration Area: Crop), Federal University of Technology - Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2020.

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a legume of great importance for developing countries. Despite being considered a staple food on the Brazilian cuisine, as well as in other countries, common beans still have a relatively low productivity. Thus, the use of more rustic genotypes in relation to diseases and more adapted to the environmental conditions becomes essential to supply a demand of this crop. Thus, the objectives of this work were to evaluate the adaptability and stability of common bean genotypes at different environments, in addition to selecting the genotypes with greater resistance to anthracnosis and to angular leaf spot. The GGE and AMMI methods were used to estimate the adaptability and stability of the common bean genotypes which were evaluated in multi-environment trials conducted at different sowing times, distributed in 9 locations of Santa Catarina state, during the 2014 and 2015, totalizing 17 environments. All trials were conducted in a randomized complete block design with four replications. A total of 28 common bean genotypes were evaluated, being 24 lines from different breeding programs and four commercial cultivars, used as checks. According to the AMMI model, it was observed that the genotype CHP 97-09-15-41 is the most productive, while the LP 11-363 and CHC 01-175-1 are the most stable genotypes. Otherwise, the GGE biplot model showed that the CHC 01-175-1 is the most stable and productive among the tested genotypes, being thus considered as the ideal genotype. The environments Chapecó (safra) and Chapecó (safrinha) were considered the most representative and discriminating environments for the evaluation and recommendation of genotypes in the studied region. The trials seeking to select genotypes with a greater resistance to anthracnosis and angular leaf spot were conducted during the agricultural years of 2014 and 2015, in the location Chapecó, Santa Catarina state. The genotype CHC 01-175-1 was 11.6% more productive than BRS Campeiro and 46.46% more productive than Pérola, due to the adjusted average of the two years of cultivation. The CHP 99-65-24 genotype showed greater sensitivity to anthracnosis in the pods, through the comparison of means test, but it did not differ statistically from the check SCS 202 Guará. The genotype TB 03-26 differed from the others genotypes in relation to the angular leaf spot.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., Plant breeding, Genotype-environment interaction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Plotagem dos escores do efeito principal dos genótipos e ambientes, segundo o modelo AMMI, para o caractere rendimento de grãos de 28 genótipos de feijão, em 17 ambientes, nas safras de 2014 e 2015.....23
- Figura 2 – Avaliação do desempenho dos genótipos em relação aos ambientes (*Which-won-where*), segundo o modelo GGE Biplot, para o caractere rendimento de grãos de 28 genótipos de feijão, em 17 ambientes, nas safras de 2014 e 2015.....25
- Figura 3 – Classificação dos genótipos com base em seu desempenho nos diferentes ambientes, segundo o modelo GGE Biplot, para o caractere rendimento de grãos de 28 genótipos de feijão, em 17 ambientes, nas safras de 2014 e 2015.....26
- Figura 4 – Representatividade e discriminação de ambientes considerando 28 genótipos de feijão, em 17 ambientes, nas safras agrícolas de 2014 e 2015.....27
- Figura 5 – Classificação genotípica ideal, de acordo com a análise GGE biplot, para o caractere rendimento de grãos de 28 genótipos de feijão, em 17 ambientes, nas safras de 2014 e 2015..... 29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização dos locais e ambientes de semeadura dos ensaios. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.	19
Tabela 2 – Caracterização dos genótipos utilizados nos diferentes ambientes. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.	20
Tabela 3 – Rendimento de grãos médio dos genótipos utilizados nos diferentes ambientes. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.....	22
Tabela 4 – Caracterização dos genótipos utilizados na safra de 2014, safra e safrinha de 2015 nos diferentes tratamentos experimentais.UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.	34
Tabela 5 – Análise de variância da reação à antracnose (notas de 1 a 9), e à mancha-angular (notas de 1 a 9) na safra de 2014, safra e safrinha 2015, com estimativas de herdabilidade. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.	36
Tabela 6 – Análise de variância do rendimento de grãos (Kg ha^{-1}) e massa de mil grãos (g) na safra de 2014, safra e safrinha 2015, com estimativas de herdabilidade. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.	37
Tabela 7 – Análise de variância conjunta do rendimento de grãos (Kg ha^{-1}), massa de mil grãos (g), reação à antracnose (notas de 1 a 9) e mancha-angular (notas de 1 a 9) na safra de 2014, safra e safrinha 2015, com estimativas de herdabilidade. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.	38
Tabela 8 – Análise de agrupamento de médias do rendimento de grãos (Kg ha^{-1}), massa de mil grãos (g), reação à antracnose (notas de 1 a 9) e mancha-angular (notas de 1 a 9). UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.....	39
Tabela 9 – Coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres agrônômicos avaliados na cultura do feijão, na safra de 2014, safra e safrinha 2015. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.....	40

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AMMI	Additive Main Effect and Multiplicative Interaction
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CPACT	Embrapa Clima Temperado
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GGE	Genotype main effects + Genotype environment interaction
IAC	Instituto Agronômico de Campinas

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Grau Celsius
AF	Antracnose nas folhas
AV	Antracnose das vagens
cm	Centímetros
cv	Coefficiente de variação
g	Grama(s)
G	Genótipo
GL	Graus de liberdade
h ²	Herdabilidade
kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare
m	metro(s)
m ²	Metro quadrado
MAF	Mancha angular nas folhas
MAV	Mancha angular nas vagens
mm	Milímetros
MMG	Massa de mil grãos
n ^o	Número
QM	Quadrado médio
REND	Rendimento de grãos
S	Safras
SVP	Partição singular de valores

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	14
2 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO EM DIFERENTES AMBIENTES.....	17
2.1 INTRODUÇÃO.....	17
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	19
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
2.5 CONCLUSÕES.....	30
3 SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO COM RESISTÊNCIA À ANTRACNOSE E A MANCHA ANGULAR.....	31
3.1 INTRODUÇÃO.....	31
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
3.5 CONCLUSÕES.....	42
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO GERAL

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) possui grande importância para a alimentação humana, pois além de possuir diversas características nutricionais importantes, pode ser cultivado durante todo o ano em alguns países como o Brasil .

Cultivado em diversas regiões agroclimáticas, o feijoeiro possui como maior concentração produtiva Ásia (48%), Américas (26,5%) e África (22,8%) (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED UNIONS, 2020). Ainda segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de feijão em 2018, com uma produção de aproximadamente 2,9 milhões de toneladas. No topo do ranking entre os maiores produtores mundiais da cultura, neste mesmo ano, destacaram-se Índia (6,2 milhões de toneladas) e Myanmar (4,8 milhões de toneladas) (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED UNIONS, 2020).

Figurando entre as principais culturas na mesa do brasileiro, o feijão ocupa uma posição de destaque do ponto de vista econômico e social. Segundo relatório da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), os estados do Paraná e Minas Gerais são responsáveis por aproximadamente 38% do total de feijão produzido no Brasil. Das 3,05 milhões de toneladas de feijão que estima-se produzir na safra brasileira 2019/2020, os dois estados contribuirão respectivamente com 614,1 e 539,0 mil toneladas do grão (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020).

Em Santa Catarina, há a expectativa de uma redução na área destinada a cultura. Apesar de ter contribuído com 105,6 mil toneladas, na produção brasileira de feijão, safra 2018/2019, estima-se que haja uma queda deste número para a safra 2019/2020. Comparando a supracitada safra estima-se uma média de aproximadamente 1730 Kg ha⁻¹, fazendo com que a produção seja de apenas 97,4 mil toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2019). As maiores produções de feijão vêm da região de Curitiba, seguida respectivamente por Xanxerê, Campos de Lages, Joaçaba e Canoinhas (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2012).

O feijão é um dos componentes mais importantes da alimentação brasileira, com um consumo per capita superior a 17 kg ano⁻¹ (COUTO et al., 2010). Entre as principais características nutricionais pode-se citar o conteúdo proteico relativamente alto, o teor elevado de lisina, que exerce efeito complementar às proteínas dos cereais, a fibra alimentar, com seus respectivos efeitos hipocolesterolêmico e hipoglicêmico, o alto conteúdo de carboidratos complexos e a presença de vitaminas do complexo B (LAJOLO; GENOVESE; MENEZES, 1996). Além disso, quando consumido juntamente com outros cereais ricos em carboidratos, como o arroz, o feijão pode ter o valor nutricional aumentado (FAGERIA, 2002).

Apesar de ser considerado um alimento básico na mesa dos brasileiros, bem como em outros países, o feijoeiro ainda possui uma produtividade relativamente baixa. De acordo com Fageria et al. (2015), entre os principais fatores responsáveis por este cenário, estão: baixa fertilidade e acidez dos solos, deficiência hídrica, suscetibilidade da cultura a pragas e doenças, e na maioria dos casos o baixo uso de tecnologia. Além disso, no Brasil, podemos citar ainda a grande variabilidade ambiental em que o feijão é submetido, seja por época de plantio ou clima, o que gera uma grande interação entre genótipos e ambiente (PEREIRA et al., 2009).

No Brasil, os programas de melhoramento genético de feijoeiro, apesar de terem iniciado na década de trinta (1932) com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), recebeu maior ênfase a partir da década de setenta com a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e outras empresas estaduais, como o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (RIBEIRO; POSSEBON; STORCK, 2003; MATOS; RAMALHO; ABREU, 2007). Atualmente, as instituições públicas continuam sendo responsáveis pelo melhoramento genético do feijoeiro, obtendo uma evolução significativa no potencial produtivo das cultivares e na resistência à doenças. De acordo com Beebe et al. (2013), práticas de manejo inadequadas, como adubação, controle de pragas e doenças, além de fatores ambientais são os principais responsáveis pela perda de produtividade do feijoeiro. Desta forma, torna-se indispensável a avaliação e identificação de genótipos mais adaptados e estáveis aos mais variados ambientes (ZANELLA et al., 2019).

Segundo Yan e Holland (2010), a resposta dos genótipos submetidos a diferentes condições ambientais pode ser denominada de interação genótipo e ambiente (IGA), o que reduz a correlação entre os valores fenotípicos e genotípicos, dificultando a seleção e recomendação dos genótipos mais adaptados e estáveis.

A avaliação de ambientes é uma importante área de pesquisa no melhoramento genético de plantas, uma vez que a escolha apropriada dos ambientes pode reduzir os custos e aumentar a eficiência produtiva (YAN e HOLLAND, 2010). Identificando o genótipo, o local e a época de plantio ideal, a produção pode ser maximizada, sem que se onere os custos de produção (SILVA et al., 2011).

De acordo com Ma et al. (2004), a utilização de técnicas multivariadas, juntamente com análises gráficas, possibilita uma melhor visualização das complexas interações que envolvem tais dados. Dentre os métodos estatísticos mais modernos, e de maior facilidade na visualização dos dados, quanto ao desempenho de genótipos e ambiente, pode-se incluir a análise AMMI (*Additive Main Effect and Multiplicative Interaction*) e a análise GGE biplot (*Genotype main effects + Genotype environment interaction*) (YAN et al., 2007).

Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão em diferentes ambientes de semeadura, em ensaios multi-ambientes, além de selecionar genótipos de feijão com maior resistência à antracnose e à mancha angular.

2 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO EM DIFERENTES AMBIENTES

2.1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de grande importância para os países em desenvolvimento. Além de ser ótima fonte proteica, pode ser cultivado durante o ano todo em áreas de clima tropical e subtropical. O Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de feijão em 2018, com aproximadamente 2,9 milhões de toneladas (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2020). De acordo com Couto et al. (2010) o feijão é um dos componentes mais importantes da alimentação brasileira, com um consumo per capita superior a 17 kg ano⁻¹.

Um dos principais objetivos do melhoramento genético de plantas é direcionar a seleção de cultivares a seus ambientes de crescimento mais adequados e para isso, são realizadas avaliações de desempenho dos genótipos em diferentes ambientes (ASFAW et al., 2009). O termo ambiente (época de semeadura, ano e práticas culturais) pode ser definido como o resultado dos componentes fenotípicos que influenciam o desenvolvimento e o crescimento das plantas (SILVA et al., 2011).

Existem muitos métodos estatísticos que foram desenvolvidos para análise de interação do genótipo e ambiente, incluindo análise AMMI (*Additive Main Effect and Multiplicative Interaction*) (MANDEL, 1971; ZOBEL; WRIGHT; GAUCH, 1988) e análise GGE biplot (*Genotype main effects + Genotype environment interaction*) (YAN et al., 2000).

GGE biplots constituem uma ferramenta gráfica útil para a análise de dados em ensaios de múltiplos ambientes. Baseado em um GGE biplot é desenhado a escala, as semelhanças e diferenças entre os ambientes em sua discriminação dos genótipos. As semelhanças e diferenças entre os genótipos em sua resposta aos ambientes, a natureza e magnitude da interação entre qualquer genótipo e qualquer ambiente pode ser prontamente visualizada. Adicionando alguns dados suplementares ao biplot é possível identificar as melhores linhagens ou genótipos em seus respectivos ambientes. Essa abordagem facilita a avaliação em um mega-

ambiente (YAN et al. 2000).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão em ensaios multi-ambientes, em dois anos de cultivo, no estado de Santa Catarina, por meio de modelos lineares AMMI e GGE biplot.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em 17 ambientes, distribuídos em 9 locais do estado de Santa Catarina, durante os anos agrícolas de 2014 e 2015 (Tabela 1).

O clima predominante nas regiões de avaliação variou entre subtropical (Cfa) (Águas de Chapecó, Chapecó, Urussanga, Ituporanga) e temperado quente (Cfb) (Ponte Serrada, Xanxerê, Lages, Campos Novos, Canoinhas), segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). A altitude dos locais de ensaio, também apresentam grande variação, variando de 1021m, na localidade de Ponte Serrada, a 238m em Urussanga (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização dos locais e ambientes de semeadura dos ensaios. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.

Local	Altitude (m)*	Temp. Média Anual* (°C)	Prec. Média Anual* (mm)	ANO AGRÍCOLA			
				2014		2015	
				Safra	Safrinha	Safra	Safrinha
Urussanga	238	18,6	1480	-	X	-	X
Águas de Chapecó	330	19,4	2071	-	X	-	-
Ituporanga	555	17,7	1807	-	X	-	X
Chapecó	582	18,1	2069	X	-	X	X
Xanxerê	747	17,5	2211	-	X	-	-
Canoinhas	831	17,2	1607	X	-	X	X
Campos Novos	852	16,4	1704	X	-	-	-
Lages	987	15,2	1685	X	-	X	-
Ponte Serrada	1021	16,1	1849	X	-	X	-

*ALVARES et al. (2013).

O delineamento experimental utilizado nos ensaios foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. A instalação do experimento ocorreu em parcelas de 7,2m², compreendendo 4 linhas de feijão com 4m de comprimento, espaçadas a 45cm entre si. Visando reduzir os erros experimentais, foram colhidas apenas as duas linhas centrais de cada parcela (3,6m²), sendo ajustada a umidade de todos os tratamentos a 13% e determinado o rendimento de grãos (REND), em kg ha⁻¹. A densidade de semeadura atendeu as recomendações técnicas para as regiões e ambientes de implantação, para todos os genótipos. Os tratos culturais foram

realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2012).

Tabela 2 – Caracterização dos genótipos utilizados nos diferentes ambientes. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.

<i>Identificação Biplot</i>	<i>Genótipos</i>	<i>Classificação</i>
1	BRS Campeiro	Testemunha Preto
2	C10-2-4/41	Linhagem Carioca (IAC)
3	CHC 00-101-10	Linhagem Carioca (EPAGRI)
4	CHC 00-101-76	Linhagem Carioca (EPAGRI)
5	CHC 00-92-34	Linhagem Carioca (EPAGRI)
6	CHC 01-175-1	Linhagem Carioca (EPAGRI)
7	CHC 01-175-2	Linhagem Carioca (EPAGRI)
8	CHP 01-182-12	Linhagem Preto (EPAGRI)
9	CHP 01-182-48	Linhagem Preto (EPAGRI)
10	CHP 04-239-01	Linhagem Preto (EPAGRI)
11	CHP 04-239-52	Linhagem Preto (EPAGRI)
12	CHP 04-239-61	Linhagem Preto (EPAGRI)
13	CHC 97-29-07	Linhagem Carioca (EPAGRI)
14	CHP 97-09-15-41	Linhagem Preto (EPAGRI)
15	CHC 98-42	Linhagem Carioca (EPAGRI)
16	CHP 99-65-24	Linhagem Preto (EPAGRI)
17	CNFC 11948	Linhagem Carioca (EMBRAPA)
18	CNFC 11954	Linhagem Carioca (EMBRAPA)
19	FAP-F3-2	Linhagem Carioca (IAC)
20	IPR Uirapuru	Testemunha Preto
21	LP 11-363	Linhagem Carioca (IAPAR)
22	LP 12-601	Linhagem Carioca (IAPAR)
23	Pérola	Testemunha Carioca
24	SCS 202 Guará	Testemunha Carioca
25	TB 03-26	Linhagem Mulatinho (CPACT)
26	TB 03-27	Linhagem Mourinho (CPACT)
27	LEC 03-14	Linhagem Carioca (IAPAR)
28	LEP 04-14	Linhagem Preto (IAPAR)

Os tratamentos basearam-se na utilização de 28 genótipos de feijão, sendo estes, 24 linhagens oriundas de diferentes programas de melhoramento (Tabela 2). Dentre as linhagens, observa-se a utilização de 14 genótipos com grãos

do tipo carioca, 8 genótipos com grãos do tipo preto, além de 2 genótipos especiais, de grãos tipo Mulatinho e Mourinho (Tabela 2). Além disso, também foram utilizados 4 cultivares comerciais como testemunhas, sendo duas do tipo carioca (Pérola e SCS 202 Guará) e duas do tipo preto (IPR Uirapuru e BRS Campeiro)(Tabela 2).

Buscando identificar qual o genótipo mais estável e produtivo, no decorrer dos dois anos de cultivo entre safra e safrinha (Tabela 1), utilizou-se o software GGE biplot (YAN, 2001). Segundo Yan (2014), um genótipo altamente estável e produtivo pode ser classificado como genótipo ideal, sendo este projetado o mais à direita e sobre o eixo x da plotagem ideal.

As análises de desempenho entre os genótipos e os ambientes permitem identificar a interação entre um determinado genótipo e um ambiente, quanto a produtividade. Ou seja, permite verificar se um determinado genótipo possui maior resposta produtiva em um ambiente específico. Essa interação, entre genótipos e ambientes é representada através da identificação do ângulo entre os vetores, onde se observa uma correlação positiva entre ambientes e genótipos, quando o ângulo é menor que 90° (YAN, 2014).

Nas análises realizadas, buscando identificar o genótipo ideal e a associação entre os ambientes e os genótipos, utilizou-se o *scaling* 1, onde todos os ambientes possuem o mesmo peso nas análises, e vetor semelhante. Buscando identificar a representatividade e discriminância dos ambientes, foi utilizado *scaling* 2, pois permite inferir melhor sobre o resultado (YAN e HOLLAND, 2010).

Nas análises de genótipo ideal, o valor da partição singular de valores (SVP) utilizado foi = 1, pois o foco são os genótipos. Já nas análises de ambientes, foi utilizado SVP = 2, visando identificar a associação entre locais e seus poderes de discriminância.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados referente ao rendimento de grãos médio de cada genótipo (Tabela 3), podemos destacar as cultivares CHP 97-09-15-41 e CHC 00-101-76, tendo estas obtido a maior média produtiva, quando utilizado o total de ambientes a que cada genótipo foi submetido. Em contrapartida, as piores médias produtivas, foram observadas nas cultivares de grãos especiais TB 03-26 (Mulatinho) e TB 03-27 (Mourinho) (Tabela 3).

No Brasil, podemos destacar uma grande variedade de características entre os mais variados grupos comerciais de feijoeiro. Apesar da preferência se dar por cultivares de grãos do tipo preto e carioca (CARBONELL et al., 2004), os grupos especiais, como rosinha, jalo, roxo, mulato, mulatinho, etc. possuem grande importância do ponto de vista nutricional e representam um mercado considerável do total de feijão produzido (RODRIGUEZ, 2014).

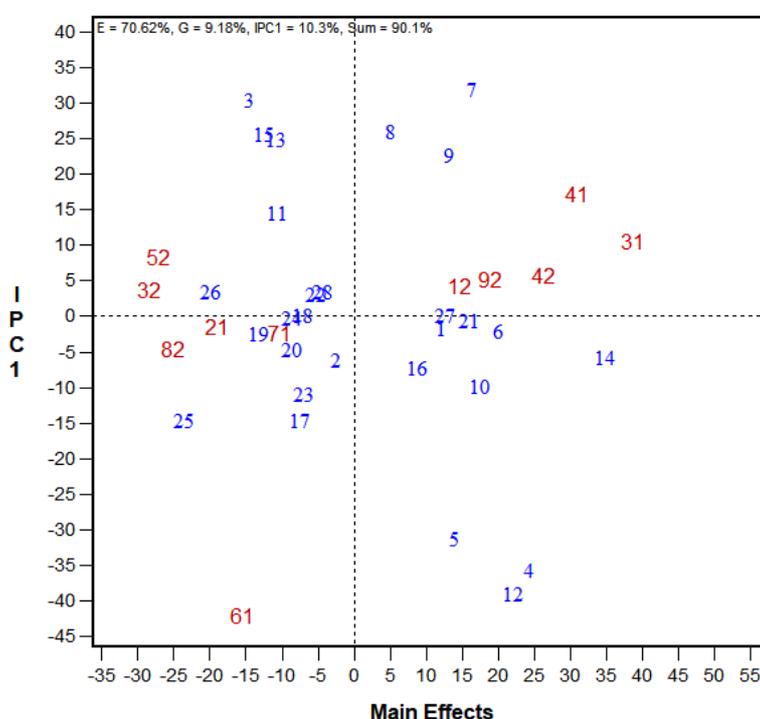
Tabela 3 – Rendimento de grãos médio dos genótipos utilizados nos diferentes ambientes. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.

<i>Genótipos</i>	<i>Rend. Médio* (Kg ha⁻¹)</i>	<i>Genótipos</i>	<i>Rend. Médio* (Kg ha⁻¹)</i>
BRS Campeiro	2370,77	CHC 98-42	2017,92
C10-2-4/41	2237,04	CHP 99-65-24	2243,79
CHC 00-101-10	1979,98	CNFC 11948	2183,66
CHC 00-101-76	2763,23	CNFC 11954	2120,51
CHC 00-92-34	2388,53	FAP-F3-2	2026,05
CHC 01-175-1	2627,70	IPR Uirapuru	2118,63
CHC 01-175-2	2456,52	LP 11-363	2436,54
CHP 01-182-12	2232,08	LP 12-601	2149,67
CHP 01-182-48	2369,49	Pérola	2143,29
CHP 04-239-01	2506,7	SCS 202 Guará	2071,18
CHP 04-239-52	2067,50	TB 03-26	1592,45
CHP 04-239-61	2635,59	TB 03-27	1760,73
CHC 97-29-07	2062,65	LEC 03-14	2299,41
CHP 97-09-15-41	3326,85	LEP 04-14	2152,99

*Devido ao desbalanceamento de dados entre as cultivares, utilizou-se para obtenção do rendimento médio de grãos, o total de ambientes a que cada genótipo foi submetido.

Observar as diferenças no desempenho dos genótipos, quanto ao caractere rendimento de grãos, é essencial para o sucesso de um programa de melhoramento. Assim, de acordo com os resultados obtidos através do método AMMI, podemos observar diferenças no desempenho dos genótipos, quanto ao caractere rendimento de grãos, em relação ao ambiente de cultivo, nas safras de 2014 e 2015 (Figura 1).

Figura 1 – Plotagem dos escores do efeito principal dos genótipos e ambientes, segundo o modelo AMMI, para o caractere rendimento de grãos de 28 genótipos de feijão, em 17 ambientes, nas safras de 2014 e 2015.



*Legenda (Vermelho): 12 (Águas de Chapecó, safra); 21 (Campos Novos, safra); 31 (Canoinhas, safra); 32 (Canoinhas, safrinha); 41 (Chapecó, safra); 42 (Chapecó, safrinha); 52 (Ituporanga, safrinha); 61 (Lages, safra); 71 (Ponte Serrada, safra); 82 (Urussanga, safrinha); 92 (Xanxerê, safrinha).

*Legenda (Azul): 1 (BRS Campeiro); 2 (C10-2-4/41); 3 (CHC 00-101-10); 4 (CHC 00-101-76); 5 (CHC 00-92-34); 6 (CHC 01-175-1); 7 (CHC 01-175-2); 8 (CHP 01-182-12); 9 (CHP 01-182-48); 10 (CHP 04-239-01); 11 (CHP 04-239-52); 12 (CHP 04-239-61); 13 (CHC 97-29-07); 14 (CHP 97-09-15-41); 15 (CHC 98-42); 16 (CHP 99-65-24); 17 (CNFC 11948); 18 (CNFC 11954); 19 (FAP-F3-2); 20 (IPR Uirapuru); 21 (LP 11-363); 22 (LP 12-601); 23 (Pérola); 24 (SCS 202 Guará); 25 (TB 03-26); 26 (TB 03-27); 27 (LEC 03-14); 28 (LEP 04-14).

O efeito de ambiente, resultante das condições edafoclimáticas, submetidas aos genótipos durante o período de avaliações, entre as safras de 2014 e 2015, contribuiu com 70,62% da explicação, quanto a variação no rendimento de grãos. Entretanto, o efeito genótipo e a interação genótipo ambiente, contribuíram com apenas 9,18% e 10,3%, respectivamente (Figura 1).

Nas análises de dados em testes submetidos a vários ambientes, normalmente observa-se que o ambiente contribui com cerca de 80% da variação no caractere rendimento de grãos, enquanto o genótipo, e a interação genótipo e ambiente, contribuem com aproximadamente 10% cada uma (YAN, 2001).

Na plotagem dos escores do efeito principal dos genótipos e ambientes, segundo o modelo AMMI (Figura 1), observa-se ainda que a linhagem de número CHP 97-09-15-41 é a mais produtiva entre as linhagens. Contudo, as linhagens de número LP 11-363 e CHC 01-175-1 são mais estáveis dentro dos ambientes a que foram submetidas. Além disso, observa-se que dentre as testemunhas, apenas a cultivar BRS Campeiro permaneceu acima da média produtiva geral, e se aproximou das linhagens LP 11-363 e CHC 01-175-1, que se mostraram as mais estáveis.

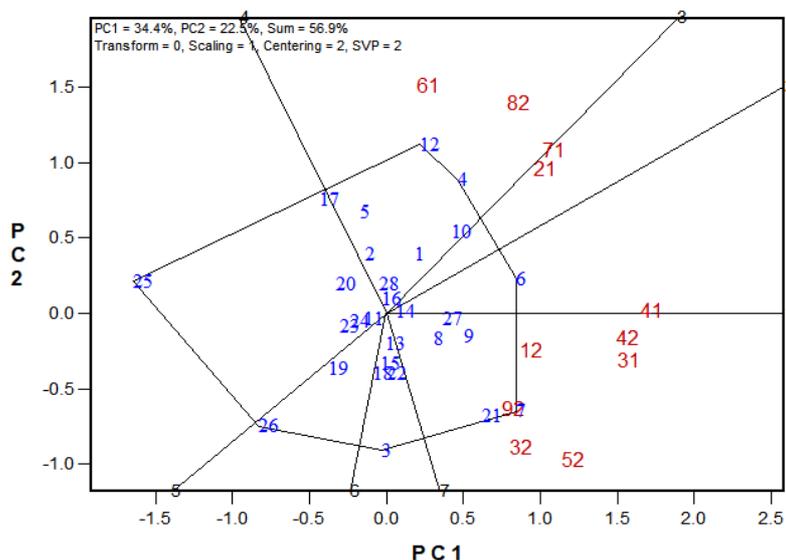
A cultivar de feijão preto, BRS Campeiro, apresenta alto potencial produtivo, aliado a um ciclo de aproximadamente 85 dias (da emergência à maturação fisiológica), com um porte ereto em qualquer sistema de produção, independente de solo e clima submetido. Possui ainda, ótimas qualidades culinárias, e estabilidade produtiva, sendo mais uma das boas opções para os produtores dos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, nos plantios da safra e safrinha (CARNEIRO, 2003).

Diferentemente da análise AMMI, que analisa separadamente o efeito do genótipo da interação genótipo ambiente e depois os junta para formar o gráfico, o método GGE agrupa de forma aditiva o efeito genótipo e a interação genótipo ambiente (G+GE), e a partir daí submete à análise (YAN et al., 2000). Desta forma, quando se busca a seleção de cultivares mais adaptados e estáveis, bem como ambientes mais discriminantes e representativos, o método GGE torna-se o mais indicado (ALWALA et al., 2010).

Através da interligação dos genótipos que se encontram nos extremos do gráfico e suas respectivas linhas perpendiculares, o método GGE identifica o melhor desempenho de um determinado genótipo a cada ambiente (YAN e TINKER, 2006). Além disso, pode também dividir os ambientes em grupos (ALWALA et al., 2010).

Avaliando o desempenho dos genótipos em relação aos ambientes segundo o modelo GGE biplot (Figura 2), observa-se maior estabilidade entre as linhagens testadas para a linhagem CHC 01-175-1, tendo esta apresentado um bom desempenho na maioria dos ambientes submetidos. Em contrapartida, observa-se pela posição no polígono, que a linhagem TB 03-26, apresentou um desempenho insatisfatório na maioria dos ambientes.

Figura 2 – Avaliação do desempenho dos genótipos em relação aos ambientes (*Which-won-where*), segundo o modelo GGE Biplot, para o caractere rendimento de grãos de 28 genótipos de feijão, em 17 ambientes de 2014 e 2015.



*Legenda (Vermelho): 12 (Águas de Chapecó, safra); 21 (Campos Novos, safra); 31 (Canoinhas, safra); 32 (Canoinhas, safrinha); 41 (Chapecó, safra); 42 (Chapecó, safrinha); 52 (Ituporanga, safrinha); 61 (Lages, safra); 71 (Ponte Serrada, safra); 82 (Urussanga, safrinha); 92 (Xanxerê, safrinha).

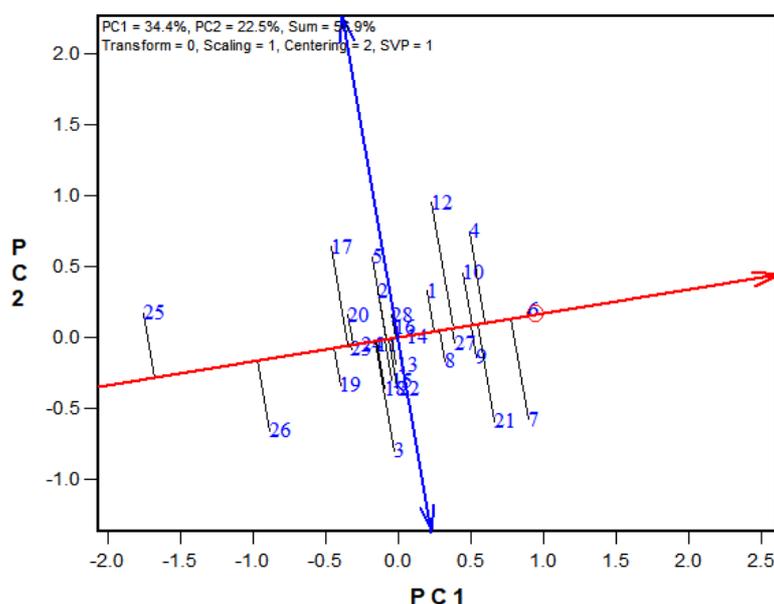
*Legenda (Azul): 1 (BRS Campeiro); 2 (C10-2-4/41); 3 (CHC 00-101-10); 4 (CHC 00-101-76); 5 (CHC 00-92-34); 6 (CHC 01-175-1); 7 (CHC 01-175-2); 8 (CHP 01-182-12); 9 (CHP 01-182-48); 10 (CHP 04-239-01); 11 (CHP 04-239-52); 12 (CHP 04-239-61); 13 (CHC 97-29-07); 14 (CHP 97-09-15-41); 15 (CHC 98-42); 16 (CHP 99-65-24); 17 (CNFC 11948); 18 (CNFC 11954); 19 (FAP-F3-2); 20 (IPR Uirapuru); 21 (LP 11-363); 22 (LP 12-601); 23 (Pérola); 24 (SCS 202 Guará); 25 (TB 03-26); 26 (TB 03-27); 27 (LEC 03-14); 28 (LEP 04-14).

O desempenho de um determinado genótipo ou ambiente é observado em relação ao eixo x, em que quanto mais à direita do centro do biplot melhor é o seu desempenho e, quanto mais à esquerda, menor o desempenho (SILVA e BENIN, 2012). Já em relação a estabilidade, pode-se dizer que esta é visualizada no eixo y; sendo que quanto mais distante do centro do biplot, menor é a estabilidade (YAN e KANG, 2003).

De acordo com Yan e Tinker (2006), para ordenar as respostas de desempenho de cada cultivar em relação aos ambientes submetidos, pode-se traçar uma linha cruzando a origem do biplot e, ao longo desta, ranquear as cultivares em

relação ao seu desempenho. Assim, diferentemente do observado no método AMMI (Figura 1) quando a linhagem CHC 01-175-1 foi considerada apenas uma das mais estáveis e não a mais produtiva, no método GGE esta linhagem demonstrou ser a mais estável e produtiva, visto que a mesma se encontra o mais à direita da reta traçada (eixo x), e o mais próximo da intercessão da mesma (eixo y) (Figura 3).

Figura 3 – Classificação dos genótipos com base em seu desempenho nos diferentes ambientes, segundo o modelo GGE Biplot, para o caractere rendimento de grãos de 28 genótipos de feijão, em 17 ambientes, nas safras de 2014 e 2015.



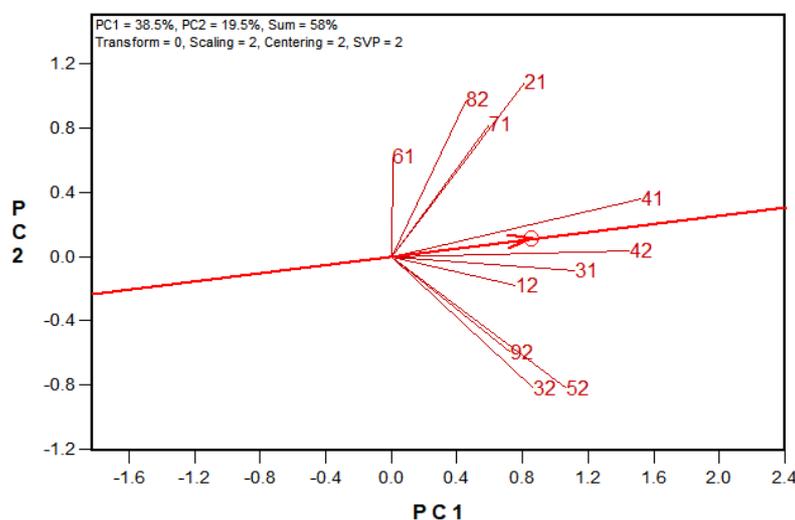
*Legenda: 1 (BRS Campeiro); 2 (C10-2-4/41); 3 (CHC 00-101-10); 4 (CHC 00-101-76); 5 (CHC 00-92-34); 6 (CHC 01-175-1); 7 (CHC 01-175-2); 8 (CHP 01-182-12); 9 (CHP 01-182-48); 10 (CHP 04-239-01); 11 (CHP 04-239-52); 12 (CHP 04-239-61); 13 (CHC 97-29-07); 14 (CHP 97-09-15-41); 15 (CHC 98-42); 16 (CHP 99-65-24); 17 (CNFC 11948); 18 (CNFC 11954); 19 (FAP-F3-2); 20 (IPR Uirapuru); 21 (LP 11-363); 22 (LP 12-601); 23 (Pérola); 24 (SCS 202 Guará); 25 (TB 03-26); 26 (TB 03-27); 27 (LEC 03-14); 28 (LEP 04-14).

Apesar de apresentarem menor estabilidade de produção, quando comparadas a linhagem CHC 01-175-1, podemos destacar a boa resposta produtiva das linhagens CHC 01-175-2 e CHC 00-101-76 (Figura 3). Neste sentido, verifica-se também que a linhagem TB 03-26 é a que apresenta menor potencial e estabilidade produtiva (Figura 3).

Conhecer a representatividade e discriminância de cada ambiente é importante para a seleção dos genótipos mais adequados. Assim, os ambientes utilizados na avaliação dos 28 genótipos de feijão, nas safras de 2014 e 2015 foram testados (Figura 4).

Pode-se observar através dos resultados (Figura 4) que os ambientes 41 (Chapecó, safra) e 42 (Chapecó, safrinha) são os que possuem os menores ângulos em relação ao eixo médio dos ambientes, sendo assim considerados os mais representativos dentre os ambientes utilizados nas avaliações. Além de serem considerados os mais representativos, estes dois ambientes, também possuem uma condição de discriminância elevada, visto o tamanho dos seus vetores. Sendo assim, para a avaliação e recomendação de genótipos, na região de estudo, podem ser considerados como ambientes ideais.

Figura 4 – Representatividade e discriminação de ambientes considerando 28 genótipos de feijão, em 17 ambientes, nas safras agrícolas de 2014 e 2015.



*Legenda: 12 (Águas de Chapecó, safra); 21 (Campos Novos, safra); 31 (Canoinhas, safra); 32 (Canoinhas, safrinha); 41 (Chapecó, safra); 42 (Chapecó, safrinha); 52 (Ituporanga, safrinha); 61 (Lages, safra); 71 (Ponte Serrada, safra); 82 (Urussanga, safrinha); 92 (Xanxerê, safrinha).

Dentre os ambientes utilizados, Chapecó é um dos que se encontram mais próximo das condições climáticas ideais para a cultura do feijoeiro. Sabe-se que o estágio de botão floral (R5) é um dos mais sensíveis para o feijoeiro. Altas temperaturas (30°C diurno e 25°C noturno) durante o estágio R5, assim como o estresse hídrico, podem aumentar muito a taxa de abortamento de flores e vagens (CASTRO e MACEDO, 2011). Regiões com temperaturas médias entre 17°C e 29°C, são aptas para a produção de feijoeiro, porém locais com temperaturas médias próximas da ideal para a cultura (21°C) são os mais adequados (CASTRO e MACEDO, 2011).

Observa-se que a altitude média do município de Chapecó (582m) confere uma temperatura média anual de 18,1°C (ALVARES et al., 2013). Durante o período considerado como safra (setembro a dezembro), observa-se uma temperatura média na casa dos 19,1°C e uma precipitação de aproximadamente 760mm. Já para a safrinha, período de janeiro a maio, a temperatura média fica na casa dos 19,8°C e a precipitação de em aproximadamente 830mm (ALVARES et al., 2013).

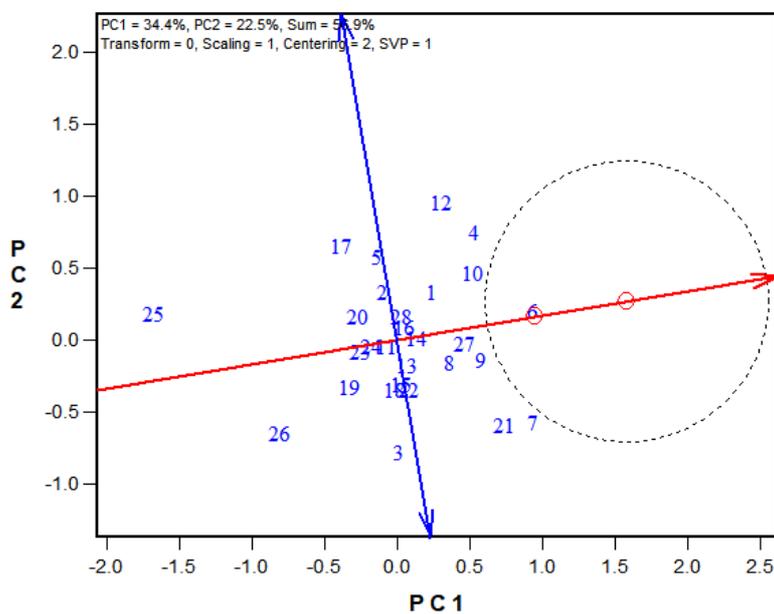
Ainda com relação a representatividade e discriminância dos ambientes, podemos observar que os ambientes 31 (Canoinhas, safra) e 12 (Águas de Chapecó, safrinha) também possuem boa representatividade, mas com baixa discriminância. Enquanto isso, os ambientes 21 (Campos Novos, safra) e 52 (Ituporanga, safra) possuem boa discriminância, porém apresentam menor representatividade (Figura 4).

O genótipo mais desejável é aquele que se encontra o mais próximo do genótipo ideal (KAYA et al. 2006). Para isso, se faz necessário aliar um bom rendimento de grãos à estabilidade de produção. Os círculos concêntricos presentes na Figura 5 demonstram qual seria o desempenho ideal de um genótipo hipotético, com rendimento máximo e boa estabilidade (ZANELLA et al., 2019).

O genótipo mais próximo do ideal encontrado foi a linhagem CHC 01-175-1. Esta linhagem demonstrou ser produtiva e estável, dentro dos ambientes de avaliação. Observa-se que está se posicionou o mais à direita e o mais próximo da linha vermelha central, dentro do círculo pontilhado, sendo assim classificada como genótipo ideal (Figura 5).

Com relação ao genótipo ideal, podemos verificar ainda que as linhagens TB 03-26 e TB 03-27 são as menos produtivas e estáveis, dentre as testadas (Figura 5). Quanto as testemunhas, observa-se também que a cultivar BRS Campeiro foi a que mais se aproximou do genótipo ideal, quanto a produtividade e estabilidade (Figura 5).

Figura 5 – Classificação genotípica ideal, de acordo com a análise GGE biplot, para o caractere rendimento de grãos de 28 genótipos de feijão, em 17 ambientes, nas safras de 2014 e 2015.



*Legenda: 1 (BRS Campeiro); 2 (C10-2-4/41); 3 (CHC 00-101-10); 4 (CHC 00-101-76); 5 (CHC 00-92-34); 6 (CHC 01-175-1); 7 (CHC 01-175-2); 8 (CHP 01-182-12); 9 (CHP 01-182-48); 10 (CHP 04-239-01); 11 (CHP 04-239-52); 12 (CHP 04-239-61); 13 (CHC 97-29-07); 14 (CHP 97-09-15-41); 15 (CHC 98-42); 16 (CHP 99-65-24); 17 (CNFC 11948); 18 (CNFC 11954); 19 (FAP-F3-2); 20 (IPR Uirapuru); 21 (LP 11-363); 22 (LP 12-601); 23 (Pérola); 24 (SCS 202 Guará); 25 (TB 03-26); 26 (TB 03-27); 27 (LEC 03-14); 28 (LEP 04-14).

2.5 CONCLUSÕES

Na plotagem dos escores do efeito principal dos genótipos e ambientes, segundo o modelo AMMI, observa-se que a linhagem CHP 97-09-15-41 é a mais produtiva entre as linhagens, enquanto as linhagens LP 11-363 e CHC 01-175-1 são as mais estáveis.

Segundo o modelo GGE biplot, a linhagem CHC 01-175-1, demonstrou ser a mais estável e produtiva entre as linhagens testadas, sendo assim, considerada como o genótipo ideal.

Apesar de demonstrar ser a mais produtiva entre as linhagens, a CHP 97-09-15-41 demonstrou menor estabilidade dentro dos ambientes testados, em comparação as linhagens LP 11-363 e CHC 01-175-1.

As linhagens TB 03-26 e TB 03-27 apresentaram desempenho insatisfatório na maioria dos ambientes testados, sendo consideradas as menos produtivas e estáveis.

Para a avaliação e recomendação de genótipos, na região de estudo, os ambientes 41 (Chapecó, safra) e 42 (Chapecó, safrinha) foram considerados os mais representativos e discriminantes.

3 SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO COM RESISTÊNCIA À ANTRACNOSE E A MANCHA ANGULAR

3.1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de grande importância social para o Brasil, pois além de ser a base da alimentação, gera empregos durante todo o ciclo da cultura. Além disso, devido a sua ampla adaptação, o feijoeiro pode ser cultivado durante o ano todo em áreas de clima tropical e subtropical.

Apesar da grande importância econômica e social para o Brasil, a cultura do feijão ainda apresenta uma produtividade considerada baixa. A safra 2018/2019 registrou uma produtividade média de apenas 1032 kg ha⁻¹, enquanto para a safra 2019/2020 espera-se uma produtividade média de apenas 1047 kg ha⁻¹ (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2019).

Entre os principais fatores responsáveis por este cenário, estão: a baixa fertilidade e acidez dos solos, deficiência hídrica, suscetibilidade da cultura a pragas e doenças, e na maioria dos casos o baixo uso de tecnologia (FAGERIA et al., 2015). Além disso, no Brasil, podemos citar ainda a grande variabilidade ambiental em que o feijão é submetido, seja por época de plantio ou clima (PEREIRA et al., 2009).

Entre as principais doenças que agridem a cultura, podemos destacar a mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferr.), e a antracnose, (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scribner) (PEREIRA; SANTOS; ABREU, 2004). A antracnose quando associada a condições ambientais favoráveis, como temperatura moderada fria e alta umidade ambiental, pode ocasionar perdas de até 100% da produção (RAVA; PURCHIO; SARTORATO, 1994). Já a mancha-angular, em condições ambientais favoráveis a evolução do patógeno, como temperaturas moderadas, alternando períodos de alta umidade relativa e baixa umidade relativa, pode causar perdas de até 70% na produção de grãos (SARTORATO, 2005).

De acordo com Silva, Santos e Abreu 2006, a estratégia ideal para o controle destas doenças, é o sistema integrado, onde uma das alternativas de controle leva a utilização de cultivares resistentes aos dois patógenos. Apesar disso, o desenvolvimento de cultivares resistentes, possui grande dificuldade de evolução devido ao poder de variabilidade patogênica desses dois fungos, que resulta no desenvolvimento de um grande número de raças diferentes (RAVA; PURCHIO; SARTORATO, 1994).

Assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de feijão com maior resistência à antracnose e à mancha angular, através do teste de agrupamento de médias.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos durante os anos agrícolas de 2014 e 2015, no município de Chapecó, estado de Santa Catarina, totalizando 3 ambientes de cultivo.

O clima predominante na região de avaliação é o subtropical (Cfa), segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). A altitude do local de ensaio é de aproximadamente 582m, com precipitação e temperatura médias anuais de 2069mm e 18,1°C, respectivamente.

Na safra de 2014 foram avaliados 19 genótipos, enquanto na safra e na safrinha de 2015 foram avaliados 24 genótipos (Tabela 4). Os tratamentos basearam-se na utilização de 24 linhagens de feijão, dos grupos preto, carioca e especial; as linhagens CHP 01-182-12; CHP 01-182-48; CHP 04-239-01; CHP 04-239-52; CHP 04-239-61; CHP 97-09-15-41; CHP 99-65-24; CHC 00-101-10; CHC 00-101-76; CHC 00-92-34; CHC 01-175-1; CHC 01-175-2; CHC 97-29-07 e CHC 98-42, da EPAGRI; CNFC 11948 e CNFC 11954, da EMBRAPA; C10-2-4/41 e FAP-F3-2, do IAC; LP 11-363; LEP 04-14; LP 12-601 e LEC 03-14, do IAPAR; TB 03-27 e TB 03-26, da EMBRAPA Clima Temperado. Além disso, também foram utilizados 4 cultivares comerciais como testemunhas: Pérola, SCS 202 Guará, IPR Uirapuru e BRS Campeiro.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. A instalação do experimento ocorreu em parcelas de 7,2m², compreendendo 4 linhas de feijão com 4m de comprimento, espaçadas a 45cm entre si. A densidade de semeadura atendeu as recomendações técnicas para as regiões e ambientes de implantação, para todas as cultivares e linhagens.

Os tratamentos culturais e semeadura foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do feijão para a região sul-brasileira (COMISSÃO TÉCNICA SUL BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2012).

Tabela 4 – Caracterização dos genótipos utilizados na safra de 2014, safra e safrinha de 2015 nos diferentes tratamentos experimentais. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.

<i>Identificação do Genótipo</i>	<i>Genótipos</i>		
	<i>Safra 2014</i>	<i>Safra 2015</i>	<i>Safrinha 2015</i>
1	BRS Campeiro	BRS Campeiro	BRS Campeiro
2	C10-2-4/41	C10-2-4/41	C10-2-4/41
3	-	CHC 00-101-10	CHC 00-101-10
4	CHC 01-175-1	CHC 01-175-1	CHC 01-175-1
5	-	CHC 01-175-2	CHC 01-175-2
6	-	CHC 97-29-07	CHC 97-29-07
7	-	CHC 98-42	CHC 98-42
8	-	CHP 01-182-12	CHP 01-182-12
9	-	CHP 01-182-48	CHP 01-182-48
10	CHP 04-239-01	CHP 04-239-01	CHP 04-239-01
11	-	CHP 04-239-52	CHP 04-239-52
12	CHP 99-65-24	CHP 99-65-24	CHP 99-65-24
13	CNFC 11948	CNFC 11948	CNFC 11948
14	CNFC 11954	CNFC 11954	CNFC 11954
15	FAP-F3-2	FAP-F3-2	FAP-F3-2
16	IPR Uirapuru	IPR Uirapuru	IPR Uirapuru
17	-	LEC 03-14	LEC 03-14
18	-	LEP 04-14	LEP 04-14
19	LP 11-363	LP 11-363	LP 11-363
20	LP 12-601	LP 12-601	LP 12-601
21	Pérola	Pérola	Pérola
22	SCS 202 Guará	SCS 202 Guará	SCS 202 Guará
23	TB 03-26	TB 03-26	TB 03-26
24	TB 03-27	TB 03-27	TB 03-27
25	CHC 00-101-76	-	-
26	CHC 00-92-34	-	-
27	CHP 04-239-61	-	-
28	CHP 97-09-15-41	-	-

As avaliações referentes a severidade da mancha angular e antracnose foram realizadas em condições naturais de campo, por meio de dois avaliadores, através de uma escala diagramática de notas proposta por Sartorato e Thung (2002), onde a nota 1 representa resistência completa, e a nota 9 representa suscetibilidade máxima. Visando reduzir os erros experimentais, foram colhidas

apenas as duas linhas centrais de cada parcela ($3,6\text{m}^2$), sendo ajustada a umidade de todos os tratamentos a 13% e determinado o rendimento de grãos (REND), em kg ha^{-1} e a massa de mil grãos (MMG) em gramas. Para a análise de variância dos caracteres relacionados as doenças, utilizou-se as médias das notas dadas pelos dois avaliadores.

Os dados obtidos nos ensaios em condições de campo, foram submetidos a análises de variância individuais e conjuntas através do programa estatístico GENES (CRUZ, 2016). A partir das análises de variância, foram estimadas as herdabilidades no sentido amplo (h^2) e agrupamento de médias pelo método Scott-Knott a 5% de probabilidade. A seguir, ainda foram calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre os caracteres analisados, visando identificar possíveis influências no rendimento de grãos. A significância dos coeficientes foi verificada por meio do teste t, a 1% e 5% de probabilidade de erro.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da reação à mancha angular foi realizada em todos os ensaios, porém devido as condições ambientais, houve uma diferença significativa entre os genótipos testados apenas na safrinha 2015, com significância de 1% pelo teste F, para o caractere mancha angular nas vagens e 5% para mancha angular nas folhas (Tabela 5). Marcondes, Santos e Pereira (2010), avaliando um ano de cultivo em condições ideais para incidência da mancha-angular, obtiveram resultados de herdabilidade próximo aos obtidos neste trabalho, na safrinha 2015.

Tabela 5 – Análise de variância da reação à antracnose (notas de 1 a 9), e à mancha-angular (notas de 1 a 9) na safra de 2014, safra e safrinha 2015, com estimativas de herdabilidade. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.

Caractere	Antracnose Folhas			Antracnose Vagens			Mancha Angular Folhas	Mancha Angular Vagens
	Safra 2014	Safra 2015	Safrinha 2015	Safra 2014	Safra 2015	Safrinha 2015	Safrinha 2015	Safrinha 2015
Nº de Genótipos	19	24	24	19	24	24	24	24
QM Genótipos	0,478 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,26**	18,23**	6,90**	0,27**	2,92*	3,07**
Média	1,09	1,07	1,12	2,85	2,03	1,06	1,99	1,69
CV (%)	64,08	47,89	12,74	74,93	77,42	13,68	63,98	57,46
h ² (%)	-	-	98,37	74,85	64,15	92,06	44,57	69,38

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns}não significativo.

Em relação a antracnose, observou-se que não houve significância para o caractere nas folhas nas safras de 2014 e 2015 (Tabela 5). Para os demais anos de avaliação, a significância foi de 1% pelo teste F, com herdabilidade máxima de 98,37% para antracnose nas folhas e 92,06% para antracnose nas vagens, na safrinha 2015 (Tabela 5).

Através dos resultados obtidos, observou-se ainda que houve uma diferença significativa entre os genótipos testados, em relação ao REND e a MMG, a 1% de probabilidade pelo teste F, em todos os anos testados (Tabela 5). A precisão experimental dos dois caracteres permitiu detectar diferenças genéticas entre os tratamentos, ficando abaixo do coeficiente de variação obtido em trabalhos semelhantes, com a cultura do feijoeiro (MARCONDES; SANTOS; PEREIRA, 2010;

COUTO; SANTOS; FERREIRA, 2008; PEREIRA; SANTOS; ABREU, 2004; MARQUES JÚNIOR, 1997).

O REND, variou apenas 198,91 kg ha⁻¹ entre o ambiente de maior média produtiva (Safrá 2014) e o de menor média produtiva (Safrinha 2015). Isso demonstra uma estabilidade produtiva do local, pois este encontra-se próximo das condições climáticas ideais para a cultura do feijoeiro, conforme descritas por Castro e Macedo (2011).

A estimativa de herdabilidade para os caracteres REND e MMG, com base nos dados obtidos em cada uma das safras, podem ser consideradas altas. Para o caractere REND, a herdabilidade variou de 85,64% a 93,14%, enquanto para a MMG, a variação esteve entre 97,9% e 98,54% (Tabela 6). Estes valores foram superiores aos obtidos por outros autores, em avaliações de linhagens de feijão quanto a resistência à antracnose (MARCONDES; SANTOS; PEREIRA, 2010; COUTO; SANTOS; FERREIRA, 2008; MENDONÇA; SANTOS; RAMALHO, 2002).

Tabela 6 – Análise de variância do rendimento de grãos (Kg ha⁻¹) e massa de mil grãos (g) na safra de 2014, safra e safrinha 2015, com estimativas de herdabilidade. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.

Caractere	Rendimento de Grãos			Massa de Mil Grãos		
	Safra 2014	Safra 2015	Safrinha 2015	Safra 2014	Safra 2015	Safrinha 2015
Nº de Genótipos	19	24	24	19	24	24
QM Genótipos	1226282,01**	1496272,41**	502019,99**	5102,61**	3751.32**	3979.18**
Média	3016,69	2906,86	2817,78	227,94	227,99	215,71
CV (%)	13,77	14,17	9,53	3,79	3,37	4,23
h ² (%)	85,94	93,14	85,64	98,54	98,42	97,90

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns}não significativo.

Entretanto, a seleção com base em apenas uma característica tem-se mostrado inadequada (PEREIRA; SANTOS; ABREU, 2006). Desta forma, buscando elevar a probabilidade de êxito dentro de um programa de melhoramento, faz-se necessário a seleção de forma simultânea dos conjuntos de caracteres desejáveis (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Desta forma, buscando uma análise mais assertiva em relação aos genótipos estudados, utilizou-se as médias ajustadas das três safras e os 15 genótipos coincidentes entre as mesmas, para a análise conjunta em relação a

variância (Tabela 7) e agrupamento de médias (Tabela 8) do REND, MMG, reação à antracnose e à mancha-angular.

Tabela 7 – Análise de variância conjunta do rendimento de grãos (Kg ha^{-1}), massa de mil grãos (g), reação à antracnose (notas de 1 a 9) e mancha-angular (notas de 1 a 9) na safra de 2014, safra e safrinha 2015, com estimativas de herdabilidade. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.

Fonte de Variação	GL	QM					
		AF	AV	MAF	MAV	REND	MMG
Safras (S)	2	0,14ns	33,44*	15,02**	11,25**	2402597,45*	2398,68**
Genótipos (G)	14	0,82**	15,46**	0,89**	1,17**	2842102,99**	16776,21**
S x G	24	1,08**	6,73**	0,89**	1,17**	811106,26**	339,70**
Erro Médio	126	0,36	1,80	0,32	0,35	152963,22	88,88
Média	-	1,14	1,93	1,29	1,25	2745,76	228,17
CV (%)	-	52,43	69,63	44,02	47,10	14,24	4,13
h^2 (%)	-	-	81,28	-	-	88,62	98,46

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns}não significativo.

Legenda: (AF) reação à antracnose nas folhas (notas de 1 a 9); (AV) reação à antracnose nas vagens (notas de 1 a 9); (MAF) reação à mancha-angular nas folhas (notas de 1 a 9); (MAV) reação à mancha-angular nas vagens (notas de 1 a 9); (REND) rendimento de grãos (Kg ha^{-1}); (MMG) massa de mil grãos (g).

Para os caracteres REND e MMG verificou-se significância a 1% pelo teste F, para genótipos e também para a interação safras x genótipos (Tabela 7), indicando comportamento diferente entre os genótipos estudados e possivelmente um ganho com a seleção de linhagens superiores. Pereira, Santos e Abreu (2004) e Kavalco et al. (2018), obtiveram resultados semelhantes em trabalhos com a cultura do feijoeiro, tanto para a interação dos caracteres estudados, quanto para o coeficiente de variação obtido.

Em relação a reação as principais doenças (Antracnose e Mancha angular), também se observou significância a 1% pelo teste F, tanto para genótipos, quanto para a interação safras x genótipos (Tabela 7). Isso demonstra haver uma diferença em relação ao comportamento genético dos mesmos, bem como de acordo com as condições ambientais a que são submetidos. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por outros autores (COUTO; SANTOS; FERREIRA, 2008; SILVA; SANTOS; ABREU, 2006).

Analisando a reação à antracnose nas folhas através do teste de agrupamento de médias, observou-se que os genótipos TB 03-26 e CNFC 11954 mostraram maior suscetibilidade a doença, obtendo média de notas superiores a

todos os demais genótipos, que entre si, também não diferiram estatisticamente (Tabela 8). Já para reação à antracnose nas vagens, a menor suscetibilidade foi observada nos genótipos C10-2-4/41, CHC 01-175-1, CHP 04-239-01, CNFC 11948, CNFC 11954, FAP-F3-2, LP 11-363, LP 12-601, TB 03-26 e TB 03-27, não diferindo estatisticamente das testemunhas IPR Uirapuru e BRS Campeiro (Tabela 8).

Para a reação a mancha angular nas vagens, observou-se menor incidência nos genótipos C10-2-4/41, CHP 04-239-01, CNFC 11948, FAP-F3-2, LP 11-363 e CHC 01-175-1, que não diferiram estatisticamente das testemunhas Pérola, IPR Uirapuru e BRS Campeiro (Tabela 8). Seguindo as análises, observou-se que apenas o genótipo TB 03-26, diferiu das demais em relação a mancha angular nas folhas (Tabela 8).

Tabela 8 – Análise de agrupamento de médias do rendimento de grãos (Kg ha^{-1}), massa de mil grãos (g), reação à antracnose (notas de 1 a 9) e mancha-angular (notas de 1 a 9). UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.

<i>Genótipo</i>	<i>AF</i>	<i>AV</i>	<i>MAF</i>	<i>MAV</i>	<i>REND</i>	<i>MMG</i>
BRS CAMPEIRO	1,08b	1,25c	1,33b	1,25c	3270,26b	212,49f
C10-2-4/41	1,33b	2,00c	1,17b	1,00c	2769,24c	267,16b
CHC 01-175-1	1,00b	2,08c	1,25b	1,08c	3650,13a	233,06d
CHP 04-239-01	1,00b	1,00c	1,25b	1,00c	3268,32b	220,20e
CHP 99-65-24	1,25b	4,08a	1,25b	1,42b	2989,43b	209,62f
CNFC 11948	1,08b	1,25c	1,00b	1,00c	2573,27c	200,90g
CNFC 11954	1,50a	1,67c	1,33b	1,50b	2749,19c	218,12e
FAP-F3-2	1,00b	1,00c	1,25b	1,00c	2485,79c	248,39c
IPR UIRAPURU	1,00b	1,42c	1,08b	1,08c	2617,15c	209,21f
LP 11-363	1,00b	1,00c	1,33b	1,00c	3128,37b	208,30f
LP 12-601	1,00b	2,08c	1,33b	1,42b	2808,78c	189,55h
PÉROLA	1,00b	3,08b	1,00b	1,00c	2492,16c	243,09c
SCS 202 GUARÁ	1,00b	4,58a	1,17b	1,25c	2621,33c	213,35f
TB 03-26	1,92a	1,42c	2,17a	2,00a	1720,95e	207,01f
TB 03-27	1,00b	1,00c	1,42b	1,75a	2041,82d	342,12a

Médias seguidas da mesma letra são semelhantes pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Legenda: (AF) reação à antracnose nas folhas (notas de 1 a 9); (AV) reação à antracnose nas vagens (notas de 1 a 9); (MAF) reação à mancha-angular nas folhas (notas de 1 a 9); (MAV) reação à mancha-angular nas vagens (notas de 1 a 9); (REND) rendimento de grãos (Kg ha^{-1}); (MMG) massa de mil grãos (g).

Estes dois genótipos pertencem aos grupos de feijão especiais, sendo TB 03-26 do tipo Mulatinho e TB 03-27 do tipo Mourinho. Apesar disso, Carvalho e Wanderley (2007), trabalhando com diferentes genótipos de feijão para o sistema

orgânico, obtiveram notas parecidas quanto a reação a mancha angular em cultivares do tipo preto, carioca e especial, como por exemplo, um genótipo tipo Mulatinho.

Ainda com base nos caracteres avaliados, podemos destacar o genótipo CHC 01-175-1, este mostrou-se superior aos demais quanto ao REND, pela média ajustada dos três anos de cultivo (Tabela 8). Comparando com as testemunhas, este genótipo mostrou-se 11,6% superior a cultivar BRS Campeiro e 46,46% superior a cultivar Pérola (Tabela 8).

Em relação a reação as principais doenças, observou-se que o CHC 01-175-1 obteve resultados satisfatórios, pois em relação a antracnose (vagem e folhas) obteve notas que não diferiram estatisticamente dos melhores genótipos, da mesma forma que ocorreu na análise da reação a mancha angular (vagem e folhas) (Tabela 8).

Com base nos resultados obtidos pelo coeficiente de correlação linear de Pearson (r), podemos observar uma variabilidade significativa nas correlações entre alguns caracteres analisados (Tabela 9). Segundo a Tabela 9, verificou-se uma correlação positiva ($r = 0,81^{**}$) entre os caracteres MAV e MAF. Além disso, também foi verificado uma correlação positiva entre AF e MAF ($r = 0,75^{**}$), bem como AF e MAV ($r = 0,65^{**}$).

Tabela 9 – Coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres agrônômicos avaliados na cultura do feijão, na safra de 2014, safra e safrinha 2015. UTFPR, Pato Branco - PR, 2020.

CARACTERE	AF	AV	MAF	MAV	REND	MMG
AF	1	-0,04 ^{ns}	0,75 ^{**}	0,65 ^{**}	-0,47 ^{ns}	-0,14 ^{ns}
AV		1	-0,24 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,19 ^{ns}
MAF			1	0,81 ^{**}	-0,45 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
MAV				1	-0,60 [*]	0,16 ^{ns}
REND					1	-0,31 ^{ns}
MMG						1

(^{**}) significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t ($p < 0.01$); (^{*}) significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t ($0.01 \leq p < 0.05$); (^{ns}) não significativo.

Legenda: (AF) reação à antracnose nas folhas; (AV) reação à antracnose nas vagens; (MAF) reação à mancha-angular nas folhas; (MAV) reação à mancha-angular nas vagens; (REND) rendimento de grãos; (MMG) massa de mil grãos.

Para o componente de rendimento MMG, não foi encontrado correlação significativa com o caractere REND, como observado por Ribeiro, Domingues e Zemolin (2014), avaliando componentes da produtividade de grãos em

feijão. Já para o caractere REND, podemos observar uma significância de correlação negativa ($r = -0,60^*$) apenas com MAV. Sartorato e Rava (1992), avaliando a influência da cultivar e do número de inoculações na severidade da mancha angular nas perdas de produção do feijoeiro comum, também observaram uma correlação negativa ($r = - 0,89$) e altamente significativa entre o índice de desfolha e o REND.

Apesar dos resultados obtidos, observa-se também através da Tabela 8, que há uma baixa significância na correlação entre as variáveis testadas, o que segundo Barili et al. (2010) pode ser explicada por uma pequena variação dos caracteres, já que este tipo de análise busca identificar alguma associação entre os mesmo.

Vale ainda ressaltar que a escolha de cultivares pelos agricultores depende de muitos aspectos, sejam eles econômicos, comerciais, genotípicos ou fenotípicos. Apesar disso, o caractere de maior importância para o sucesso de um genótipo é o REND, sendo que a identificação de materiais mais adaptados e estáveis, torna-se fundamentais para o êxito desejado de um programa de melhoramento (KAVALCO et al., 2018).

3.5 CONCLUSÕES

A significância observada na análise conjunta dos caracteres rendimento de grãos e massa de mil grãos, para genótipos e para a interação safras x genótipo, indica possivelmente um ganho genético com a seleção de novas linhagens superiores.

As linhagens TB 03-26 e TB 03-27 apresentaram desempenho insatisfatório para a maioria dos caracteres testados, sendo consideradas as menos produtivas e estáveis.

A menor suscetibilidade para antracnose nas vagens foi observada nos genótipos C10-2-4/41, CHC 01-175-1, CHP 04-239-01, CNFC 11948, CNFC 11954, FAP-F3-2, LP 11-363, LP 12-601, TB 03-26 e TB 03-27, que não diferiram estatisticamente das testemunhas IPR Uirapuru e BRS Campeiro.

Para a reação a mancha angular nas vagens, observou-se menor incidência nos genótipos C10-2-4/41, CHP 04-239-01, CNFC 11948, FAP-F3-2, LP 11-363 e CHC 01-175-1, que não diferiram estatisticamente das testemunhas Pérola, IPR Uirapuru e BRS Campeiro.

O genótipo CHC 01-175-1, mostrou-se superior aos demais quanto ao rendimento de grãos, pela média ajustada dos três anos de cultivo, sendo 11,6% superior a testemunha BRS Campeiro e 46,46% superior a testemunha Pérola. Além disso, foi possível observar que este mesmo genótipo demonstrou baixa incidência patogênica, permanecendo estatisticamente entre os genótipos menos suscetíveis à antracnose e à mancha angular.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos pelos métodos AMMI e GGE biplot, em relação a produtividade e estabilidade, se faz necessário uma análise mais aprofundada quanto ao efeito do genótipo e a interação genótipo ambiente. Nesse ponto, o método GGE biplot representou de maneira mais clara e precisa, os ambientes discriminantes e representativos, e os cultivares mais adaptados e estáveis.

Para a avaliação e recomendação de genótipos, podem ser utilizados apenas os ambientes mais representativos e discriminantes de uma determinada região, sendo estes considerados ambientes ideais. Neste trabalho, utilizando estes ambientes, obteve-se resultado no teste de agrupamento de médias (segundo capítulo) semelhante aos resultados obtidos pelo método GGE biplot (primeiro capítulo), em relação ao rendimento de grãos.

O genótipo CHC 01-175-1, mostrou-se superior aos demais em ambos os capítulos. Segundo o modelo GGE biplot, esta linhagem demonstrou ser a mais estável e produtiva entre as linhagens testadas (genótipo ideal), enquanto o teste de agrupamento de médias demonstrou maior potencial produtivo e baixa incidência patogênica.

As linhagens TB 03-26 e TB 03-27 apresentaram desempenho insatisfatório para a maioria dos caracteres testados, sendo consideradas as menos produtivas e estáveis em ambos os capítulos.

Para se obter o sucesso desejado em um programa de melhoramento, se faz necessário a obtenção do maior número de informações possíveis, trazendo ao mercado cultivares não apenas com uma característica desejada, mas sim genótipos adaptados e estáveis de tal forma que leve segurança quanto a sua escolha por parte dos agricultores.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, Clayton A. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711–728, 2013.
- ALWALA, S. et al. A comprehensive comparison between Eberhart and Russel joint regression and GGE biplot analyses to identify stable and high yielding maize hybrids. **Field Crops Research**, v.119, n.2-3, p.225-230, 2010.
- ASFAW, Asrat et al. AMMI and GGE Biplot analysis for matching varieties onto soybean production environments in Ethiopia. **Scientific Research and Essay**, v.4, n.11, p.1322-1330, 2009.
- BARILI, Leiri D. et al. Componentes do rendimento em acessos de feijão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.9, n.2, 2010.
- BEEBE, Stephen E. et al. Phenotyping common beans for adaptation to drought. **Frontiers in Physiology**, v. 4, p. 35, 2013.
- CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J.A. de; DIAS, L.A. dos S.; GARCIA, A.A.F.; MORAIS, L.K. de. Common bean cultivars and line interactions with environments. **Scientia Agricola**, v.61, p.169-177, 2004.
- CARVALHO, Wellington P.; WANDERLEY, Alberto L. Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para o plantio em sistema orgânico no Distrito Federal. **Ciência e Agrotecnologia**, 2007, 31.3: 605-611.
- CASTRO, Paulo R. C.; MACEDO, Willian R. Fisiologia do feijoeiro e perspectivas para uso de agroquímicos. In: Fancelli, Antonio L. (Ed.). **Feijão: tecnologia da produção**. Piracicaba, SP: USP/ESALQ/LPV, 2011. p. 81-98.
- COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**. 2. ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 157 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: Conab. v.7 – Safra 2019/20, n.8 – Oitavo levantamento, maio 2020. p. 31-37. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em 22 de mai. 2020.
- COUTO, Karla R. et al. Identificação de marcadores moleculares microssatélites relacionados ao escurecimento de grãos em feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1268-1274, 2010.
- COUTO, M. A.; SANTOS, J. B. dos; FERREIRA J. L. Melhoramento do feijoeiro comum com grão tipo carioca visando resistência à antracnose e à mancha angular. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 32, n. 5 p. 1643-1648, set./out., 2008.
- CRUZ, C. D. Genes software: extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomia**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. v.2. 585p.

FAGERIA, Nand K. et al. **Nutrição mineral do feijoeiro**. Brasília, DF : Embrapa, 2015. 394 p.

FAGERIA, Nand K. Nutrient management for sustainable dry bean production in the tropics. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**. New York, v.33, n9/10, p. 1537-1575, 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT, 2020. Crops. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

GONZAGA, A. C. O. **Coleção 500 perguntas 500 respostas: Feijão**. Brasília: Embrapa, 2014. 252 p.

KAVALCO, SYDNEY A. F. et al.. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de linhagens de feijão no estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense, Florianópolis**, v.31, n.3, p.62-66, set./dez. 2018

LAJOLO, Franco M.; GENOVESE, Maria I.; MENEZES, Elizabete W. Qualidade nutricional. In: ARAÚJO, S. R. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 22-70.

MA, Bao L. et al. Graphic analysis of genotype, environment, nitrogen fertilizer, and their interactions on spring wheat yield. **Agronomy Journal**, v.96, p.169-180, 2004.

MANDEL, J. A new analysis of variance model for non-additive data. **Technometrics**, Alexandria, v. 13, p. 1-18, 1971.

MARCONDES, E. H. K.; SANTOS, J. B; PEREIRA, H. S. Selection of common bean strains with carioca grain type, and with the alleles co-4 and co-5 for anthracnose resistance. **Ciência e Agrotecnologia**, 2010, 34.4: 975-982.

MARQUES JUNIOR, O.G. Eficiência de experimento com a cultura do feijão. 1997. 80p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MATOS, Jose; RAMALHO, Angela F.B.; ABREU, Magno A.P.. Trinta e dois anos do programa trinta e dois anos do programa de melhoramento... de melhoramento genético do feijoeiro comum em minas gerais. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 31, n. 6, p. 1749-1754, 2007.

MENDONÇA, H.A. de; SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P. Selection of common bean segregating populations using genetic and phenotypic parameters and RAPD markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, p.219-226, 2002.

PEREIRA, H. S.; SANTOS, J. B.; ABREU, A. F. B. Linhagens de feijoeiro com resistência à antracnose selecionadas quanto a características agronômicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 209-215, mar. 2004.

PEREIRA, Helton Santos et al. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 4, p. 374-383, 2009.

PEREIRA, Helton Santos; DOS SANTOS, João Bosco; ABREU, A. Seleção de linhagens de feijão resistentes à antracnose, grãos tipo carioca e outros fenótipos desejáveis. In: **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. Melhoramento e qualidade de vida:[anais]. Porto Seguro: SBMP, 2003., 2003.

PEREIRA, Helton. S. et al. Estratificação ambiental na avaliação de genótipos de feijoeiro-comum tipo Carioca em Goiás e no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n.6, p. 554-562, 2010.

RAVA, C.; PURCHIO, A.; SARTORATO, A. Caracterização de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* que ocorrem em algumas regiões produtoras de feijoeiro comum. **Fitopatologia Brasileira**, v.19, p.167-172, 1994.

RIBEIRO, Nerinéia D.; DOMINGUES Lucas S.; ZEMOLIN, Allan Emanuel M.; Avaliação dos componentes da produtividade de grãos em feijão de grãos especiais. **Científica**, Jaboticabal, v.42, n.2, p.178–186, 2014.

RIBEIRO, Nerinéia D.; POSSEBON, Sandro B.; STORCK, Lindolfo. Progresso genético em caracteres agronômicos no melhoramento do feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol.33, n.4, p.629-633, 2003.

SARTORATO, A. Resistance of Andean and Mesoamerican common bean genotypes to *Phaeoisariopsis griseola*. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v.48, p.88-89, 2005.

SARTORATO, A.; THUNG, M. Determinação da variabilidade patogênica de *Phaeoisariopsis griseola* e avaliação da mancha angular. Santo Antonio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2002. 4 p. (Série documentos, 132).

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Influência da cultivar e do número de inoculações na severidade da mancha angular (*Isariopsis griseola*) e nas perdas na produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 247-251, 1992.

SILVA, M.G.M.; SANTOS, J.B.; ABREU, A.F.B. Seleção de famílias de feijoeiro com resistência a antracnose e mancha angular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.10, p.1499-1506, 2006.

SILVA, Raphael R. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.11, p. 1439-1447, 2011.

SILVA, Raphael R.; BENIN, Giovanni. Análises Biplot: conceitos, interpretações e aplicações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, p.1404-1412, 2012.

YAN, Weikai et al. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE Biplot. **Crop Science**, v.40, n.3, p.597-605, 2000.

YAN, Weikai et al. GGE Biplots vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. **Crop science**, v.47, n.2, p.643-655, 2007.

YAN, Weikai; HOLLAND, James B. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. **Euphytica**, v.171, n.3, p.355-369, 2010.

YAN, Weikai; KANG, Manjit S. **GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists**. Flórida: Boca Raton, 2003. 286p.

YAN, Weikai; TINKER, A. Biplot analysis of multi environment trial data: principles and applications. **Canadian Journal of Plant Science**, v.86, n.3, p.623-645, 2006.

YAN, Weikai. **Crop variety trials: Data management and analysis**. John Wiley & Sons, 2014.

YAN, Weikai. GGEbiplot - A Windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. **Agronomy Journal**, v.93, p.1111-1118, 2001.

Zanella, Rodrigo et al. Performance of common bean genotypes as a function of growing seasons and technological input levels. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, e54989, 2019.

Zobel, Richard W.; Wright, M. J.; Gauch, Hugh G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, v.80, n.3, p.388-393, 1988.