

JULIANO GARCIA BERTOLDO

**MELHORAMENTO DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) PARA O
PLANALTO CATARINENSE: VARIABILIDADE GENÉTICA,
CONSEQUÊNCIA DA INTERAÇÃO E PELETIZAÇÃO COM
ENFOQUE NA REDUÇÃO DO TEMPO DE COCÇÃO**

LAGES-SC

2008

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

JULIANO GARCIA BERTOLDO

**MELHORAMENTO DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) PARA O
PLANALTO CATARINENSE: VARIABILIDADE GENÉTICA,
CONSEQUÊNCIA DA INTERAÇÃO E PELETIZAÇÃO COM ENFOQUE
NA REDUÇÃO DO TEMPO DE COCÇÃO**

Trabalho de Dissertação apresentado à
Universidade do Estado de Santa Catarina, como
requisito para obtenção do título de Mestre em
Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Jefferson Luís Meirelles Coimbra

LAGES-SC

2008

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Bertoldo, Juliano Garcia

Melhoramento de feijão para o planalto
catarinense: variabilidade genética, consequência da
interação e peletização com enfoque na redução do
tempo de cocção / Juliano Garcia Bertoldo – Lages,
2008.

76 p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências
Agroveterinárias / UDESC.

1. Feijão - Genética. 2. Genética vegetal - Ambiente.
3. Feijão - Semente. I. Título.

CDD – 635.652

JULIANO GARCIA BERTOLDO

MELHORAMENTO DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) PARA O PLANALTO CATARINENSE: VARIABILIDADE GENÉTICA, CONSEQUÊNCIA DA INTERAÇÃO E PELETIZAÇÃO COM ENFOQUE NA REDUÇÃO DO TEMPO DE COCÇÃO

Trabalho de Dissertação aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no curso de pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina.

Aprovado em:
Pela banca examinadora:

Homologado em:
Por:

Dr. Jefferson Luís Meirelles Coimbra
Orientador – UDESC/Lages-SC

Dr. Ricardo Trezi Casa
Coordenador Técnico do Curso
Mestrado em Produção Vegetal

Dr. Altamir Frederico Guidolin
Co-orientador – UDESC/Lages-SC

Dr. Osmar Klauberg Filho
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Ciências
Agrárias

Dr. Haroldo Tavares Elias
EPAGRI/Chapecó

Adil Knackfuss Vaz
Diretor Geral do Centro de
Ciências Agroveterinárias
UDESC/Lages-SC

Dr. Clovis Arruda de Souza
UDESC/Lages-SC

Lages, 07 de Fevereiro de 2008

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Santa Catarina pela oportunidade de realização do curso de Mestrado e pela concessão de bolsa.

A FAPESC e ao CNPq pela colaboração e financiamento do projeto.

A EPAGRI / Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar de Chapecó, na presença do pesquisador Dr. Haroldo Elias Tavares pela colaboração e parceria firmada.

A Universidade Federal de Santa Catarina na presença do Prof. Dr. Valdir Soldi pela colaboração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jefferson Luís Meirelles Coimbra, por todo o empenho, exigência, disponibilidade, e principalmente, pela amizade formada e sua insistência na formação de um profissional melhor. Muito obrigado pelo crescimento tanto intelectual quanto pessoal.

Ao Prof. Dr. Altamir Frederico Guidolin e ao Prof. Dr. Adelar Mantovani, pelos inúmeros conselhos, paciência, disponibilidade, ensinamentos transmitidos, pela amizade e convivência durante todo o curso.

A minha namorada Camila Granemann pelos sábios conselhos, críticas e principalmente, pela paciência.

Aos colegas bolsistas de graduação, Fabi, Junges, Leiri, Marcos, Mário, Naine, Diego Stahelin e Diego Toaldo pelo empenho e dedicação.

Este trabalho foi passível de realização devido ao esforço dos membros do grupo de pesquisa IMEGEM. Obrigado.

No início conhecemos colegas e professores.

Durante o decorrer, encontramos amigos.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar os componentes da variância fenotípica, estimar e avaliar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, e verificar o efeito do recobrimento de grãos de feijão com polímeros ao longo do tempo de armazenamento para o caráter tempo de cocção em feijão. Atualmente os programas de melhoramento de feijão têm priorizado, além das características agronômicas, as características tecnológicas, como o tempo de cocção. Nesse sentido, o caráter tempo de cocção em programas de melhoramento, com ênfase na recomendação de um genótipo adaptado e estável a um determinado ambiente é de grande relevância. Os experimentos foram realizados no Instituto de Genética Molecular e Melhoramento da UDESC (IMEGEM), em parceria com a EPAGRI de Chapecó a partir de grãos de feijão obtidos na safra de 2006/07. Foram avaliados na totalidade 13 genótipos de feijão para o caráter tempo de cocção. Os componentes da variância para o tempo de cocção e a estimativa da herdabilidade para o caráter foram estimados pelo método REML/BLUP. Os parâmetros adaptabilidade e estabilidade para os genótipos foram estimados pelo método proposto por EBERHART e RUSSEL (1996) juntamente com o modelo da ecovalência proposto por WRICKE e WEBER (1986). Os polímeros utilizados no recobrimento dos grãos foram Carboximetilcelulose (CMC) e Alginato de sódio (AS) ao longo de 90 dias de armazenamento. Os resultados de modo geral evidenciaram uma baixa contribuição genotípica para o caráter tempo de cocção. Alguns dos genótipos avaliados foram sensíveis às diversas condições de ambientes encontradas. Entretanto, a maior parte dos genótipos revelou adaptabilidade ampla e alta estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção. A peletização dos grãos do genótipo Pérola com a mistura dos polímeros na proporção 50/50 de Carboximetilcelulose e Alginato de sódio promove menor variação no caráter tempo de cocção ao longo do armazenamento.

Palavras-chave: Genética. Interação genótipo x ambiente. Semente.

ABSTRACT

This study aimed to examine the components of the phenotypic variance, estimate and evaluate the parameters of adaptability and stability phenotypic and verify the effect of coating grains, beans with polymers over time storage for the character in time for cooking beans. Currently the programmes for the improvement of beans have prioritized, in addition to the agronomic characteristics, the technological characteristics, such as the length of cooking. Thus, the character of cooking time in breeding programs, with emphasis on the recommendation of a cultivar tailored to a specific and stable environment is of great importance. The experiments were performed in the Institute of Molecular Genetics of UDESC (IMEGEM) from grains, beans obtained at season 2006/07. Were evaluated in all 13 genotypes of beans to the character of cooking time. The components of variance for the cooking time and the estimate of heritability for the character were estimated by the method $reml / blup$. The parameters adaptability and stability for the genotypes were estimated by linear regression method proposed by EBERHART and RUSSEL (1996) and the parameter stability was estimated by the the ecovalence model proposed by WRICKE WEBER (1986). The polymers used in coating of grains were carboxymethyl cellulose (CMC) and alginate sodium (AS) over 90 days of storage. Results showed a low genotypic contribution to the character of cooking time. Some of the genotypes were evaluated sensitive environments of the various conditions. However, most of genotypes revealed wide adaptability and high stability for the phenotypic characteristic time to cooking. The pelleting of the grains of genotype Pérola with a mixture of polymers in 50/50 proportion of carboxymethyl cellulose and alginate sodium promotes less variation in the character of cooking time over storage.

Keywords: Genetic. Genotype x environment interaction. Seed.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Comparação entre as médias ajustadas (Lsmeans) e média geral + efeito aleatório (Mg+Blup) para a interação genótipo x armazenamento em grãos de feijão preto, obtidos no ensaio de VCU. Lages/SC, 2007.....34

Figura 2 – Comparação entre as médias ajustadas (Lsmeans) e média geral + efeito aleatório (Mg+Blup) para a interação genótipo x local em grãos de feijão preto, obtidos no ensaio de VCU. Lages/SC, 2007.....35

Figura 3 - Comportamento dos genótipos Pérola e IPR-Uirapuru revestidos com os diferentes polímeros Carboximetilcelulose (CMC) e Carboximetilcelulose / Alginato de sódio (CMC-AS) ao longo do armazenamento para o tempo de cocção: a) Pérola x CMC; b) IPR-Uirapuru x CMC; c) Pérola x CMC-AS e; d) IPR-Uirapuru x CMC-AS.....62

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Componentes da variância dos efeitos aleatórios genótipo, interações genótipo x. Local, genótipo x. Armazenamento e genótipo x. Local x. Armazenamento e erro preditos pelo método de máxima verossimilhança restrita (Reml) para o caráter tempo de cocção de grãos de feijão do grupo comercial preto, obtidos no ensaio de VCU. Lages/SC, 2007.....28
- Tabela 2** – Valores genéticos preditos pelo método da melhor predição linear não viesada (Blup), valores genéticos e médias ajustadas para o caráter tempo de cocção em grãos de feijão preto, obtidos no ensaio de VCU. Lages/SC, 200731
- Tabela 3** – Tempo médio de cocção de doze genótipos de feijão do grupo comercial preto avaliados em nove ambientes ($A_1, A_2... A_9$): média geral dos genótipos (Y_j) e de ambientes ($Y_{.i}$). Lages, 2007.....45
- Tabela 4** – Resumo da análise de variância para o caráter tempo de cocção em doze genótipos de feijão do grupo comercial preto em nove ambientes (três locais e três armazenamentos). Lages, 2007.....46
- Tabela 5** – Média geral e índice de ambiente para o caráter tempo de cocção de grãos de feijão do grupo comercial preto nos nove ambientes (três locais e três tempos de armazenamento). Lages, 2007.....47
- Tabela 6** – Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (B_{1i}) e estabilidade (σ^2_{di}) pelo método de EBERHART e RUSSEL (1966) e estimativas das Ecovalências (W_j) segundo o modelo de WRICKE e WEBER (1986), para o tempo de cocção de doze genótipos de feijão do

grupo comercial preto, obtidos no ensaio de VCU avaliados em nove ambientes. Lages, 2007.....49

Tabela 7 - Resumo da análise de variância, decomposição da interação tripla (G*A*R) e teste de significância dos componentes linear e quadrático indicando graus de liberdade e os quadrados médios para a variável resposta tempo de cocção em minutos em dois genótipos de feijão sendo um do grupo preto (IPR-Uirapuru) e um do grupo carioca (Pérola) com três níveis de recobrimento (sem recobrimento, polímero CMC e polímero CMC-AS) avaliados em três datas de armazenamento (0, 45 e 90 dias). Lages, SC, 2007.....61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. CAPÍTULO I	21
2.1. COMPONENTES DA VARIÂNCIA PARA O TEMPO DE COCÇÃO EM FEIJÃO PRETO PREDITOS PELO REML/BLUP	21
2.1.1. Resumo	21
2.1.2. Abstract	22
2.1.3. Introdução	22
2.1.4. Material e métodos	25
2.1.5. Resultados e discussão	27
2.1.6. Conclusões	36
3. CAPÍTULO II	38
3.1. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA PARA O CARÁTER TEMPO DE COCÇÃO EM FEIJÃO PRETO	38
3.1.1. Resumo	38
3.1.2. Abstract	39
3.1.3. Introdução	39
3.1.4. Material e métodos	41
3.1.5. Resultados e discussão	45
3.1.6. Conclusões	51
4. CAPÍTULO III	53
4.1. EMPREGO DE POLÍMEROS NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE FEIJÃO	53
4.1.1. Resumo	53
4.1.2. Abstract	54
4.1.3. Introdução	54

4.1.4. Material e métodos	57
4.1.5. Resultados e discussão.....	60
4.1.6. Conclusão	68
5. CONCLUSÃO GERAL.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das mais importantes leguminosas do mundo para a alimentação. O grande consumo de feijão no Brasil se deve ao aspecto social, econômico e cultural, sendo um dos alimentos básicos do povo brasileiro e integrante dos hábitos de consumo de grande parcela da população. É consumido em todos estados do país, cultivado durante todos os meses do ano e a sua produção provém de quase todo o território nacional (PEREIRA, 1999). O feijão está entre as culturas de estação quente de maior importância para os estados do sul do Brasil, provavelmente pela sua participação na formação da renda do agricultor e, principalmente, pela sua contribuição na alimentação humana, onde participa como um dos principais componentes da dieta humana (COIMBRA et al., 1999).

Segundo FUSCALDI e PRADO (2005), a produção mundial de feijão vem crescendo progressivamente desde a década de 1960, onde no início da década de 1980 alcançou cerca de 15 milhões de toneladas, quando passou a oscilar em torno de 16 milhões de toneladas. No Brasil, cultivam-se anualmente mais de quatro milhões de hectares com a cultura do feijão (BACKES et al., 2005). De acordo com os mesmos autores, na safra 2003/04, foram cultivados cerca de 150 mil ha da cultura no Estado de Santa Catarina, com produtividade média de 1147 kg ha⁻¹. Segundo dados da FAO (2006), nos anos de 1975 e

2005, a produção Nacional de feijão em grão foram, respectivamente, de 2,28 milhões e 3,08 milhões de toneladas, com uma média de 2,54 milhões de toneladas no período. Porém, segundo dados do IBGE (2007), nos últimos anos a produção de feijão tem diminuído consideravelmente, com uma estimativa de queda de 3,4% na produção para a primeira safra de 2007 e de 11,1% para a segunda safra.

Aliado a queda do consumo do feijão, está a baixa produtividade no Brasil e no Estado de Santa Catarina, sendo a produtividade média no Estado de 1147 kg ha⁻¹ (BACKES et al., 2005). O cultivo do feijão no Brasil tem como característica marcante os baixos rendimentos obtidos em lavouras, geralmente de pequena extensão de área (COIMBRA et al., 1999). De acordo com WILDNER (1992) o rendimento de grãos de feijão tem atingido patamares tão baixos que se não houver uma tomada de decisão para reverter esta situação, em pouco tempo a cultura estará inviabilizada economicamente.

Nesse sentido, é importante que o estímulo e incremento na produção de feijão sejam contínuos, principalmente pela criação de novas cultivares, no intuito de propiciar uma melhora na produtividade e da adaptação dos genótipos aos ambientes de cultivo. Esse fato, porém, deve estar associado a uma cultivar que alia características agronômicas desejadas pelos agricultores e culinárias pelos consumidores, como por exemplo, sementes pequenas e opacas (GUEVARA, 1990); formato e a coloração do tegumento (TEIXEIRA et al., 2001); menor tempo de cocção (COSTA et al., 2001); tipo de ciclo (RIBEIRO et al., 2004); resistência à doenças (SILVA, 2005) e altos teores de fibra (LONDERO et al., 2005).

A determinação da aceitação pelo consumidor é parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos (CARNEIRO et al., 2005). A aceitação de feijão pelo consumidor depende de características como tamanho, cor do tegumento e qualidades culinárias, que incluem o tempo de cocção, presença de grãos duros, textura, sabor, aroma e total de sólidos na solução após o cozimento (DALLA CORTE et al., 2003). Assim, as exigências do mercado consumidor, muitas vezes, estabeleceram as prioridades dos programas de melhoramento genético (RIBEIRO et al., 2004).

Neste caso, por um lado, é importante avançar no conhecimento das bases genéticas de características importantes para a adaptação e cultivo do feijão na Serra Catarinense. De outro lado, a disponibilidade de novas cultivares bem adaptadas a Serra Catarinense, poderá contribuir para aumentar a produtividade dos cultivos desta espécie.

Um genótipo ideal deve estar adaptado às condições de crescimento nas áreas de produção, com uma boa produtividade e pouca variação entre os ambientes (DAWO et al., 2007). Ainda segundo os mesmos autores, para que um genótipo seja comercializada com sucesso, deve ter o mínimo de interação genótipo x ambiente.

O melhoramento de plantas pode contribuir para a obtenção de genótipos adaptados as diferentes condições de local, reduzindo o efeito de ambiente e da interação genótipo x ambiente, visto que, o caráter tempo de cocção é mais influenciado pelo efeito do ambiente e da interação genótipo x ambiente. A identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica, tem sido uma alternativa muito utilizada para atenuar os efeitos da interação genótipos com ambientes e tornar o processo de indicação de cultivares mais

seguro (MELO et al., 2007). De acordo com DALLA CORTE et al. (2003) a qualidade tecnológica e nutricional dos grãos de feijão são determinadas pelo genótipo e influenciadas pelo efeito de ambiente durante o crescimento da planta e desenvolvimento das sementes. LANGE e LABUSCHAGNE (2001) mostraram que a interação entre o genótipo e o ambiente pode influenciar significativamente algumas características tecnológicas, como o tamanho da semente, o aspecto visual, a textura, conteúdo de proteínas, o embebição e quebra do revestimento das sementes.

O melhoramento de plantas é uma valiosa estratégia para o incremento de determinadas características, inexistentes ou em baixa proporção, numa cultura. O melhoramento de plantas pode ser definido, conforme POEHLMAN (1965) como sendo “a *Arte* e a *Ciência* de modificar geneticamente as plantas”. O melhoramento é considerado *Arte*, pois depende da observação do melhorista ao selecionar determinada planta e; *Ciência*, uma vez que tem como base os fundamentos científicos.

A importância do melhoramento de plantas está no aumento da produção mundial de alimentos e na redução do custo. Atualmente cerca de 800 milhões de pessoas sofrem com a fome, não pela falta de alimento, mas sim pela má distribuição (BROUGHTON et al., 2003). Com isso, os melhoristas além de viabilizarem maior produção, reduzem significativamente os custos *per capita*. Nesse sentido, o melhoramento é uma valiosa estratégia para a obtenção de novos produtos agrícolas com uma melhor qualidade e produtividade, fundamentado em bases científicas e utilizando a arte da escolha pelo melhorista das melhores e bem adaptadas plantas.

Nos últimos 50 anos, a agricultura tem obtido um espetacular sucesso, aliando os princípios do melhoramento e da genética, fazendo com que os objetivos dos melhoristas mudassem, trabalhando em equipe com os geneticistas no sentido de obter o maior número de informações possíveis (BAENZIGER et al., 2006). De acordo com os autores, a base do melhoramento consiste em três componentes principais: *i)* definição dos objetivos do programa de melhoramento; *ii)* criação da variabilidade genética e; *iii)* identificação dos novos genótipos superiores. Ainda, os autores definem a escolha dos genitores, os métodos para a criação de variabilidade genética e as estratégias para a avaliação e seleção como sendo reflexo direto dos componentes supracitados.

Nesse sentido, a associação do melhoramento clássico com técnicas biotecnológicas, como por exemplo, marcadores moleculares na seleção assistida, são fundamentais para o avanço da agricultura e na formação de novas cultivares. A recomendação de novos genótipos de feijão tem sido feita em função das características agronômicas (CARNEIRO et al., 2005). De acordo com os mesmos autores, nos últimos anos, os programas de melhoramento genético em feijão têm reconhecido a importância de outras características, além das agronômicas, como por exemplo, as características físicas e sensoriais. De acordo com BERTOLDO et al. (2007) o surgimento de cultivares com qualidades tecnológicas superiores desejadas pelos consumidores, como por exemplo, o tempo de cozimento, pode viabilizar esta cultura. Assim sendo, é de fundamental importância a inclusão de estudos sobre o tempo de cocção em programas de melhoramento, uma vez que é grande a demanda por produtos com elevada qualidade, no intuito de atender

as exigências dos consumidores. O tempo prolongado de cozimento do legume não estimula o consumidor, devido a conveniência, o custo e ao valor nutritivo (URGA et al., 2006). Para AFFRIFAH e CHINNAN (2006) o aumento no tempo de cocção (hard-to-cook) é uma das mais importantes características, devido ao tempo de cocção ser requisito para uma textura aceitável influenciando a percepção do consumidor, quanto a qualidade do feijão.

Contudo, o melhoramento genético em feijão não está limitado apenas às características agronômicas, devendo ser aplicado em conjunto com as demais características, tanto culinárias, nutricionais e tecnológicas para viabilizar cada vez mais a cultura do feijão.

2. CAPÍTULO I

2.1. COMPONENTES DA VARIÂNCIA PARA O TEMPO DE COCÇÃO EM FEIJÃO PRETO PREDITOS PELO REML/BLUP

2.1.1. Resumo

O presente trabalho teve como objetivo estudar os componentes da variância fenotípica para o caráter tempo de cocção em feijão do grupo preto, oriundos de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU). Atualmente os programas de melhoramento de feijão têm priorizado, além das características agrônomicas, as características tecnológicas, como por exemplo, o tempo de cocção. É fundamental, em programas de melhoramento, estimar os componentes da variância fenotípica, fato que propicia um entendimento da contribuição dos fatores genéticos e de ambiente na sua constituição. Nesse sentido, dentre as metodologias mais utilizadas para a estimativa dos componentes de variância estão a da máxima verossimilhança restrita e a da melhor predição linear não viesada (Reml/Blup). Foram utilizados os dados de tempo de cocção de grãos de feijão do grupo preto oriundos dos ensaios de VCU de feijão, conduzido em três municípios de Santa Catarina (Lages, Canoinhas e Chapecó) no ano agrícola 2006/07, armazenados durante 0, 45 e 90 dias. Foram estimados os componentes da variância para o tempo de cocção e a estimativa da herdabilidade para o caráter. A contribuição genotípica para o caráter tempo de cocção é baixa, sendo que grande parte da variabilidade observada deve-se ao efeito de ambiente ou da interação genótipo e ambiente. Os genótipos CHP 98-58, CHP 98-59 e CHP 99-54 responderam melhor às condições de armazenamento. O genótipo CHP 98-59 revelou uma possível estabilidade frente aos locais Lages, Canoinhas e Chapecó, apresentando um tempo de cocção estável.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Variabilidade. Interação.

2.1.2. Abstract

The objective of this study was to examine the components of the phenotypic variance for cooking time in black bean group, from a network essay of value for cultivation (VCU). Currently the bean improvement programs have emphasized the technological characteristics, such as cooking time, in addition to the agronomic characteristics. The estimative of phenotypic variance components is essential to breeding programs understands the contribution of genetic and environment factors. The most used methods to estimate the variance components are the maximum restricted likelihood and the best linear unbiased predictor (Reml / Blup). The grain cooking time was evaluated from VCU, cultivated in three places of Santa Catarina State (Lages, Canoinhas and Chapecó), at season 2006/07, stored during 0, 45 and 90 days. The heritability and variance components of cooking time were estimate. The contribution of genetic variation to cooking time is low. The most important sources of variation are the environment and the interaction environment x genotype. The genotypes CHP 98-58, CHP 98-59 and CHP 99-54 were the better response to storage conditions. The genotype CHP 98-59 was insensitive to cultivation local, presenting a uniform cooking time.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., variability, interaction.

2.1.3. Introdução

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das mais importantes leguminosas do mundo. O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de feijão, existindo um grande número de variedades distribuídas em todo o território nacional onde, para cada região, há uma preferência por determinado cultivar e maneiras diferentes de preparo. A cultura do feijão apresenta grande importância econômica para Santa Catarina, sendo cultivado em aproximadamente 275 municípios do Estado dos 293 municípios do Estado, ocupando uma área de 146.942 hectares com uma produção de 188.626 toneladas, gerando mais de 223 milhões de reais na comercialização da safra colhida em 2003 (IBGE, 2005).

No Brasil, a recomendação de novas cultivares de feijão tem sido feita em função das características agronômicas (CARNEIRO et al., 2005). No entanto, os programas de melhoramento de feijão estão priorizando, além das características de importância agronômica, as características tecnológicas, como o tempo de cocção. Para recomendar uma cultivar de feijão para comercialização, esta deve ostentar caracteres favoráveis de rendimento, resistência às principais doenças de cultivo, caracteres tecnológicos, como por exemplo, o tempo de cocção e caracteres nutricionais (CHIORATO et al., 2005). Em programas de melhoramento de feijão, em determinado momento, é imprescindível que seja avaliado o tempo de cocção nas linhas de cruzamento (SOUZA et al., 2004).

Em muitos países, antes da recomendação de uma nova cultivar para o mercado, as autoridades governamentais exigem que primeiramente seja realizada uma avaliação preliminar no VCU (PIEPHO e MOHRING, 2006). Nos ensaios de VCU, as linhagens são cultivadas em no mínimo três locais durante três anos, onde freqüentemente o efeito do ambiente e da interação genótipo x ambiente são os principais componentes da variância fenotípica. No melhoramento de plantas tem sido comum o uso da análise baseada em modelos fixos para estimar as médias de tratamentos mesmo quando estes foram obtidos por amostragem numa população (DUARTE e VENCOVSKY, 2001). Entretanto, em experimentos com amostragem, os fatores são considerados aleatórios e o procedimento mais utilizado para estimar os componentes da variância é o de modelos mistos. Por definição, o componente da variância é a variância associada aos efeitos aleatórios do modelo (COIMBRA et al., 2005).

Atualmente a metodologia dos modelos mistos tem-se tornado mais acessível aos usuários, graças a sua implementação em sistemas estatístico-computacionais de ampla divulgação (DUARTE e VENCOVSKY, 2001). Dentre as metodologias mais utilizadas para a estimativa dos componentes de variância estão a da máxima verossimilhança restrita e a da melhor predição linear não viesada (Reml/Blup). A predição através do Blup presume o conhecimento dos verdadeiros valores dos componentes de variância (GARCIA e NOGUEIRA, 2005). Ou seja, possibilita a compreensão da contribuição de cada um dos fatores aleatórios do modelo para uma variável resposta em estudo, sendo fundamental em programas de melhoramento para a estimativa da contribuição individual de cada um dos componentes da constituição fenotípica, fato que propicia um entendimento da contribuição dos fatores genéticos e de ambiente na sua constituição.

A manifestação fenotípica é o resultado da ação do genótipo sob influência do meio (CRUZ et al., 2004). Na constituição fenotípica de um determinado caráter ($F = G + E + G \times E$), cada um dos componentes da equação (G, E e GxE) contribuem para o fenótipo. No entanto, a utilização de métodos estatísticos convencionais não permite a predição da contribuição de cada um dos componentes da variância fenotípica, uma vez que utilizam apenas os efeitos fixos. Ao se considerar os fatores como de efeito fixo, o objetivo será a estimativa e o teste de hipóteses em combinações lineares (COIMBRA et al., 2005). Entretanto ao se considerar os fatores com aleatórios, e estimativa dos componentes da variância é o objetivo maior (BUENO FILHO e VENCOVSKY, 2000).

O presente trabalho teve como objetivo principal estudar os componentes da variância fenotípica para o caráter tempo de cocção em feijão do grupo preto oriundos de ensaios de VCU através da metodologia Reml/Blup.

2.1.4. Material e métodos

Foram utilizados os dados do caráter tempo de cocção de grãos de feijão do grupo preto oriundos de ensaio de VCU, realizado em três municípios de Santa Catarina (Lages, Canoinhas e Chapecó) no ano agrícola 2006/07. As sementes foram cultivadas a campo, em parcelas individuais sob delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições por tratamento. A densidade de semeadura foi de 250.000 plantas por hectare. A unidade experimental foi constituída por quatro fileiras de 4x1,5m de comprimento, espaçadas em 0,5m, e com área útil de 2,7 m². Foi efetuado o controle químico de pragas e plantas invasoras conforme a necessidade, no sentido de que a cultura não sofresse competição. A adubação de base e de cobertura foi realizada de acordo com a análise de solo. A colheita manual e a trilha das plantas foram realizadas durante o mês de Janeiro de 2007, e a após esta, os grãos foram secos em estufa à 26 °C durante cerca de 3 dias, no intuito de corrigir a umidade para 12%, em média.

Foram avaliados 12 genótipos de feijão sendo nove cultivares (FTS Nobre, FTS Soberano, Diamante Negro, BRS Valente, BRS Campeiro, BRS Supremo, IPR Uirapuru, IPR Graúna e IPR Chopim) e três linhagens da EPAGRI (CHP 98-58, CHP 98-59 e CHP 99-54), todos do grupo comercial preto. As sementes foram armazenadas durante 0, 45 e 90 dias após a colheita. Uma amostra das

sementes foi utilizada no tempo inicial de armazenamento ($t=0$) para o estabelecimento da cocção e as demais sementes foram armazenadas em sacos de papel sob temperatura e umidades de ambiente durante 45 e 90 dias, sendo utilizadas no teste de cocção após esses períodos.

Para o tempo de embebição dos grãos de feijão, foi adotada a metodologia proposta por GARCIA-VELA e STANLEY (1989). De acordo com tal metodologia, as sementes permanecem hidratadas por 18 horas, utilizando a relação de uma parte de grão para quatro partes de água (1:4), em temperatura ambiente. O teste de cocção foi realizado nas dependências do Instituto de Melhoramento e Genética Molecular da UDESC (IMEGEM), em Lages, utilizando a metodologia proposta por Mattson modificada por PROCTOR e WATTS (1987).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{ijkl} = \mu + g_i + l_j + a_k + gl_{ij} + ga_{ik} + la_{jk} + gla_{ijk} + b_l + e_{ijkl}$$

Onde:

μ : média; g_i : efeito aleatório do genótipo; l_j : efeito fixo do local; a_k : efeito fixo do armazenamento; gl_{ij} : efeito aleatório da interação GxL; ga_{ik} : efeito aleatório da interação GxA; la_{jk} : efeito fixo da interação LxA; gla_{ijk} : efeito aleatório da interação GxLxA; b_l : efeito do bloco; e_{ijkl} : erro;

O procedimento utilizado para a predição de valores genéticos foi o Blup (melhor predição linear não viesada), utilizando estimativas de componentes de variância obtidas pelo método da máxima verossimilhança restrita (Reml). A estimativa do valor fenotípico foi a partir da equação 1, proposta por LITTELL et al. (1996):

$$(1) \sigma_f^2 = \sigma_g^2 + \sigma_a^2 / GL_g + \sigma_{ga}^2 / GL_a + \sigma_b^2 / GL_{ga} + \sigma_e^2 / GL_{ga}$$

Onde:

σ_g^2 : variância genotípica; σ_a^2 : variância de ambiente; σ_{ga}^2 : variância da interação; σ_b^2 : variância do bloco e; σ_e^2 : variância do resíduo.

A herdabilidade com base nas parcelas foi estimada a partir da equação 2.

$$(2) h^2 = \sigma_g^2 / \sigma_f^2$$

Onde:

σ_g^2 : variância genética e; σ_f^2 : variância fenotípica.

2.1.5. Resultados e discussão

A partir dos resultados ficou evidenciada a alta precisão experimental, uma vez sendo o coeficiente de variação para o experimento médio (PIMENTEL-GOMES e GARCIA, 2002). As estimativas da contribuição dos fatores de efeitos aleatórios (genótipo (G); interação genótipo x local (GxL); genótipo x armazenamento (GxA) e; genótipo x local x armazenamento (GxLxA)), estão representadas na Tabela 1. Os resultados evidenciaram uma baixa contribuição individual dos genótipos (0,25 minutos) e da interação tripla (0,95 minutos) para o caráter tempo de cocção (50,25 minutos). De acordo com a mesma tabela, as maiores estimativas para a contribuição fenotípica estão relacionadas ao efeito das interações GxL (5,72 minutos), GxA (7,76 minutos) e ao erro experimental.

Tabela 1 – Componentes da variância dos efeitos aleatórios genótipo, interações genótipo x local, genótipo x armazenamento e genótipo x local x armazenamento e erro preditos pelo método de máxima verossimilhança restrita (Reml) para o caráter tempo de cocção de grãos de feijão do grupo comercial preto, obtidos no ensaio de VCU. Lages/SC, 2007.

Fatores Aleatórios	Valor predito	Erro padrão
Genótipo	0,252	0,493
Genótipo* local	5,722	2,147
Genótipo*armazenamento	7,767	1,956
Genótipo*local*armazenamento	0,950	3,106
Erro	73,985	-

No presente estudo, a estimativa do coeficiente de herdabilidade foi baixa (0,28) e as maiores contribuições para a variância fenotípica se devem aos fatores ambiente (local e armazenamento) e interação genótipo x ambiente. De acordo com FEHR (1987) coeficientes de herdabilidade mais altos podem ser associados com maior variância genética aditiva, menor variação de ambiente e menor interação genótipo x ambiente. Nesse sentido, o baixo coeficiente de herdabilidade associado com a maior influência do ambiente e da interação genótipo x ambiente, podem dificultar a seleção para o caráter tempo de cocção. A interação de genótipos com ambientes por ser um dos maiores problemas para os programas de melhoramento, uma vez que restringe o progresso da seleção, tem merecido atenção especial dos melhoristas de plantas (PIANA et al., 1999). Para CARMO et al. (2007), a natureza complexa da interação genótipo x ambiente reduz o sucesso com a seleção, pois menor é a correlação entre fenótipo e genótipo.

Segundo BORÉM (1997) a herdabilidade não é um parâmetro estático, sendo afetada por diversos fatores, tais como: *i)* a característica; *ii)* método de

estimação; *iii*) diversidade da população; *iv*) nível de endogamia da população; *v*) tamanho da amostra avaliada; *vi*) número e tipos de ambientes; *vii*) unidade experimental e; *viii*) precisão na condução do experimento e coleta dos dados. Nesse sentido, as populações utilizadas para a estimativa da herdabilidade foram linhas puras homozigotas, uma vez que, as cultivares comerciais utilizadas provavelmente já atingiram níveis altos de endogamia. Fato esse que justifica a contribuição genotípica baixa para o caráter tempo de cocção, corroborando com o baixo valor da herdabilidade estimado.

Segundo KIGEL (1999) a eficiência na seleção para um caráter culinário e nutricional específico pode ser facilitada a partir de um melhor entendimento do controle genético da estrutura, fisiologia e bioquímica do grão e por uma melhor compreensão da influência do fator de ambiente sobre o caráter. No entanto, segundo BALDONI e SANTOS (2005), há escassez de informações sobre o controle genético da capacidade de cozimento e da possibilidade de se realizar a seleção em populações segregantes para esse caráter. Assim sendo, é provável que em programas de melhoramento a seleção para o caráter tempo de cocção em feijão seja realizada indiretamente, ou seja, nas etapas finais de avaliação. De acordo com CARBONELL et al. (2003) em experimentos de competição, avaliam-se a reação às doenças predominantes na época de cultivo e na região de instalação, além de caracteres agronômicos como: altura da planta, valor agronômico e rendimento da parcela. Os autores destacam ainda que, dentro de um programa de melhoramento, visando o processo de aceitação da nova cultivar, deve-se observar a importância da seleção de genótipos que apresentem tempo de cocção reduzido. Deste modo o caráter tempo de cocção somente é avaliado posteriormente ao processo de

condução, na etapa de avaliação e seleção das linhagens elite. A capacidade de cozimento é o caráter recomendado para fins de avaliação e de seleção de genótipos mais promissores (BALDONI e SANTOS, 2005). Deste modo são selecionadas as linhagens com menor tempo de cocção, relacionado com o(s) caráter(es) almejado(s) inicialmente.

Aliado a baixa herdabilidade supracitada, a alta contribuição do ambiente (local e armazenamento) pode estar indicando que o tempo de cocção é um caráter quantitativo. Normalmente, um caráter com herança quantitativa revela um valor baixo de herdabilidade (COIMBRA et al., 1999). No entanto, JACINTO-HERNANDEZ et al. (2003), estimaram um coeficiente de herdabilidade alto (0,74) para o caráter tempo de cocção e concluíram que o caráter é controlado por dois genes. Porém, o seu estudo foi voltado para linhas endogâmicas recombinantes, ou seja, cruzamentos entre cultivares geneticamente próximas, devido a este aspecto, a variabilidade para esta característica é restrita. As cultivares comerciais de feijão atualmente semeadas no Brasil apresentam uma base genética muito estreita, o que é comum entre variedades comerciais (VIEIRA et al., 2001). A baixa variabilidade entre cultivares comerciais está relacionada com a exigência dos consumidores por um menor tempo de cocção, uniformizando assim esse caráter.

As estimativas da contribuição individual da variância genotípica para o caráter tempo de cocção estão representadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores genéticos preditos pelo método da melhor predição linear não viesada (Blup), valores genéticos e médias ajustadas para o caráter tempo de cocção em grãos de feijão preto, obtidos no ensaio de VCU (Chapecó, Canoinhas e Lages). Lages/SC, 2007.

Genótipos	Efeito aleatório		Médias ajustadas
	Efeito genotípico	Valor genotípico (min)	Tempo de cocção (min)
FTS Nobre	-0.2268	50,00	49,70
FTS Soberano	-1.0265	49,20	47,77
Diamante Negro	-0.3652	49,86	49,37
BRS Valente	-0.0115	50,21	50,22
BRS Campeiro	-0.1653	50,06	49,85
BRS Supremo	-0.9650	49,26	47,92
IPR Uirapuru	1.4956	51,72	53,85
IPR Graúna	-1.3649	48,86	46,96
IPR Chopim	-0.9804	49,24	47,88
CHP 98-58	0.7728	51,00	52,11
CHP 98-59	1.2495	51,47	53,25
CHP 99-54	1.5879	51,51	54,07

A baixa variabilidade genética pode ser evidenciada a partir dos valores genotípicos encontrados, sendo estimados somando-se a média geral de cocção com o efeito genotípico estimado ($Mg + Blup$). Todas as cultivares comerciais estudadas apresentaram um mesmo comportamento para o tempo de cocção, contribuindo para a redução do tempo de cocção, uma vez que apresentaram valores negativos em relação à média geral (50,23 minutos) com exceção da cultivar IPR Uirapuru, que apresentou contribuição positiva para o tempo de cocção. Em contrapartida, as linhagens CHP 98-58, CHP 98-59 e CHP 99-54, propiciaram um aumento no tempo de cocção.

Entretanto, devido à baixa contribuição do componente da variância genotípica para a constituição fenotípica, pode ser afirmado que o comportamento entre as cultivares e as linhagens para o tempo de cocção foi similar. Na verdade, a participação dos genótipos para o tempo de cocção,

apesar de alguns genótipos elevarem o tempo de cocção, enquanto outros diminuam, foi baixa. Em cultivares comerciais existem evidências da baixa variabilidade genética devido ao uso de cultivares altamente especializadas. RODRIGUES et al. (2002) caracterizaram a variabilidade genética de parte do germoplasma existente em poder dos produtores de feijão no Rio Grande do Sul, comparando com a variabilidade genética das cultivares indicadas para cultivo no mesmo Estado e concluíram que, as cultivares locais em poder dos agricultores do Rio Grande do Sul apresentam maior variabilidade genética, quando comparadas com as geradas pela pesquisa.

Porém em acessos de feijão a existência de variabilidade é comprovada, uma vez que, na literatura, a variabilidade para tempo de cocção tem sido relatada variando entre 22 a 100 minutos (DALLA CORTE et al., 2003; RODRIGUES et al., 2005). No entanto, segundo RODRIGUES et al. (2002), a variabilidade genética presente no germoplasma de feijão está sob constante pressão em direção à sua extinção, por várias causas, entre as quais, o uso de variedades uniformes, que constitui uma exigência de mercado da agricultura conceitualmente tida como moderna.

As Figuras 1 e 2 demonstram um comparativo entre as médias ajustadas e o valor genotípico ($Mg + Blup$) para a interação genótipo x armazenamento e genótipo x local, respectivamente.

Fica evidenciado que para a variância fenotípica, a estimativa de maior contribuição entre as interações se deve ao efeito de ambiente, ou seja, tempo de armazenamento e local. De acordo com a Figura 1, a contribuição da variância genotípica nos diferentes tempos de armazenamento para o tempo de cocção é pequena, ou seja, o aumento no tempo de cocção é

principalmente afetado pelo tempo de armazenamento e não pelo genótipo. Entretanto, alguns genótipos merecem ser destacados devido à baixa variação em função do tempo de armazenamento como, por exemplo, as linhagens CHP 98-58, CHP 98-59 e CHP 99-54. Tal fato indica que esses genótipos responderam melhor às condições de armazenamento em relação aos demais, sendo menos influenciados pelo armazenamento.

Porém, de modo geral, o caráter tempo de cocção é influenciado pelas condições de armazenamento e não pelos genótipos. CANNIATTI-BRAZACA et al. (1998), em seus estudos, observaram que o tempo de cocção aumentou com o tempo de estocagem em todos as cultivares comerciais, porém observaram variações entre os locais, e não entre as cultivares. Ainda, COSKUNER e KARABABA (2003), verificaram em grão-de-bico que as qualidades culinárias, como o tempo de cocção, são altamente influenciadas pelo local de cultivo. HOSFIELD et al. (1990) verificaram que as diferenças encontradas em amostras de feijão referentes ao tempo de cocção, apresentam componentes genéticos e ambientais, relacionados com a época de plantio, local de cultivo e possivelmente com a interação destes efeitos.

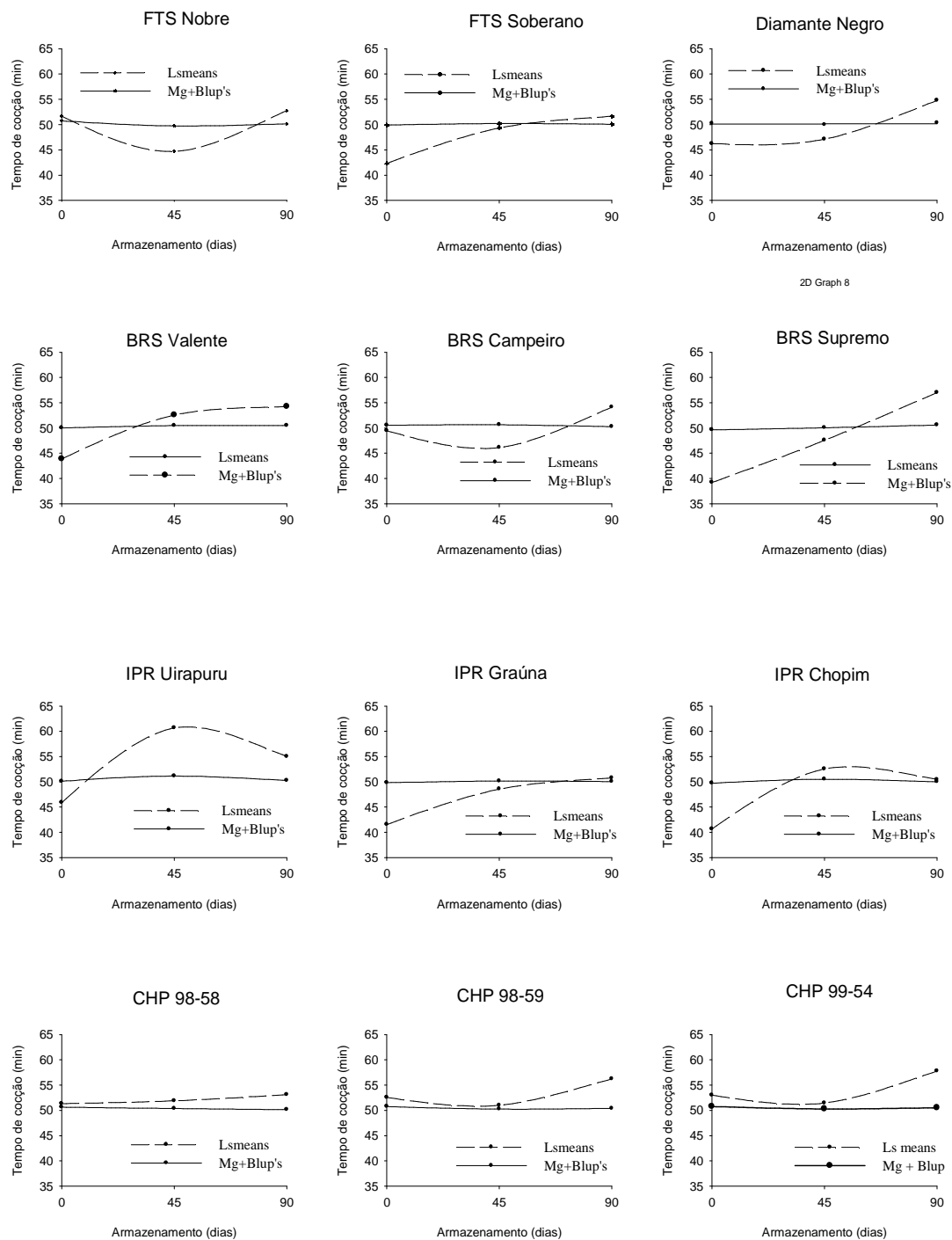


Figura 1 – Comparação entre as médias ajustadas (Lsmeans) e média geral + efeito aleatório (mg+blup) para a interação genótipo x armazenamento em grãos de feijão preto, obtidos no ensaio de vcu (chapecó, canoinhas e lages). lages/sc, 2007

Da mesma forma, a partir da Figura 2, pode ser observado que a maior contribuição para o tempo de cocção na interação genótipo x local se deve ao fator local, e não ao genótipo.

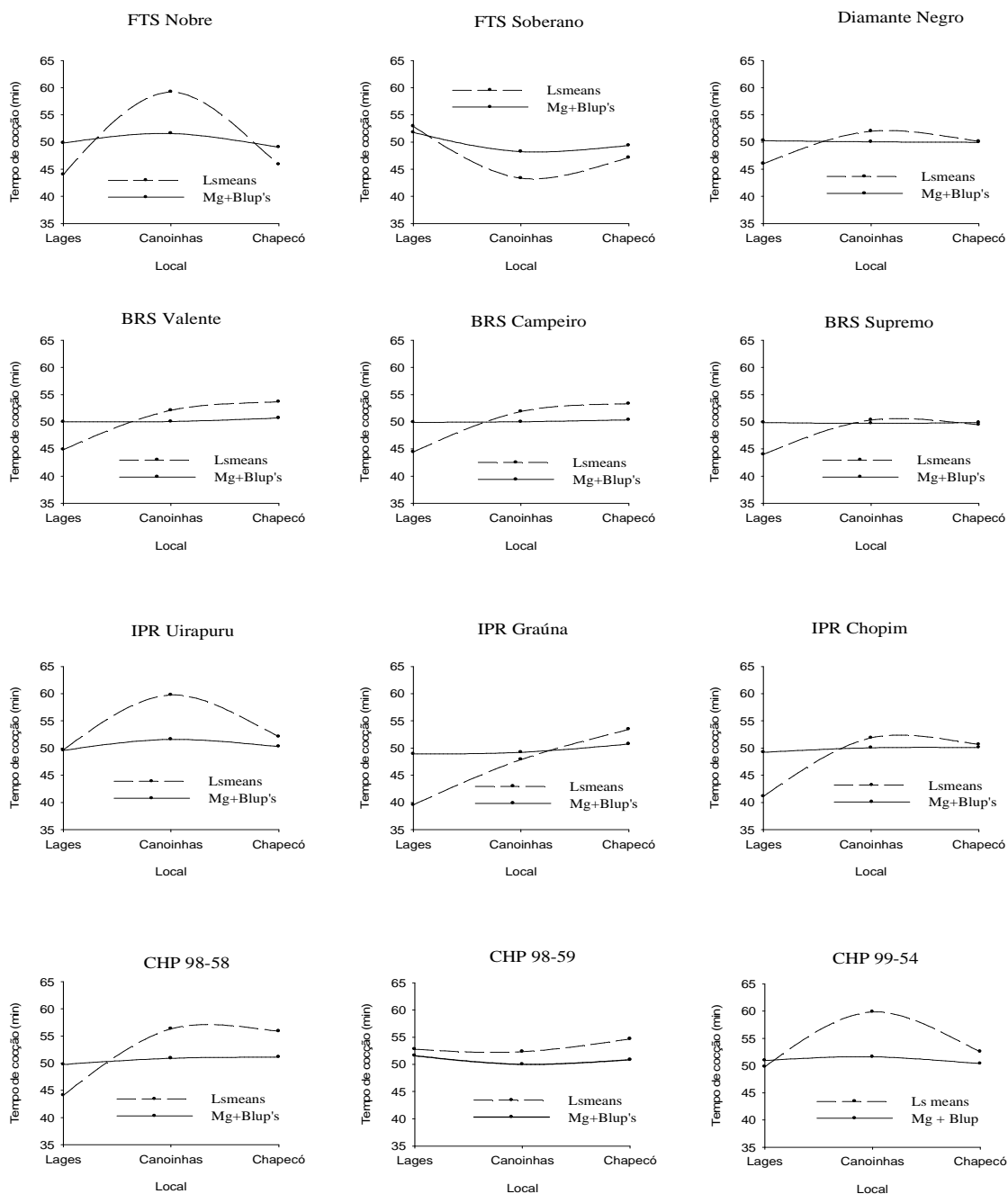


Figura 2 – Comparação entre as médias ajustadas (Lsmeans) e média geral + efeito aleatório (Mg+Blup) para a interação genótipo x local em grãos de feijão preto, obtidos no ensaio de VCU (Chapecó, Canoinhas e Lages). Lages/SC, 2007

Nesse caso, o ambiente tem maior contribuição para o valor fenotípico, revelando que o caráter tempo de cocção possa ser governado por genes de natureza quantitativa. PAULA (2004) verificou que no controle genético do caráter tempo de cocção devem estar envolvidos genes com alelos que expressam dominância no sentido de aumentar o tempo necessário à cocção dos grãos de feijão. O genótipo CHP 98-59 foi uma exceção, podendo ser considerado insensível frente aos locais Lages, Canoinhas e Chapecó, apresentando um tempo de cocção estável.

Assim sendo, a variabilidade encontrada no tempo de cocção para cultivares comerciais/linhagens deve-se principalmente ao efeito de ambiente da interação, uma vez que a variabilidade genética entre as cultivares comerciais utilizadas no presente estudo foi baixa.

2.1.6. Conclusões

A contribuição da variância genotípica de cultivares comerciais e linhagens para o caráter tempo de cocção é baixa.

No caráter tempo de cocção, a variabilidade observada deve-se principalmente ao efeito de ambiente e/ou da interação genótipo e ambiente.

Os genótipos CHP 98-58, CHP 98-59 e CHP 99-54 responderam melhor as condições de armazenamento e o genótipo CHP 98-59 revelou um tempo de cocção insensível frente aos locais Lages, Canoinhas e Chapecó, apresentando um tempo de cocção estável.

A baixa herdabilidade associada com o alto efeito de ambiente na estimativa de constituição do fenótipo pode estar revelando que o caráter tempo de cocção é governado por genes de efeito quantitativo.

3. CAPÍTULO II

3.1. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA PARA O CARÁTER TEMPO DE COCÇÃO EM FEIJÃO PRETO

3.1.1. Resumo

O presente trabalho teve por objetivo estimar e avaliar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção de doze genótipos de feijão do grupo preto em nove ambientes. O efeito da interação genótipo x ambiente pode dificultar a recomendação de uma cultivar para determinada região. Nesse sentido, a estimativa dos parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica é de fundamental valia para o melhoramento do feijão. Foram avaliados doze genótipos oriundos de ensaio de valor de cultivo e uso (VCU) em nove ambientes para o caráter tempo de cocção. As sementes depois de armazenadas em condições de ambiente foram hidratadas e uma amostra de 25 grãos utilizada para o teste de cocção. Os resultados revelaram que alguns dos genótipos avaliados foram sensíveis às diversas condições de ambientes encontradas. Entretanto, a maior parte dos genótipos revelou adaptabilidade ampla e alta estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção. Os genótipos IPR Graúna, IPR Chopim, Diamante Negro e BRS Supremo são passíveis de serem recomendados para as regiões de Santa Catarina avaliadas. Por outro, lado o genótipo BRS Soberano revelou uma adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, porém baixa previsibilidade.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Interação genótipo x ambiente. Tempo de cozimento.

3.1.2. Abstract

The present work was aimed at estimating and assessing the parameters of adaptability and stability in the phenotypic nature of cooking time of twelve genotypes of the black beans group's in nine environments. The presence of the interaction between genotype at a particular environment, for some traits, such as the time of cooking, can impede the recommendation of a particular region to cultivate. Therefore, the estimation of the parameters adaptability and stability phenotypic is of fundamental importance in the improvement of beans. Twelve genotypes were evaluated from the test of value for cultivation and use (VCU) in nine environments to the character of time cooking. The seed then stored in conditions of the environment were hydrated and a sample used for testing of cooking. The results showed that some of the genotypes were evaluated sensitive to the different conditions of environments. Meanwhile, most of genotypes revealed wide adaptability and high stability for the phenotypic nature of time cooking.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Genotype x environment interaction. Cooking time.

3.1.3. Introdução

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ocupa uma posição de destaque no cenário mundial. No Brasil é amplamente cultivado em diferentes épocas do ano e para cada região, há preferências por determinadas características culinárias como, por exemplo, tempo de cozimento, aroma, sabor, textura, uma vez que apresenta divergências nesses caracteres.

O comportamento dos genótipos frente as diferentes regiões também é diferenciado. A presença da interação entre determinado genótipo e um ambiente, para algumas características, como por exemplo, rendimento de grãos, pode dificultar a recomendação de uma cultivar para grandes áreas geográficas (ARAÚJO et al., 2003). Fato este que justifica a escolha de cultivares adaptadas as condições específicas de cada região ou com ampla

adaptabilidade, sendo que no tempo de cocção o ambiente e a interação genótipo x ambiente são os principais fatores que afetam a variabilidade para este caráter entre cultivares comerciais. As diferenças encontradas em amostras de feijão referentes ao tempo de cocção apresentam componentes genéticos e de ambiente, relacionados com a época de plantio, local de cultivo e possivelmente com a interação destes efeitos (HOSFIELD et al., 1990).

Nesse sentido, o caráter tempo de cocção em programas de melhoramento, com ênfase na recomendação de uma cultivar adaptada e estável a um determinado ambiente é de grande relevância. Ao se analisar uma série de linhagens em vários ambientes é de se esperar que o desempenho não seja idêntico nos vários ambientes, refletindo as diferentes sensibilidades das linhagens às mudanças de ambiente as quais são submetidas (CARBONELL et al., 2007). As qualidades tecnológicas e culinárias de grãos de feijão são determinadas pelo genótipo e influenciadas pelo efeito de ambiente, durante o crescimento e desenvolvimento das sementes (DALLA CORTE et al., 2003). De acordo com CRUZ et al. (2004) a avaliação da interação genótipos x ambientes torna-se de grande importância no melhoramento, pois, no caso de sua existência, há possibilidade do melhor genótipo em um ambiente não poder repetir o mesmo desempenho em outro. Ainda para o mesmo autor, tal fato influencia o ganho por seleção e dificulta a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade. BORÉM (1997) ressalta que variedades cultivadas em diferentes ambientes podem ter desempenhos relativos distintos. De acordo com COIMBRA et al. (1999), o estudo de metodologias apropriadas que estimam a adaptabilidade e

estabilidade fenotípica serve para caracterizar um grupo de genótipos quanto à sua resposta relativa às variações de ambiente.

Para BACKES et al. (2005) uma maneira de amenizar a influência da interação genótipo x ambiente seria o desenvolvimento de cultivares específicas para cada região. Porém, os autores relatam que há carência de estudos sobre a adaptabilidade e a estabilidade de cultivares de feijão no Estado de Santa Catarina. Desta forma, a estimativa da adaptabilidade e estabilidade para o caráter tempo de cocção pode servir como base para a seleção desse caráter em programas de melhoramento, visando à recomendação de cultivares com adaptabilidade ampla e/ou para regiões específicas.

Considerando estes aspectos, o presente trabalho teve por objetivo estimar e avaliar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção de doze genótipos de feijão do grupo comercial preto em nove ambientes.

3.1.4. Material e métodos

A partir de genótipos de feijão do grupo preto oriundos de ensaio de VCU, foram estimados os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção. A semeadura foi realizada na safra de 2006/07 em três municípios de Santa Catarina - Lages, Canoinhas e Chapecó - utilizados para os ensaios de VCU. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições, sendo a unidade experimental constituída por quatro fileiras de quatro metros. Para efeito de avaliação, foram

consideradas as duas fileiras centrais (área útil). A adubação de base e de cobertura foi realizada de acordo com a análise de solo.

Foi efetuado o controle químico de pragas e plantas invasoras conforme a necessidade, no sentido de que a cultura não sofresse competição. As doses consistiram na aplicação de 1 L ha⁻¹ de *s-metolaclo*, *setoxidim* (oxima ciclohexanodiona) e *metamidofós* (organofosforado). A colheita e a trilha das plantas foram realizadas durante o mês de Janeiro de 2007 e após esta, os grãos foram secos em estufa à 26 °C durante cerca de 3 dias, no intuito de corrigir a umidade para 12%, em média.

As sementes depois de colhidas e trilhadas foram armazenadas em sacos de papel sob condições de ambiente durante o período de 0, 45 e 90 dias. Para cada tempo de armazenamento, os grãos foram hidratados, seguindo a metodologia proposta por GARCIA-VELA e STANLEY (1989), com modificação, e realizado o teste de cocção com a utilização do aparelho cozedor de Mattson, modificado por PROCTOR e WATTS (1987). A modificação na metodologia de hidratação foi à substituição de água destilada por água de consumo. Para a hidratação foi utilizada a relação de 1:4 (uma parte de grãos para quatro partes de água), ou seja, 20 gramas de grãos de feijão para 80 mL de água. Após a hidratação foram utilizados 25 grãos de feijão escolhidos aleatoriamente para a realização do teste de cocção.

Os genótipos de feijão utilizados no experimento foram nove cultivares comerciais e três linhagens da EPAGRI, todos do grupo preto (Tabela 3). Os nove ambientes foram constituídos de três locais (Lages, Canoinhas e Chapecó) e tempos de armazenamento (0, 45 e 90 dias) nas diferentes combinações: ambiente 1 (Chapecó no tempo de armazenamento 0), ambiente

2 (Chapecó no tempo de armazenamento 45), ambiente 3 (Chapecó no tempo de armazenamento 90), ambiente 4 (Canoinhas no tempo de armazenamento 0), ambiente 5 (Canoinhas no tempo de armazenamento 45), ambiente 6 (Canoinhas no tempo de armazenamento 90), ambiente 7 (Lages no tempo de armazenamento 0), ambiente 8 (Lages no tempo de armazenamento 45) e ambiente 9 (Lages no tempo de armazenamento 90).

A análise de variância foi pelo teste F ao nível de 5% de significância, para o teste de hipótese da nulidade (H_0). O teste de homogeneidade de variância foi realizado a partir do teste de O'Brien.

Os parâmetros adaptabilidade e estabilidade para os genótipos foram estimados pelo método de regressão linear proposto por EBERHART e RUSSEL (1996) de acordo com o modelo:

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{li} I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

sendo:

Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j ; β_{oi} : média geral do genótipo i ; β_{li} : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente; I_j : índice ambiental codificado $\left[\sum_j I_j = 0 \right]$; δ_{ij} : desvio da regressão e; ε_{ij} : erro experimental médio.

O parâmetro estabilidade também foi estimado pelo modelo da ecovalência proposto por WRICKE e WEBER (1986), no sentido de complementar o método de EBERHART e RUSSEL (1966) por meio da equação:

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

em que:

Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j ; \bar{Y}_i : média do genótipo i ; \bar{Y}_j : média do ambiente j ; \bar{Y} : média geral.

De acordo com a metodologia proposta por EBERHART e RUSSEL (1966), entende-se como adaptabilidade a capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente e por estabilidade a capacidade de mostrarem um comportamento altamente previsível. Ainda, de acordo com os mesmos autores, os genótipos podem ser classificados quanto à adaptabilidade e estabilidade, respectivamente: *i*) genótipos com adaptabilidade geral ou ampla ($B_{1i}=1$); adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis ($B_{1i}<1$); adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ($B_{1i}>1$) e; *ii*) genótipos com estabilidade ou previsibilidade alta ($\sigma^2_{di}=0$); genótipos com estabilidade ou previsibilidade baixa ($\sigma^2_{di}>0$). Por outro lado o método proposto por WRICKE (1965) preconiza que as estimativas do parâmetro estabilidade, denominado de ecovalência (W_i), são obtidas pela decomposição da $SQ_{G \times A}$, sendo o genótipo considerado mais estável quando o coeficiente (W_i) for baixo (WRICKE e WEBER, 1986). A ecovalência (W_i), definida por WRICKE e WEBER (1986) quantifica a contribuição de cada genótipo para o efeito da interação genótipo x ambiente. Em outras palavras, o termo ecovalência se refere ao genótipo com menor contribuição para a interação genótipo x ambiente (RAMALHO et al., 1993; PRADO et al., 2001).

Os parâmetros supracitados foram estimados com o auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 1997).

3.1.5. Resultados e discussão

O tempo médio de cocção dos genótipos e dos ambientes está representado na Tabela 3.

Tabela 3 – Tempo médio de cocção de doze genótipos de feijão do grupo comercial preto avaliados em nove ambientes ($A_1, A_2... A_9$): média geral dos genótipos (Y_j) e de ambientes (Y_i). Lages, 2007.

Genótipos	Tempo de cocção (minutos)									Y_j^*
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	
FTS Nobre	64	53	61	54	39	45	37	43	52	50 a
FTS Soberano	36	40	54	44	50	47	47	58	54	48 a
Diamante Negro	48	49	59	52	46	52	38	46	54	49 a
BRS Valente	49	55	53	48	61	52	34	42	58	50 a
BRS Campeiro	51	44	60	54	52	54	43	42	48	50 a
BRS Supremo	42	46	63	46	52	50	30	45	58	48 a
IPR Uirapuru	55	65	59	51	52	54	32	65	52	54 a
IPR Graúna	47	48	49	48	57	55	30	43	48	47 a
IPR Chopim	46	54	56	46	55	51	30	49	44	48 a
CHP 98-58	60	54	55	56	55	56	38	47	48	52 a
CHP 98-59	54	48	55	61	49	54	43	56	60	53 a
CHP 99-54	64	55	61	59	46	53	36	54	60	54 a
Y_i^*	51 a	51 a	57 a	52 a	51 a	52 a	37 c	49 b	53 a	50

* letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A partir dos resultados obtidos pela comparação de médias pelo Teste de Tukey (5% de significância) pode ser verificado que não houve diferenças significativas entre as médias dos genótipos para o tempo de cocção. Em contrapartida foram observadas diferenças significativas para a média geral dos diferentes ambientes. Tal fato revela que ambientes diferenciados podem afetar de forma significativa o caráter tempo de cocção. Nesse sentido, o ambiente 7 (Lages no tempo de armazenamento 0 dia) obteve a menor média

para o tempo de cocção (37 minutos) diferindo significativamente ao nível de 5% de probabilidade de erro dos demais ambientes. Por outro lado no ambiente 3 (Canoinhas no tempo de armazenamento 90 dias) o tempo de cocção foi o mais elevado (57 minutos). Os demais ambientes não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

Os resultados da análise de variância conjunta dos nove ambientes estão apresentados na Tabela 4. Os efeitos principais do genótipo e do ambiente e a interação de genótipo x ambiente (GxE) foram todos significativos ($P < 0,05$). O coeficiente de variação foi médio (17,46%) revelando alta precisão experimental (PIMENTEL-GOMES e GARCIA, 2002). A média do tempo de cocção do experimento foi de 50 minutos.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para o caráter tempo de cocção em doze genótipos de feijão do grupo comercial preto em nove ambientes (três locais e três tempos de armazenamentos). Lages, 2007.

F.V.	G.L.	Q.M. ⁽¹⁾
Genótipos (G)	11	170,00*
Ambientes (A)	8	1138,88*
GxA	88	99,38*
Resíduo	214	77,01
Total	323	
Média (min)		50
C.V.(%)		17,46

* significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F.

⁽¹⁾ Os QM já estão multiplicados pelo número de repetições (R = 3) F obtido pela razão entre o QM da fonte de variação e o QMR

Na Tabela 5 estão apresentados os valores médios do tempo de cocção dos diferentes ambientes e o índice de ambiente.

Tabela 5 – Média geral e índice de ambiente para o caráter tempo de cocção de grãos de feijão do grupo comercial preto nos nove ambientes (três locais e três tempos de armazenamento). Lages, 2007.

	Ambientes		Média (min)	Índice (x)
	Local	Armazenamento		
1	Canoinhas	0	51.33	1.0831
2	Canoinhas	45	50.80	0.5565
3	Canoinhas	90	57.11	6.8606
4	Chapecó	0	51.61	1.3606
5	Chapecó	45	51.19	0.944
6	Chapecó	90	51.91	1.6665
7	Lages	0	36.47	-13.7777
8	Lages	45	48.86	-1.3885
9	Lages	90	52.94	2.6948

Os resultados evidenciam uma resposta diferenciada dos genótipos nos diferentes ambientes. Assim sendo, os valores de ambiente foram negativos somente nos ambientes 7 e 8 (Lages no tempo de armazenamento 0 e 45 dias), enquanto que nos demais ambientes os valores foram positivos. Deve ser destacado, de modo geral, que na medida em que o tempo de armazenamento aumentou, o tempo de cocção se elevou. No ambiente Canoinhas e nos armazenamentos 0, 45 e 90 dias (ambiente 1, 2 e 3), os valores de índice de ambiente foram 1.08, 0,55 e 6,86 com valores médios de cocção de 51,33; 50,80 e 57,11 minutos. Em Chapecó nos diferentes tempos

de armazenamentos, no tempo 0 (ambiente 4) o valor médio da cocção foi de 51,61 minutos e o índice de ambiente 1,36; no tempo 45 (ambiente 5) a média de cocção foi de 51,19 minutos e o índice de ambiente 0,94; e para o tempo de 90 dias (ambiente 6), os valores médios de cocção e índice de ambiente foram 51,91 minutos e 1,66. No ambiente Lages nos armazenamentos 0, 45 e 90 dias (ambiente 7, 8 e 9), os valores médios de cocção foram 36,47; 48,86 e 52,94 minutos, e o índice de ambiente foram de -13,77, -1,38 e 2,69 respectivamente.

Os resultados revelaram que no ambiente Lages 0 e 45 (7 e 8) houve um menor tempo de cocção, quando comparados aos demais ambientes. No entanto, na medida em que houve um aumento no tempo de armazenamento, o comportamento de todos ambientes foi idêntico, ou seja, ocorrendo um aumento gradativo no tempo de cocção, conforme citado anteriormente. Tal fato é discutido na literatura, sendo inúmeros os artigos que relatam sobre o aumento no tempo de cocção conforme os dias de armazenamento (PIMENTEL et al., 1988; ESTEVES et al., 2002; RIOS et al. 2003).

Uma vez sendo o efeito significativo da interação genótipo x ambiente, justifica o procedimento da análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Deste modo, o efeito do ambiente pode ser desmembrado em dois componentes, sendo um linear (b_i) e outro não linear (S^2_{di}) (EBERHART e RUSSEL, 1966) possibilitando a estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, respectivamente, para os genótipos em estudo (Tabela 6).

A partir dos resultados, conforme representado na Tabela 6 ficou evidenciado que todos os genótipos apresentam adaptabilidade geral ou ampla para o caráter tempo de cocção, uma vez que não diferiram da unidade ($b=1$) pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, exceto o genótipo FTS Soberano,

inferior a unidade ($b < 1$) com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis. Deste modo, todos os genótipos são passíveis de serem recomendados para as regiões avaliadas do Estado de Santa Catarina, uma vez que não foram diferentes estatisticamente, exceto o genótipo FTS Soberano, cuja indicação seria específica para ambientes onde as condições de cultivo são desfavoráveis.

Tabela 6 – Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (B_{1i}) e estabilidade (σ_{di}^2) pelo método de EBERHART e RUSSEL (1966) e estimativas das Ecovalências (W_j) segundo o modelo de WRICKE e WEBER (1986), para o tempo de cocção de doze genótipos de feijão do grupo comercial preto, obtidos no ensaio de VCU avaliados em nove ambientes. Lages, 2007.

Genótipo	β_{oi}	$B_{1i}^{(1)}$	$\sigma_{di}^2^{(2)}$	R_i^2 (%)	W_j (%)
FTS Nobre	49.70	1.06 ^{ns}	34.30*	40.4699	14.43
FTS Soberano	47.77	0.16*	30.47*	1.6348	19.59
Diamante Negro	49.37	0.93 ^{ns}	-19.58 ^{ns}	83.7859	1.49
BRS Valente	50.22	1.10 ^{ns}	4.44 ^{ns}	59.3481	7.32
BRS Campeiro	49.85	0.75 ^{ns}	-3.30 ^{ns}	47.7598	5.90
BRS Supremo	47.92	1.51 ^{ns}	-4.24 ^{ns}	79.4843	7.44
IPR Uirapuru	53.85	1.24 ^{ns}	28.65*	50.5832	13.54
IPR Graúna	46.96	1.12 ^{ns}	1.49 ^{ns}	62.8651	6.66
IPR Chopim	47.88	1.17 ^{ns}	-4.62 ^{ns}	70.4236	5.32
CHP 98-58	52.11	0.95 ^{ns}	-5.44 ^{ns}	62.0784	4.87
CHP 98-59	53.26	0.69 ^{ns}	-5.01 ^{ns}	45.5996	5.78
CHP 99-54	54.04	1.28 ^{ns}	3.14 ^{ns}	67.3087	7.60

^{1/} *: significativamente diferente de um pelo teste de t, em 5% de probabilidade de erro.

^{2/} *: significativamente diferente de zero pelo teste F, em 5% de probabilidade de erro.

Na estimativa do parâmetro estabilidade (σ^2_{di}) pelo método de EBERHART e RUSSEL (1966), os genótipos FTS Nobre, FTS Soberano e IPR Uirapuru revelaram uma estabilidade baixa ($B > 0$), evidenciando um comportamento altamente imprevisível frente aos ambientes avaliados (Tabela 6). Porém a maioria dos genótipos mostrou alta previsibilidade para as condições de ambiente ($B = 0$). Segundo a metodologia proposta por WRICKE e WEBER (1986) os resultados foram similares, complementando os resultados obtidos segundo a metodologia de EBERHART e RUSSEL (1966). Do mesmo modo, a partir dos resultados incluídos na Tabela 6 obtidos pelo método de WRICKE e WEBER (1986), ficou evidenciado que os genótipos FTS Nobre, FTS Soberano e IPR Uirapuru são altamente imprevisíveis ($> W_i$).

De acordo com ELIAS et al. (2005) a identificação de linhagens de maior estabilidade fenotípica é uma alternativa muito utilizada pelos melhoristas para reduzir o efeito da interação genótipo x ambiente, bem como possibilita a recomendação de cultivares com maior segurança. Deste modo, com base nas duas metodologias utilizadas, pode ser destacado o genótipo IPR Graúna, com média de cocção inferior aos demais genótipos (46,96 minutos), adaptabilidade ampla ($B = 1$) e alta previsibilidade nas condições de ambiente avaliadas ($B = 0$). Outros genótipos promissores são o IPR Chopim, Diamante Negro e BRS Supremo, com adaptabilidade geral e alta estabilidade.

Os resultados revelaram que alguns dos genótipos avaliados foram sensíveis às diversas condições de ambientes encontradas. CARBONELL et al. (2003) concluíram que as condições locais de obtenção dos grãos para análise de qualidade tecnológica influenciam nos resultados e na diferenciação entre os genótipos, indicando alta interação genótipo x ambiente. Do mesmo modo,

MENEGUCE et al. (2005) verificaram em soja que as condições locais de obtenção dos grãos também influenciam nos resultados e na diferenciação entre os genótipos, indicando alta interação genótipo x ano para os três caracteres avaliados. Nesse sentido, a condição local, tanto na etapa de obtenção de grãos quanto no armazenamento, influenciou o tempo de cocção dos genótipos investigados. Assim sendo, um genótipo sensível a determinada condição local pode não o ser em outra condição. Quando se analisa uma série de linhagens em vários ambientes é de se esperar que o desempenho não seja idêntico nos vários ambientes, refletindo as diferentes sensibilidades das linhagens às mudanças de ambiente as quais são submetidas (CARBONELL e POMPEU, 2000).

Contudo, na estimativa dos parâmetros adaptabilidade e estabilidade, a maior parte dos genótipos (92%) apresentou adaptabilidade ampla e alta estabilidade (75%). Deste modo, tais resultados são interessantes para o melhoramento do feijão, uma vez que, de acordo com RAMALHO et al. (1993), a recomendação de cultivares requer uma adaptação ampla, dada à diversidade de condições de ambientes em que é submetida à cultura do feijão.

3.1.6. Conclusões

A maior parte dos genótipos revelou adaptabilidade ampla e alta estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção.

Os genótipos IPR Graúna, IPR Chopim, Diamante Negro e BRS Supremo são passíveis de serem recomendados para participarem em blocos de cruzamento para as regiões de Santa Catarina avaliadas.

O genótipo BRS Soberano revelou uma adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, porém baixa previsibilidade.

4. CAPÍTULO III

4.1. EMPREGO DE POLÍMEROS NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE FEIJÃO

4.1.1. Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar o caráter tempo de cocção em genótipos de feijão recobertos com polímeros ao longo do tempo de armazenamento. O experimento foi conduzido em Lages, Santa Catarina, sendo utilizadas sementes de feijão obtidas da safra 2006/07. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com três repetições num esquema fatorial 2 x 3 x 3 (dois genótipos - Pérola e IPR-Uirapuru; três tempos de armazenamento - 0, 45 e 90 dias e; três tipos de recobrimento – sem recobrimento (testemunha), Carboximetilcelulose (CMC) e uma mistura de polímeros na proporção 50/50 de Carboximetilcelulose e Alginato de sódio (CMC-AS). Foi realizada a avaliação do cozimento dos grãos com o uso do aparelho cozedor de Mattson, adaptado por PROCTOR e WATTS (1987). Os resultados indicam um aumento gradativo no tempo de cocção dos grãos de feijão ao longo do armazenamento. Foi possível verificar comportamentos diferenciados entre genótipos x polímeros x armazenamento. O recobrimento com o polímero Carboximetilcelulose para o genótipo Pérola reduz significativamente o tempo de cocção durante o armazenamento. A peletização dos grãos do genótipo Pérola com a mistura dos polímeros na proporção 50/50 de Carboximetilcelulose e Alginato de sódio promove menor variação no caráter tempo de cocção ao longo do armazenamento.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Revestimento. Armazenamento.

Cocção.

4.1.2. Abstract

The objective of this work was to evaluate the time of cooking of beans genotypes recovered with polymers throughout the storage time. The experiment was carried out in Lages, Santa Catarina, in which were used grains obtained from the 2006/07 harvest. It was used the complete randomized block design with three replications in an 2 x 3 x 3 factorial (two genotypes - Pérola and IPR-Uirapuru; three times of storage - 0, 45 and 90 days and; three covered type – without recovered (control), carboxymethyl cellulose (CMC) and a blend (50/50) of carboxymethyl cellulose and alginate of sodium (MCM-AS). The cooking parameters were evaluated by using the Mattson cooker, adapted by PROCTOR e WATTS (1987). There was a gradual increase in the time of cooking of the beans grains with increases on the storage time. There were differentiated behaviors among genotypes x polymers x storage time. Covering the genotype Pérola with the carboxymethyl cellulose polymer reduces the cooking time during the storage. Covering the grains of the genotype Pérola with the blend of polymers Carboximetilcelulose and Alginato of sodium significant decreases the variation of the cooking time throughout the storage.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Covering. Storage. Cooking.

4.1.3. Introdução

O feijão é, atualmente, um dos produtos de maior importância agrícola no Brasil. Nos anos de 1975 e 2005, as produções de feijão em grão foram, respectivamente, de 2,28 milhões e 3,08 milhões de toneladas, com uma média de 2,54 milhões de toneladas no período (FAO, 2006). Segundo FERREIRA et al., (2002) a produção mundial de feijão vem crescendo progressivamente desde os anos 60, onde no início da década de 80 alcançou cerca de 15 milhões de toneladas e desde o seu final passou a oscilar em torno de 16 milhões de toneladas. Porém, segundo dados do IBGE (2007), nos últimos anos a produção de feijão tem diminuído consideravelmente, com uma estimativa de queda de 3,4% na produção de feijão em grão para a primeira

safra de 2007 e para a segunda safra uma queda de 11,1%. Tal mudança no consumo de feijão pode estar relacionada às mudanças no cotidiano, onde de acordo com FERREIRA et al. (2002), pode ser verificada acentuada queda do consumo de feijão, sendo aos poucos substituído por outros alimentos de menores preços, como frango, macarrão, iogurtes, cereais matinais, leite longa vida, todos de rápido preparo.

Nesse sentido, a melhoria nos padrões de qualidade tecnológica do feijão pode auxiliar a reverter esse quadro. Com relação à qualidade culinária, é interessante buscar novas cultivares com redução no tempo de cozimento dos grãos, ou cocção dos grãos, uma vez que, além de sua importância econômica, o feijão constitui um dos alimentos básicos da população brasileira. Um dos principais fatores na adoção de uma cultivar de feijão pelos consumidores e, conseqüentemente, pelos agricultores, está relacionado ao tempo de cocção, isso porque a maioria das donas de casa tem atividades fora do lar e o tempo disponível no preparo das refeições é cada vez menor (COSTA et al., 2001). Ainda, a identificação de linhagens com menor tempo de cozimento, rápida capacidade de hidratação, com tegumentos que não se partam durante o cozimento e com alta expansão volumétrica, após o cozimento, é desejável (CARBONELL et al., 2003). Além disso, para o registro de uma nova cultivar de feijão junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, do Ministério da Agricultura e Produção Agropecuária, é exigida a avaliação do caráter tempo de cozimento. Todos esses fatores demonstram a importância de se buscar, num programa de melhoramento, a redução do caráter tempo de cozimento.

Procurando viabilizar a melhoria nas qualidades tecnológicas do feijão, entre essas a redução no tempo necessário para o cozimento em função do armazenamento prolongado, algumas metodologias alternativas podem propiciar tal mudança, como por exemplo, o recobrimento dos grãos com polímeros. O principal objetivo do recobrimento da semente é melhorar o comportamento das mesmas, tanto do ponto de vista fisiológico, como econômico (OLIVEIRA et al., 2003). Assim, nos últimos anos, o tratamento químico de sementes que utiliza o revestimento com polímeros tem recebido atenção em algumas culturas de expressão econômica (PIRES et al., 2004). Entre essas culturas está o feijão, onde segundo NI e BIDDLE (2001), o polímero é principalmente usado em espécies suscetíveis ao frio, como feijão, algodão, soja e milho.

Apesar do aumento na utilização de sementes recobertas verificado nos últimos anos, poucas informações estão disponíveis na literatura sobre o comportamento das sementes recobertas durante o período de armazenamento. Segundo ROOS e MOORE (1975), para a conservação das sementes cujos recobrimentos sejam mais hidrofílicos, é necessário que estas estejam revestidas primeiramente por materiais impermeáveis, como forma de prevenir a absorção de umidade durante o armazenamento.

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o caráter tempo de cocção em genótipos de feijão recobertos com diferentes polímeros ao longo do tempo armazenamento.

4.1.4. Material e métodos

O experimento de feijão foi conduzido na área experimental da UDESC/CAV Lages, SC, situada a 27° 47'S de latitude, 50° 18'W de longitude e 900 metros de altitude, na safra de 2006/07. A densidade de semeadura foi de 200.000 plantas por hectare. A unidade experimental foi constituída por seis fileiras de 5x3m de comprimento, espaçadas em 0,5m, e com área útil de 12 m² por parcela.

As sementes foram cultivadas a campo, em parcelas individuais sob delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições por tratamento. Os tratos culturais, como controle de pragas e plantas invasoras, foram realizados sempre que necessário, de maneira que a cultura não sofresse competição. A colheita manual e a trilha das plantas foram realizadas em Janeiro de 2007, e a após a separação das impurezas em peneira, os grãos foram secos em estufa à 26 °C durante o tempo de 3 dias, até atingirem umidade menor que 12%.

O experimento de cocção foi conduzido nas dependências da UDESC/CAV, Lages, SC, sendo utilizadas sementes de feijão obtidas da safra 2006/07 na área experimental do mesmo local. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com três repetições num esquema fatorial 2x3x3 (dois genótipos, três tempos de armazenamento e três tipos de recobrimentos).

Os genótipos utilizados foram duas cultivares comerciais registradas no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), sendo uma do grupo carioca (Pérola) e outra do grupo preto (IPR-Uirapuru). O tempo de armazenamento foi o de zero, 45 e 90 dias após a colheita. O processo de recobrimento de sementes de feijão foi realizado para as soluções formadoras

de filmes nas composições Carboximetilcelulose (CMC) e Alginato de sódio (AS): 100/0, 50/50 (ou seja, uma solução de CMC puro e uma mistura de CMC-AS na proporção 50/50), com uma concentração total de 2% (m/v) e mais as sementes sem recobrimento, empregado como controle. Quantidades de polímeros nas composições citadas acima foram pesadas e solubilizadas em água destilada. Após a agitação da solução filmogênica por 24 horas, as sementes foram recobertas. Foram utilizados em média cerca de 1 mL de solução polimérica para cada 100 sementes. Depois de recobertas, as sementes foram secas em estufa com circulação de ar a uma temperatura de 35°C. Após secagem as sementes foram armazenadas em sacos de papel sob temperatura e umidades de ambiente durante 45 e 90 dias. As sementes recobertas foram classificadas de acordo com o tratamento de recobrimento utilizado, tendo como denominações, CMC, CMC-AS as sementes recobertas com os filmes nas composições CMC-AS: 100/0, 50/50 respectivamente.

O modelo estatístico utilizado neste experimento foi:

$$y_{ijkl} = \mu + b_i + g_j + a_k + r_l + ga_{jk} + gr_{jl} + ar_{kl} + gar_{jkl} + e_{ijkl}$$

para $i= 1,,I$; $j= 1,,J$; $k= 1,,K$; $l= 1,,L$. Onde y_{ijkl} é o valor observado, referente ao nível i do bloco, combinado com o nível j do fator genótipo, combinado com o nível k do fator armazenamento e com o nível l do fator recobrimento; μ é o efeito da média geral; b_i efeito do bloco i onde se encontra a parcela; g_j efeito do nível j do fator genótipo; a_k efeito do nível k do fator armazenamento; r_l efeito do nível l do fator recobrimento; ga_{jk} é efeito da interação genótipo com armazenamento; gr_{jl} é efeito da interação genótipo com recobrimento; ar_{kl} é efeito da interação armazenamento com recobrimento; gar_{jkl} é efeito da

interação genótipo com armazenamento com recobrimento; e_{ijkl} é o erro experimental associado a y_{ijkl} e ambos considerados independentes e identicamente distribuídos, com distribuição $N(0, \sigma^2)$. Como este ensaio não possui um número de repetições constantes (fatorial desbalanceado) foi selecionada a soma de quadrados mais indicada conforme (COIMBRA et al., 2006).

Para determinar o tempo de hidratação, foi utilizada a metodologia proposta por MORRIS et al. (1950), sendo colocados 16 g de grãos de feijão em erlenmeyers, e adicionado 100 mL de água ultra pura MilliQ, à temperatura de 25°C, em três repetições. Após uma hora, realizou-se a leitura do volume de água não absorvido pelo grão, bem como o peso dos grãos, e assim sucessivamente até as amostras estabilizarem. Após o tempo de embebição, foi realizada a avaliação do cozimento dos grãos com o uso do aparelho cozedor de Mattson, adaptado por PROCTOR e WATTS (1987). O aparelho é constituído por 25 hastes verticais com peso de 90 gramas, terminando com uma ponta de 1 mm de diâmetro. As hastes ficam apoiadas sobre os grãos de feijão. O aparelho, com os 25 grãos, é colocado dentro de uma panela com água destilada fervente (temperatura padronizada de 95°C) e na medida em que ocorre o cozimento, as hastes perfuram os grãos. O tempo de cocção em minutos foi determinado a partir da queda das 13 primeiras hastes de um total de 25 hastes que perfuram os grãos de feijão (50% + 1).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro para testar as hipóteses dos efeitos principais e da interação entre os fatores. Quando o efeito da interação foi significativo, os graus de liberdade foram desdobrados, através do efeito simples, e

posteriormente foram ajustadas equações de regressão para os fatores do tipo quantitativo, através do programa estatístico SAS, versão 2.0 (SAS Institute, 2004).

4.1.5. Resultados e discussão

A análise de variância para o caráter tempo de cocção revelou diferenças significativas para a interação tripla genótipo x armazenamento x recobrimento (Tabela 7).

As comparações entre tratamentos podem ser afetadas substancialmente pelas condições em que ocorrem, e, interpretações claras dos efeitos de um tratamento precisam ser levadas em conta para o efeito de outros tratamentos (KUEHL, 1994). Frequentemente, a interação entre fatores pode estar presente em tais delineamentos e, sendo o efeito da interação significativa, é necessário fazer um estudo dessa interação por meio de composição em fatores aninhados (NOGUEIRA e CORRENTE, 2000). Desse modo, para as interações, onde os efeitos foram significativos, os graus de liberdade foram desdobrados através do efeito simples, fixando dois fatores e variando o outro (Tabela 7). Pois este procedimento conduz ao conhecimento detalhado do efeito de um fator, quando os outros são mantidos constantes (HINKELMANN e KEMPTHORNE, 1994). Observando ainda a mesma tabela, como o efeito da interação tripla entre os fatores (genótipos x armazenamento x recobrimento) foi significativo, o procedimento indicado deve ser ajustar uma equação de regressão linear simples para cada nível do fator genótipo em cada nível do fator recobrimento.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância, decomposição da interação tripla (G*A*R) e teste de significância dos componentes linear e quadrático indicando graus de liberdade e os quadrados médios para a variável resposta tempo de cocção em minutos em dois genótipos de feijão sendo um do grupo preto (IPR-Uirapuru) e um do grupo carioca (Pérola) com três níveis de recobrimento (sem recobrimento, polímero CMC e polímero CMC-AS) avaliados em três datas de armazenamento (0, 45 e 90 dias). Lages, SC, 2007.

	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
- ANOVA Análise de variância	Bloco	2	^{ns} 6,30
	Genótipos (G)	1	*208,40
	Armazenamento (A)	2	*230,60
	Recobrimento (R)	2	^{ns} 12,60
	G*A	2	*31,10
	G*R	2	^{ns} 1,30
	A*R	3	*22,10
	G*A*R	3	*28,30
(G*A*R) interação tripla	Decomposição da		
	A G ₁ R ₁	1	^{ns} 0,67
	A G ₁ R ₂	2	*41,33
	A G ₁ R ₃	2	*40,11
	A G ₂ R ₁	1	*160,17
	A G ₂ R ₂	2	*112,11
	A G ₂ R ₃	2	*48,44
quadrático dos componentes linear e	Testes de significância		
	A ₂ vs. A ₁ G ₁	1	^{ns} 0,67
	A linear R ₂ G ₁	1	^{ns} 32,67
	A quadrático R ₂ G ₁	1	*50,00
	A linear R ₃ G ₁	1	*73,50
	A quadrático R ₃ G ₁	1	^{ns} 6,72
	A ₂ vs. A ₁ G ₂	1	*121,50
	A linear R ₂ G ₂	1	*204,17
	A quadrático R ₂ G ₂	1	^{ns} 20,06
	A linear R ₃ G ₂	1	*96,00
A quadrático R ₃ G ₂	1	^{ns} 0,89	
	Erro	30	7,9
	Total	47	
	R ²	0,81	
	Coeficiente	8,27	
	Média geral	4,10	

, ^{ns} = P < 0,05 de probabilidade de erro pelo teste F e não significativo, respectivamente.

De modo que para a determinação do grau dos polinômios linear e quadrático, de acordo com a significância pelo teste F , foi ajustada a equação de regressão separadamente para cada genótipo em cada polímero testado (Figura 3).

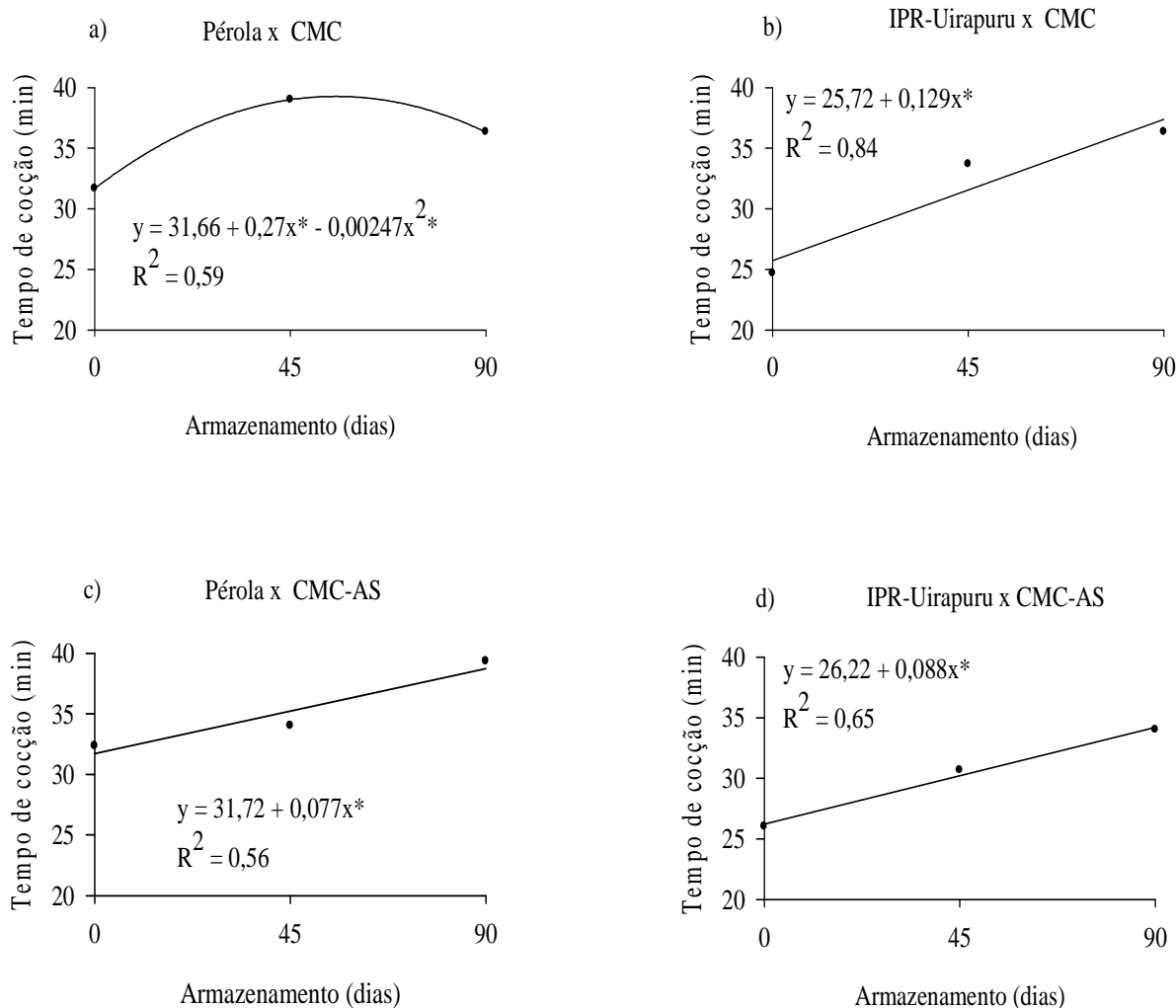


Figura 3 - Comportamento dos genótipos Pérola e IPR-Uirapuru revestidos com os diferentes polímeros Carboximetilcelulose (CMC) e Carboximetilcelulose / Alginato de sódio (CMC-AS) ao longo do armazenamento para o tempo de cocção: a) Pérola x CMC; b) IPR-Uirapuru x CMC; c) Pérola x CMC-AS e; d) IPR-Uirapuru x CMC-AS.

De modo geral, os resultados indicam que durante o período de armazenamento, o tempo de cozimento dos grãos aumentou. O tempo de cozimento ou cocção em grãos de feijão é influenciado por diversos fatores, sejam de ambiente e/ou fisiológicos, como, por exemplo; *i)* o tempo de armazenamento; *ii)* a interação entre genótipo e ambiente e; *iii)* o tempo necessário para a máxima hidratação. Um dos aspectos que influenciam o aumento no tempo de cocção é o endurecimento do tegumento do grão, propiciado com o passar dos dias de armazenagem, onde segundo GARCIA e LAJOLO (1994), o armazenamento prolongado e inadequado promove a degradação da membrana, reduzindo o valor nutricional e provocando alterações na qualidade sensorial. Durante o armazenamento ocorrem mudanças gradativas tanto físicas quanto químicas nos grãos, como o escurecimento do tegumento, endurecimento, perda da capacidade de re-hidratação, mudanças no sabor, e principalmente o tempo de cozimento.

Segundo RIOS et al. (2003) a qualidade culinária do feijão é consideravelmente afetada à medida que se aumentam os meses de armazenamento. Com relação aos efeitos na qualidade dos grãos, durante o armazenamento prolongado, ocorrem dois fenômenos relacionados: *i)* *hardshell* e; *ii)* *hard-to-cook*. O termo “hardshell” se refere às sementes maduras e secas, que falham em absorver água quando embebidas em períodos relativamente longos (BOURNE, 1967); O efeito “hard-to-cook” é resultado de mudanças físicas e químicas que ocorrem nos cotilédones e a níveis intercelulares durante o armazenamento, resultando num aumento na estabilidade da lamela média (KIGEL, 1999). Ainda, segundo BOURNE (1967) “hardshell” caracteriza impermeabilidade do tegumento à água e “hard-to-cook”

está associado ao não-amolecimento do cotilédone durante a cocção, mesmo que a semente absorva água.

Para o tratamento sem recobrimento ($r=0$) não foram ajustadas equações de regressão, sendo os graus de liberdade igual a um (1). Diferenças significativas foram observadas para o genótipo IPR-Uirapuru com o tempo de cocção aumentando de 30,33 minutos (45 dias) para 40,66 minutos (90 dias). De acordo com os resultados, para o genótipo Pérola recoberto com o CMC (a), o ponto de máxima foi aos 54 dias de armazenamento, com um tempo de cocção de 39 minutos, decrescendo após esse período. Para o genótipo IPR-Uirapuru recoberto com o CMC (b), pode se observar que o tempo de cozimento foi de 25,7 minutos sem armazenagem, aumentando 6 minutos nos 45 dias de armazenamento (31,5 minutos) e aos 90 dias, o aumento foi de 11 minutos (37,3 minutos). O genótipo Pérola para o recobrimento com o CMC-AS (c) teve como tempo de cocção inicial de 32,3 minutos, aumentando aos 45 dias de armazenamento 3,5 minutos (35 minutos) e 7 minutos (39 minutos) após 90 dias de armazenamento. Com relação ao recobrimento do genótipo IPR-Uirapuru com o CMC-AS (d), a partir de 26,2 minutos sem armazenamento houve um acréscimo de 4 minutos no tempo de cocção aos 45 dias de armazenamento houve um acréscimo de 4 minutos no tempo de cocção aos 45 dias de armazenamento (30 minutos) e 8 minutos aos 90 dias (34 minutos) (Figura 3).

Os resultados revelam comportamentos diferenciados entre os genótipos avaliados recobertos com os diferentes polímeros testados. O comportamento do genótipo Pérola recoberto com o CMC (a) foi quadrático, ou seja, até 54,7 dias de armazenamento o caráter tempo de cocção cresce linearmente, sendo

provavelmente estabilizado após esta data de armazenamento. Para o mesmo genótipo, porém recoberto com o CMC-AS (c), o comportamento foi nitidamente linear, sendo que o incremento (coeficiente de regressão) no tempo de cocção foi menor do que os tratamentos com o genótipo IPR-Uirapuru CMC-AS (b) e IPR-Uirapuru CMC (d) (3,1 min, 3,9 min e 5,4 min respectivamente), sendo que todos evidenciaram um comportamento linear.

Segundo PAULA et al. (2004), há evidências de diferenças genéticas entre as linhagens de feijão quanto ao tempo de cocção. Avaliando a variabilidade de grãos de feijão do Banco de Germoplasma da UFL para a absorção de água, COSTA et al. (2001), verificaram diferenças significativas entre as linhagens, sendo um indicativo de que elas diferem quanto às propriedades culinárias, especialmente tempo de cozimento, devido à correlação existente com a capacidade de hidratação. A variabilidade existente entre as cultivares quanto ao tempo de cocção, pode estar associada a diferenças de substâncias presentes nos grãos, como por exemplo, lignina. As diferenças têm sido correlacionadas à presença de algumas substâncias no grão, com os teores mais elevados de polifenóis, lignina e maiores atividades das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, todos responsáveis pelo maior tempo de cocção (ESTEVES et al., 2002). De acordo com estes mesmos autores há diferenças significativas entre as linhagens para o teor de lignina. Segundo REYES-MORENO e PAREDES-LÓPEZ (1993), o fenômeno do hard-to-cook está relacionado com a lignificação da lamela média. A lignificação das paredes celulares lhes proporciona uma considerável resistência e rigidez, nesse caso, para os genótipos estudados, as diferenças no tempo de cocção podem estar relacionadas com uma maior presença de lignina, aumentando a

rigidez da parede celular dos cotilédones, determinando, assim, um aumento no tempo de cocção.

Os resultados obtidos podem indicar que o recobrimento de grãos de feijão pode ser uma estratégia vantajosa dentro de programas de melhoramento de cultivares, uma vez que, os polímeros utilizados são incolores, inodoros, solúveis em água, não prejudicam a saúde e são economicamente viáveis. O recobrimento proporciona uma cobertura durável, permeável à água, com a possibilidade de aplicação em sementes de diferentes formas e tamanhos, sem afetar seu processo germinativo (BACON e CLAYTON, 1986).

Apesar da importância em se recobrir grãos com polímeros, existe pouca informação sobre o revestimento, desde os próprios polímeros a serem utilizados bem como a sua respectiva composição, até a tecnologia adequada ao tratamento de grandes volumes. Para muitas espécies de sementes o processo de recobrimento pode ser aplicado, com uma melhoria na qualidade das sementes e na manutenção das propriedades de armazenamento (ALMEIDA et al., 2005). Dentre essas propriedades de armazenamento, os polímeros podem ajudar na redução da taxa de respiração aeróbia da semente, propiciando um maior tempo de armazenagem sem prejudicar características culinárias, como por exemplo, o tempo de cocção. De acordo com DUAN e BURRIS (1997), os polímeros utilizados no recobrimento podem restringir a entrada de água e ou oxigênio pela semente. Neste sentido, SACHS et al. (1981), relatam que a maioria dos materiais de revestimento utilizados dificulta a penetração de oxigênio na semente, e a maior resistência está na granulometria do material.

Assim, existem diferenças entre os materiais no recobrimento, onde dependendo do material utilizado, melhores resultados podem ser obtidos. A resposta para materiais de recobrimento depende muito das características de cada espécie, como também dos materiais utilizados para o recobrimento (TRENTINI et al., 2004). RIVAS et al. (1998), estudando diferentes polímeros (Sacrust, Chitosan, Daran e Certop) aplicados sobre sementes de milho, não encontraram diferenças significativas entre eles, sobre a qualidade de sementes.

Contudo, a associação de características tecnológicas aliadas às culinárias é de suma importância no desenvolvimento de grãos com menor tempo de cocção e possivelmente com redução nos danos causados por fungos durante o armazenamento, uma vez sendo o polímero associado ao recobrimento com algum fungicida. A peliculização é uma tecnologia que permite, dentre outros usos, a adição de agroquímicos às sementes, sem mudanças no tamanho ou forma das mesmas (TRENTINI, 2004). Ainda, segundo TRENTINI et al. (2005), as películas além de serem utilizadas como materiais que ajudam a manter os produtos químicos fixados às sementes de maneira uniforme, também contribuem para uma melhoria no desempenho germinativo destas principalmente quando expostas às condições desfavoráveis que prejudicam o processo de germinação. Além disso, há também, possibilidade de inclusão de produtos como: pequenas quantidades de nutrientes, reguladores de crescimento e inoculantes e também como veículo para aplicação de inseticidas, fungicidas e repelentes de pássaros (SILVA e NAKAGAWA, 1998).

4.1.6. Conclusões

O recobrimento dos grãos de feijão com os polímeros ao longo do armazenamento apresentou comportamentos diferenciados para o caráter tempo de cocção. De modo que o recobrimento com o polímero Carboximetilcelulose para o genótipo Pérola reduziu o tempo de cocção durante o armazenamento significativamente. A peletização dos grãos do genótipo Pérola com a mistura dos polímeros Carboximetilcelulose e Alginato de sódio (CMC-AS) promoveu menor variação no caráter tempo de cocção ao longo do armazenamento.

5. CONCLUSÃO GERAL

Na constituição fenotípica do caráter tempo de cocção em cultivares comerciais e linhagens, a contribuição genotípica é baixa, sendo a variabilidade observada devido ao efeito de ambiente e/ou da interação genótipo e ambiente. A herdabilidade para o caráter tempo de cocção é baixa, corroborando com os resultados supracitados.

Com relação à interação genótipo x ambiente, a maior parte dos genótipos revelou adaptabilidade ampla e alta estabilidade fenotípica para o caráter tempo de cocção. Os genótipos IPR Graúna, IPR Chopim, Diamante Negro e BRS Supremo são passíveis de serem recomendados para as regiões de Santa Catarina avaliadas. Por outro lado o genótipo BRS Soberano revelou uma adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, porém baixa previsibilidade, não sendo indicado para as regiões avaliadas.

O recobrimento dos grãos de feijão com os polímeros ao longo do armazenamento apresentou comportamentos diferenciados para o caráter tempo de cocção, sendo a peletização dos grãos do genótipo Pérola com a mistura dos polímeros Carboximetilcelulose e Alginato de sódio (CMC-AS) promoveu menor variação no caráter tempo de cocção ao longo do armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. et al. Polymer coating, germination and vigor of broccoli seeds. **Scientia Agricola**, v.62, n.3, p. 221-226, 2005.

ARAÚJO, R. et al. Genotype x environment interaction effects on the iron content of common bean grains. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, n.4, p.269-274, 2003.

BACKES, R.L. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro no estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, n.2, p.309-314, 2005.

BACON, J.R.; CLAYTON, P.B. Protection for seeds: a new film coating technique. **Span**, v.29, n. 2, p. 54-56, 1986.

BALDONI, A.B.; SANTOS, J.B. Capacidade de cozimento de grãos de famílias de feijão do cruzamento ESAL 693 x Rosinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p.233-236, 2005.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1997. 547 p.

BOURNE, M.C. Size density and hardshell in dry beans. **Journal of Food Technology**, v. 21, n. 1, p. 17-20, 1967.

BUENO FILHO J.S.S.; VENCOVSKY, R. Alternativas de análise de ensaios em látice no melhoramento vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.259-269, 2000.

CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; MANCINI FILHO, J.; SALGADO, J.M.; NOVAES, N.J. Influência do tempo de armazenamento a 11°C sobre algumas características físicas de cultivares de feijão guandu (*Cajanus cajan* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.1, p.53-59, 1998.

CARBONELL, S.A.M. et al. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, n.2, p.193-201, 2007.

CARBONELL, S.A.M.; CARVALHO, L.; PEREIRA, V.R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.369-379, 2003.

CARMO, S.L.M.; SANTOS, J.B.; HAGIWARA, E.W.; FERREIRA, J.L. Avaliação do *stay green* em famílias segregantes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.953-957, 2007.

CARNEIRO, J.C.S.; MINIM, V.P.R.; SPOUZA, M.M.; CARNEIRO, J.E.S.; ARAÚJO, G.A.A. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.18-24, 2005.

CHEW, V. Comparing treatment means: a compendium. **Hortscience**, v. 11, n. 4, p. 348-35, 1976.

CHIORATO, A.F.; CARBONELL, S.A.M.; COLOMBO, C.A.; DIAS, L.A.S.; ITO, M.F. Genetic diversity of common bean accessions in the germplasm bank of the instituto agrônômico – IAC. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.5, n.1, p.1-9, 2005.

COIMBRA, J.L.M. et al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de feijão de cor (*Phaseolus vulgaris* L.) em três ambientes distintos. **Ciência Rural**, v.29, n.3, p.441-448, 1999.

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

COIMBRA, J.L.M.; KOPP, M. M.; SOUZA, V.Q.; BENIN, G.; MARCHIORO, V.S.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. Prediction of genetic value in F3 populations of *Avena sativa* L. using Reml/Blup. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.5, n.1, p.265-271, 2005.

COIMBRA, J.L.M et al. Esperanças matemáticas dos quadrados médios: uma análise essencial. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1730-1738, 2006.

COSKUNER, Y.; KARABABA, E. Effect of location and soaking treatments on the cooking quality of some chickpea breeding lines. **International Journal of Food Science and Technology**, Alexandria, v.38, n.7, p.751–757, 2003.

COSTA, G.R. et al. Variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p.1017-1021, 2001.

CRUZ, C.D. **Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 1997. 442 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, UFV: Imprensa Universitária, 2004. 480p.

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M.B.S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, n.3, p.193-202, 2003.

DUAN, X.; BURRIS, J. S. Film coating impairs leaching of germination inhibitors in sugar beet seed. **Crop Science**, v.37, n.22, p.515-520, 1997.

DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. Estimação e predição por modelo linear misto com ênfase na ordenação de médias de tratamentos genéticos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.109-117, 2001.

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

ELIAS, H.T. et al. Análise de estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**. v.27, n.4, p.623-628, 2005.

ESTEVES, A.M. et al. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.5, p.999-1005, 2002.

FAO. **Base de dados FAOSTAT**. Capturado em jun. 2007. On line. Disponível na internet <<http://apps.fao.org>>.

FEHR, W.R. **Principles of cultivars development**. New York: Macmillan, 1987, 536 p.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 1095p.

- FERREIRA, C.M. et al. **Feijão na economia nacional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 47p. (Documentos, 135).
- GARCIA, C.H.; NOGUEIRA, M.C.S. Utilização da metodologia REML/BLUP na seleção de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.1, n.68, p.107-112, 2005.
- GARCIA-VELA, L.A.; STANLEY, D.W. Water-holding capacity in hard-to-cook bean (*P. vulgaris* L.): effect of pH and ionic strength. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.4, p.1080-1081, 1989.
- HINKELMANN, K.; KEMPTHORNE, O. **Design and analysis of experiments: introduction to experimental design**. New York, JohnWiley e Sons, 1994. v.1, 495 p.
- HOSFIELD, G.L.; WASSAMI, N.N.; UEBERSAX, M.A. Inheritance of physico-chemical seed characters related to culinary quality in dry bean. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.115, n.3, p.492-499, 1990.
- IBGE. **Produção Agrícola 2007 – estimativa de fevereiro em relação a janeiro**. Capturado em jul. 2007. Online. Disponível na internet <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa>>.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=teo=11ei=Pec=1612> Acesso em 13/10/2007.
- JACINTO-HERNANDEZ, C., AZPIROZ-RIVERO, S.; ACOSTA-GALLEGOS, J.A.; HERNANDEZ-SANCHEZ, H.; BERNAL-LUGO, I. Genetic Analysis and Random Amplified Polymorphic DNA Markers Associated with Cooking Time in Common Bean. **Crop Science**, Madison, v.3, n.1, p.329–332, 2003.
- KIGEL, J. Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. **Biotechnology Agronomic Society Environment**, Gembloux, v.3, n.4, p.205–209, 1999.
- KUEHL, R.O. **Statistical principles of research design and analysis**. Belmont, California:Duxbury Press, 1994. 686 p.
- LAJOLO, F.M.; GARCIA, E. Starch Alterations in Hard-To-Cook Beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 42, n. 3, 1994.

LANGE, A. D.; LABUSCHAGNE, M. Multivariate assessment of canning quality, chemical characteristics and yield of small white canning beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in South Africa. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 1, p. 30-35, 2001.

LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. **SAS System for Mixed Models**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996. 633 p.

MENEGUCE, B. et al. Interação genótipo x ano para tempo de cozimento e sua correlação com a massa e percentagem de embebição em soja tipo alimento. **Semina**, v.26, n.4, p.463-476, 2005.

MORRIS, H.J. et al. Processing quality of varieties and strains of dry beans. **Food Technology**, v.4, n.2, p.247-251, 1950.

NI, B. R.; BIDDLE, A. J. Alleviation of seed imbibitional chilling injury using polymer film coating: seed treatment challenges and opportunities. **British Crop Protection Council**, v. 13, n. 1, p. 73-80, 2001.

NOGUEIRA, M.C.S.; CORRENTE, J.E. Decomposição da interação tripla significativa utilizando o comando *contrasts* do PROC GLM do SAS aplicado ao modelo de classificação tripla para dados balanceados. **Bragantia**, v.59, n.1, p.109-115, 2000.

OLIVEIRA, J. A. et al. Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 20-27, 2003.

PAULA, S. R. **Efeito materno associado à capacidade de cozimento do feijoeiro**. 2004. 53 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

PAULA, S.R.R. et al. Reciprocal effect on cooking ability in common bean. *In*: **BEAN Improvement cooperative meeting**, n. 47, p. 223-224, 2004.

PIANA, C.F.B.; ANTUNES, I.F.; SILVA, J.G.C.; SILVEIRA, E.P. Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de genótipos de feijão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.553-564, 1999.

PIEPHO, H.P.; MOHRING, J. Selection in cultivar trials – it is ignorable? **Crop science**, Madison, v.46, n.1, p.192-201, 2006.

- PIMENTEL, M.L. et al. Estudo nutricional de linhagens de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.10, n.1, p.55-65, 1988.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações pra uso de aplicativos. Piracicaba: Fealq, 2002. 309p.
- PIRES, L. L.; BRAGANTINI, C. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 709-715, 2004.
- PRADO, E.E. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.4, p.625-635, 2001.
- PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology**, Toronto, v.20, n.1, p.9-14, 1987.
- RAMALHO, M.A.P. et al. **Genética quantitativa em plantas autógamias: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- REYES-MORENO, C.; PAREDES-LÓPEZ, O. Hardt-to-cook phenomenon in common beans – a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.33, n. 3, p. 227-286, 1993.
- RIOS, A. O. et al. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, supl., p.39-45, 2003.
- RIVAS, B. A. et al. Tratamiento de semillas de maiz con polimeros para el control de *Pythium* spp. **Fitopatologia Venezolana**, v. 11 n. 1, p. 10-15, 1998.
- RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N.D.; FILHO, A.C.; TRENTIN, M.; LONDERO, P.M.G. Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.369-376, 2005.
- RODRIGUES, L.S.; ANTUNES, I.F.; TEIXEIRA, M.G.; SILVA, J.B. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1275-1284, 2002.
- ROOS, E. E.; MOORE, F.D. Effect of seed coating performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. **Journal American Society Horticultural Science**, v. 100, n. 5, p. 573-576, 1975.

SACHS, M. et al. Germination studies of clay-coated sweet pepper seeds. **Journal American Society Horticultural Science**, v. 106, n. 26, p. 385-389, 1981.

SAS Institute. **SAS certification prep guide: base programming**. Cary, NC, 2004. v.6, 836p. SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Confecção e avaliação de péletes de sementes de alface, **Horticultura Brasileira**, v. 16, n.2, p. 151-158, 1998.

SOUZA, L.V.; RAMALHO, M.A.P.; PINHO, E.V.R.V. Genetic parameters in relation to the physiological quality of common bean seeds. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.4, n.1, p.43-47, 2004.

TRENTINI, P. et al. Peliculização: desempenho de sementes de soja no estabelecimento da cultura em campo na região de alto garças, MT. **Ciência e agrotecnologia**, v. 29, n.1, p. 84-92, 2005.

VIEIRA, E.S.N.; PINHO, E.V.R.V.; VIEIRA, M.G.G.C.; MANN, R.S. Similaridade genética entre cultivares de feijão do grupo carioca por meio de marcadores moleculares de proteínas e enzimas visando a certificação da pureza genética. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.23, n.2, p.35-42, 2001.

WRICKE, G.; WEBER, E.W. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. Berlin: Walter de Gruyter, 1986. 406p.