

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA E QUALIDADE DE COZIMENTO DE  
CULTIVARES CRIOULAS DE FEIJÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Narielen Moreira de Moraes

Santa Maria, RS, Brasil

2013

# **POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA E QUALIDADE DE COZIMENTO DE CULTIVARES CRIOULAS DE FEIJÃO**

**Narielen Moreira de Morais**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título do grau de **Mestre em Agronomia.**

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Nerinéia Dalfollo Ribeiro**

Santa Maria, RS, Brasil

2013

**Universidade Federal de Santa Maria**  
**Centro de Ciências Rurais**  
**Programa de Pós-graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado  
**POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA E QUALIDADE DE COZIMENTO**  
**DE CULTIVARES CRIOULAS DE FEIJÃO**

Elaborada por  
**Narielen Moreira de Moraes**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

Comissão Examinadora:



**Nerinéia Dalfollo Ribeiro, Dr<sup>a</sup>.**  
(Presidente/Orientadora)



**Lindolfo Storck, Dr. (UFSM)**



**Viviani Ruffo de Oliveira, Dr<sup>a</sup>. (UFRGS)**

Santa Maria, 04 de dezembro de 2013.

## DEDICATÓRIA

*“Diante do colar  
- belo como um sonho -  
admirei, sobretudo,  
o fio que unia as pedras  
e se imolava anônimo  
para que todas fossem um...”*

D. Helder Câmara

*Aos incontáveis e invisíveis fios condutores presentes nestas páginas:*

*- Com sinceridade, agradeço.*

*Ao meu filho Matheus:*

*- Com todo meu amor, dedico este trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Escrever uma dissertação é uma experiência enriquecedora e de superação. Para aqueles que compartilham desse momento, parece uma tarefa que só se torna possível graças a muitas pessoas que participam, direta ou indiretamente, mesmo sem saber realmente o que e para que nos envolvemos em pesquisa. E é a essas pessoas que gostaria de agradecer.

À Deus, que está sempre presente e me concede força e orientação.

À Universidade Federal de Santa Maria, ao Centro de Ciências Rurais, ao Departamento de Fitotecnia e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do Mestrado.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nerinéia Dalfollo Ribeiro pela confiança, paciência e dedicação ao transmitir-me muito além de seus conhecimentos técnicos, proporcionando minha realização acadêmica, da qual esta dissertação é exemplo, e o começo de uma realização profissional.

Aos Professores Lindolfo Storck e Viviani Ruffo de Oliveira pela disponibilidade e ajuda nos momentos de dificuldade na escrita.

À minha família, em especial minha mãe Arlete, meu pai Joni e minhas irmãs Roscielen e Mirelen que, além do apoio e incentivo ao estudo, mostraram-se pessoas muito especiais quando mais precisei.

Ao meu pequeno Matheus que, com toda a sua inocência perdoou as minhas ausências, me fez ser forte, ter disposição para enfrentar todas as dificuldades, e por todas as vezes que me acalmou e revigorou com seus abraços, cantigas, historinhas e conversas.

Ao meu querido Darlan, que acompanhou grande parte das atividades do mestrado e que muitas vezes retribuiu minha ausência com seu amor, incentivo, paciência e compreensão.

Aos professores e demais funcionários do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha que sempre estiveram solícitos e dispostos quando precisei.

Aos amigos Paulo Rogério, Anderson Crestani e Thailen Cavichioli que foram incansáveis em todos os momentos e me proporcionaram, além de muita ajuda nos trabalhos, um aprendizado inesquecível durante a convivência e troca de experiências.

À minha amiga Monique que fez a chegada e estada em Santa Maria serem mais doces, alegres e confortáveis.

Aos colegas da sala 12 pela presteza quando da condução dos experimentos, mas em especial à Micheli e ao Allan que sempre fizeram esforços para facilitar minha caminhada.

Recebam meu sincero, **muito obrigada!**

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA E QUALIDADE DE COZIMENTO DE CULTIVARES CRIOULAS DE FEIJÃO

AUTORA: NARIELEN MOREIRA DE MORAIS  
ORIENTADORA: NERINÉIA DALFOLLO RIBEIRO

Local e data da defesa: Santa Maria, 04 de dezembro de 2013.

O potencial de uso das cultivares crioulas de feijão quanto ao desempenho agronômico e a qualidade de cozimento foi pouco avaliado pelos programas de melhoramento. Sendo assim, foram objetivos deste trabalho avaliar os caracteres fenológicos, morfológicos, da produção, da porcentagem de absorção e de qualidade de cozimento de cultivares crioulas de feijão obtidas em diferentes locais; estudar as correlações fenotípicas entre os caracteres fenológicos, morfológicos e da produção; estimar os efeitos diretos e indiretos dos caracteres avaliados sobre a produtividade de grãos; selecionar cultivares crioulas de feijão com elevado desempenho agronômico e reduzido tempo de cozimento para cultivo na agricultura familiar e para uso em cruzamentos dirigidos em programas de melhoramento. Para tanto, 23 cultivares de feijão, sendo 19 crioulas e quatro desenvolvidas pela pesquisa, foram avaliadas em experimentos de campo instalados em área do Instituto Federal Farroupilha (IFF), Alegrete, e da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, no cultivo de safra 2012/2013. Interação cultivar x local significativa foi observada para os caracteres número de dias da emergência à floração, ciclo, altura de inserção da primeira vagem, altura de inserção da última vagem, número de vagens por planta, produtividade de grãos, valor de cromaticidade  $b^*$ , porcentagem de absorção e tempo de cozimento. As cultivares crioulas Preto Miúdo e Cavalinho Rajado apresentaram alta produtividade de grãos e caracteres agronômicos desejáveis para o cultivo. As cultivares Banana e Perdiz apresentaram tempo de cozimento reduzido, porém desempenho agronômico inferior e tipo de grão fora de padrões comerciais, o que dificulta a sua indicação para o cultivo. O número de vagens por planta apresentou correlação linear positiva de intermediária magnitude com a produtividade de grãos ( $r= 0,670$ ) e o maior efeito direto ( $0,632$ ) Variabilidade genética é observada entre as cultivares crioulas de feijão avaliadas, o que possibilita a obtenção de ganhos genéticos em programas de melhoramento com o uso deste germoplasma. A seleção indireta pelo número de vagens por planta é indicada na predição da produtividade de grãos em cultivares crioulas de feijão. As cultivares Preto Miúdo e Cavalinho Rajado apresentam alto desempenho agronômico e seu uso é indicado para cultivo na agricultura familiar e para uso em programas de melhoramento.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, interação cultivar x local, valor agronômico, tempo de cozimento.

## ABSTRACT

Master's Dissertation  
Postgraduate Program in Agronomy  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### AGRONOMIC PERFORMANCE AND COOKING QUALITY OF COMMON BEAN LAND VARIETIES

AUTHOR: NARIELEN MOREIRA DE MORAIS  
ADVISOR: NERINÉIA DALFOLLO RIBEIRO

Place and date of defense: Santa Maria, december 4<sup>th</sup>, 2013.

The potential use of common bean land varieties regarding to agronomic performance and cooking quality was little evaluated by plant breeding programs. Therefore, objectives of this study were to evaluate the phenological, morphological, grain yield, absorption percentage and cooking quality characters of common bean land varieties obtained from different location; to study the correlations between phenological, morphological and grain yield characters; to estimate the direct and indirect effects of the characters on grain yield; to select common bean land varieties with high agronomic performance and reduced cooking time for family farms grown and for crosses in plant breeding programs. For this, 23 common bean cultivars, being nineteen land varieties and four cultivars developed by research, were evaluated in field experiments installed at the Federal Institute Farroupilha (IFF), Alegrete, and at Federal University of Santa Maria (UFSM), Santa Maria, in growing season 2012/2013. A significant cultivar x location interaction was observed for the characters number of days from emergence to flowering, cycle, height of insertion of the first pod, height of insertion of the final pod, number of pods per plant, grain yield, b\* chromaticity value, absorption percentage and cooking time. Preto Miúdo and Cavalo Rajado land varieties showed high grain yield and agronomic characters desirable for grown. The Banana and Perdiz land varieties showed reduced cooking time, however, presented low agronomic performance and type of grain out of commercial standards, which makes difficult its indication for grown. The number of pods per plant showed positive linear correlation of intermediate magnitude with the grain yield ( $r = 0.670$ ), and the highest direct effect (0.632). There is presence of genetic variability among the common bean land varieties studied, which enables obtaining genetic gain in breeding programs using this germplasm. The indirect selection for the number of pods per plant is important component in predicting grain yield in common bean land varieties. Preto Miúdo and Cavalo Rajado land varieties show high agronomic performance and its use is indicated for cultivation on family farms and for crosses in plant breeding programs.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*, cultivar x local interaction, agronomic value, cooking time.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Cultivares crioulas de feijão avaliadas em Alegrete e em Santa Maria em cultivo de safra 2012/2013. .... 16
- Figura 2** - Colorímetro usado para a determinação da coloração do tegumento dos grãos..... 18
- Figura 3** - Diagrama de cores CIE L\* a\* b\*..... 19



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental de Alegrete e de Santa Maria, RS.  
..... 16
- Tabela 2 - Nome comum, hábito de crescimento (HC), grupo comercial, padrão de tegumento (cor de fundo e cor secundária: listras e pintas) e origem de cultivares crioulas e cultivares testemunhas avaliadas em Alegrete e em Santa Maria na safra 2012/2013.  
..... 17
- Tabela 3 - Dados meteorológicos coletados no 8º Distrito de Meteorologia na Estação Meteorológica de Alegrete, instalada no Instituto Federal Farroupilha Campus Alegrete (latitude 29.7116°, longitude 55.5261° e 121 m altitude) e na Estação Meteorológica de Santa Maria, instalada na Universidade Federal de Santa Maria (latitude 29°42' S, longitude 53°49' W e 95 m altitude), Estado do Rio Grande do Sul, Brasil..... 21
- Tabela 4 - Análise de variância conjunta dos caracteres número de dias da emergência à floração (floração, dias), número de dias da emergência à maturação (ciclo, dias), altura de inserção da primeira vagem (A1V, cm), altura de inserção da última vagem (AUV, cm), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G, g), produtividade de grãos (PROD, kg ha<sup>-1</sup>), valor de luminosidade (L), cromaticidade a\* (a), cromaticidade b\* (b), porcentagem de absorção (% ABS) e tempo de cozimento (cozimento, segundos) de cultivares crioulas de feijão avaliadas em cultivo de safra 2012/2013 em Alegrete (AL) e em Santa Maria (SM), RS. .... 22

Tabela 5 - Hábito de crescimento (HC), média do número de dias da emergência à floração (floração, dias), ciclo (ciclo, dias), altura de inserção da primeira vagem (A1V, cm) e altura de inserção da última vagem (AUV, cm) de cultivares crioulas de feijão avaliadas em cultivo de safra 2012/2013 em Alegrete (AL) e em Santa Maria (SM), RS.....23

Tabela 6 - Média do número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G, g) e produtividade de grãos (PROD, kg ha<sup>-1</sup>) de cultivares crioulas de feijão avaliadas em cultivo de safra 2012/2013 em Alegrete (AL) e em Santa Maria (SM), RS. ....25

Tabela 7 - Médias da coloração do tegumento dos grãos representadas pelos índices cromatográficos de luminosidade (L), cromaticidade a (a), cromaticidade b (b), porcentagem de absorção de água (% ABS) e tempo de cozimento (COZIMENTO, minutos:segundos) de cultivares crioulas de feijão avaliadas em cultivo de safra 2012/2013 em Alegrete (AL) e em Santa Maria (SM), RS. ....28

Tabela 8 - Coeficientes de correlação fenotípica de Pearson entre número de dias da emergência à floração (FLORAÇÃO), ciclo, altura de inserção da primeira vagem (A1V), altura de inserção da última vagem (AUV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de cultivares crioulas de feijão obtidas em cultivo de safra 2012/13 em Alegrete (AL) e em Santa Maria (SM), RS.....30

Tabela 9 - Estimativas dos efeitos diretos e indiretos dos caracteres número de dias da emergência à floração (FLORAÇÃO), ciclo, altura de inserção da última vagem (AUV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de 100 grãos (M100G) sobre a variável produtividade de grãos (PROD).

**Erro! Indicador não definido.**

## SUMÁRIO

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>             | <b>12</b> |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>     | <b>15</b> |
| <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b> | <b>20</b> |
| <b>CONCLUSÕES.....</b>              | <b>31</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>            | <b>32</b> |

## INTRODUÇÃO

Os recursos genéticos de plantas constituem a base de toda e qualquer atividade agrícola e da agrobiodiversidade em todos os seus níveis. Juntamente com a água, o solo, a luz e o ambiente, os recursos genéticos são essenciais para qualquer modelo de agricultura e, portanto, para a segurança alimentar. A intervenção humana possui papel fundamental na domesticação das espécies agrícolas e na conservação da agrobiodiversidade. Sabe-se que, ao longo da história, os agricultores domesticaram plantas silvestres e, por meio de seleção, as adaptaram à agricultura e às suas necessidades. Por isso, a importância que representam os recursos genéticos vegetais é inquestionável pela possibilidade de uso deste germoplasma em benefício da sociedade na atualidade e no futuro (EMBRAPA, 2001).

Segundo a FAO (2012) estima-se que três quartos da diversidade genética dos cultivos agrícolas tenham se perdido. Além da redução no número de espécies cultivadas, ocorre a redução da variabilidade genética das espécies. Entre as causas desta perda de variabilidade genética destaca-se o avanço dos agrossistemas sobre os sistemas naturais e a substituição das cultivares tradicionais (*land races*), também conhecidas como cultivares crioulas ou cultivares locais, por cultivares uniformes e de alta produtividade desenvolvidas pelos programas de melhoramento. Isso, em escala global, tem levado à perda de inúmeros genes, caracterizando o que se convencionou chamar de erosão genética, sendo que tal redução é proporcional ao grau de melhoramento genético de cada espécie (FAO, 2012). Portanto, a conservação dos recursos genéticos é de grande importância para o meio ambiente e para a agricultura.

Deste modo, os recursos genéticos devem ser devidamente caracterizados para permitir ganhos genéticos mais promissores no melhoramento genético e, também, para potencializar o uso destes recursos pelo próprio agricultor. Diversos autores buscaram definir um conceito para as cultivares crioulas, e suas ideias corroboram no sentido de que estas são um patrimônio conservado pelos agricultores, com alta rusticidade e capacidade de adaptação aos diferentes ambientes, devido a grande variabilidade genética que pode ser observada, e foram selecionadas com base em caracteres de produção e, principalmente, pelo contexto histórico-cultural de cada comunidade (ELIAS et al., 2007; PETERSEN, 2007; PEREIRA et al., 2009).

A agricultura familiar, apesar de ocupar apenas 24,3% da área total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros, é responsável por aproximadamente 38% do valor bruto da produção (VBP) gerado no país, sendo que a região Sul representa 19% do número

total de estabelecimentos da agricultura familiar (MDA, 2006). De acordo com essa mesma fonte, a agricultura familiar corresponde a 70% da produção nacional de feijão. Segundo dados do DIEESE (2011), a agricultura familiar é responsável por, aproximadamente, 76,8% da produção de feijão de grãos de tegumento preto e 53,9% de grãos de cores no país. França et al. (2009) relataram que, no Estado do Rio Grande do Sul, a agricultura familiar é responsável por 84% da produção de feijão preto e 87% da produção de feijão de cor.

A caracterização da variabilidade genética do feijão encontrada nas comunidades familiares de produção agrícola é importante para o uso deste germoplasma para os trabalhos de melhoramento genético e, também, para aperfeiçoar as condições de cultivo dos agricultores, permitindo o uso racional destes recursos genéticos na agricultura familiar (COELHO et al., 2010). Este aspecto é particularmente importante para o feijão, pois aproximadamente 80% das sementes usadas em pequenas e médias propriedades rurais, são oriundas de cultivares crioulas, as quais foram selecionadas pelos agricultores, de acordo com as condições ambientais e socioeconômicas de cada microrregião (ABRASEM, 2012).

A diversidade genética das cultivares crioulas de feijão tem sido avaliada pela pesquisa. Zilio et al. (2013) avaliaram os caracteres fenológicos, floração e ciclo, de 22 cultivares crioulas de feijão e observaram que o número médio de dias para a floração foi de 33 dias, sendo que o ciclo variou de 65 a 90 dias. Dentre os caracteres morfológicos, a altura de inserção da primeira vagem tem sido caracterizada com mais frequência. Bonett et al. (2006) constataram que a altura de inserção da primeira vagem das cultivares crioulas de feijão (11,10 cm) foi superior a observada em cultivares comerciais (9,90 cm). Resposta semelhante foi relatada por Zilio et al. (2013) em cultivares crioulas de feijão avaliadas em Santa Catarina. Esses resultados indicam que as cultivares crioulas de feijão têm variabilidade genética para ciclo e altura de inserção da primeira vagem e isso possibilita a seleção de cultivares mais precoces e com arquitetura de planta que facilita a colheita manual e a mecanizada.

Os componentes da produtividade de grãos, também, têm sido caracterizados em cultivares crioulas de feijão. Bonett et al. (2006) observaram que algumas das cultivares crioulas de feijão apresentaram maiores valores de número de vagens por planta e de número de grãos por vagem, quando comparadas com as cultivares comerciais. Enquanto que, a produtividade de grãos das cultivares crioulas de feijão pode ser menor, igual ou superior ao observado em cultivares de feijão desenvolvidas pela pesquisa (BONETT et al., 2006; ELIAS et al., 2007; FONSECA et al., 2007; BEVILAQUA et al., 2007; ZILIO et al., 2013). Portanto,

as cultivares crioulas de feijão apresentam variabilidade genética para a produtividade de grãos e podem ser selecionadas para este caráter.

A avaliação da coloração do tegumento dos grãos tem sido considerada pelos programas de melhoramento, pois a aceitação de determinada cultivar pelo consumidor e o maior valor agregado do produto feijão são dependentes do seu padrão de cor (RIBEIRO et al., 2008). De acordo com Ribeiro; Possebom; Storck (2003), as cultivares de feijão preto que apresentarem grãos com valor de luminosidade (valor de “L”) superior a 22 terão maior porcentagem de grãos arroxeados e serão rejeitadas para o consumo, devido à associação feita com grãos de qualidade inferior e à necessidade de maior tempo para o cozimento. Em feijão crioulo de grãos de tegumento preto, Soares et al. (2012), observaram valores de luminosidade maiores do que 24, o que indica presença de grãos arroxeados. Para as classes de grãos de cores em feijão crioulo, não se encontraram referências na literatura quanto à claridade do tegumento ou quanto a sua caracterização quanto aos valores de cromaticidade.

As características de hidratação e o tempo de cozimento são fatores importantes que afetam a qualidade dos grãos e estão altamente correlacionados. Estas características podem ser influenciadas pela constituição genética do grão, associadas às condições ambientais de produção e de armazenamento (COELHO, 2010). A identificação de cultivares de feijão com rápida capacidade de hidratação, menor tempo de cozimento, tegumentos que não se partam durante o cozimento e com alta expansão volumétrica, após o cozimento, será determinante para a aceitação de uma cultivar para o consumo (CARBONELL et al., 2003). Além disso, cultivares de feijão com tempo de cozimento menor do que 30 minutos são desejáveis, pois significa economia de energia e de capital (CARNEIRO et al., 2005; RODRIGUES et al., 2005). Não foram encontrados trabalhos na literatura avaliando o tempo de cozimento de cultivares crioulas de feijão.

Deste modo, percebe-se que no Estado do Rio Grande do Sul o uso da diversidade genética de cultivares crioulas de feijão ainda foi pouco explorado pelos programas de melhoramento genético, principalmente em relação aos caracteres de qualidade de cozimento dos grãos. A utilização de cultivares melhoradas e uniformes é uma exigência de mercado, que atende às necessidades atuais de aumento da produção de alimentos (RODRIGUES et al., 2002).

A identificação de cultivares crioulas de feijão com alto desempenho agrônômico, agregada às características de cozimento desejáveis, atende a demanda da agricultura familiar e possibilita a exploração de vantagens mercadológicas em nichos de mercado diferenciados que promovam a oferta de novas possibilidades de consumo. Portanto, foram objetivos deste

trabalho avaliar os caracteres fenológicos, morfológicos, da produção, da porcentagem de absorção e de qualidade de cozimento de cultivares crioulas de feijão obtidas em diferentes locais; estudar as correlações fenotípicas entre os caracteres fenológicos, morfológicos e da produção; estimar os efeitos diretos e indiretos dos caracteres avaliados sobre a produtividade de grãos; selecionar cultivares crioulas de feijão com elevado desempenho agrônômico e reduzido tempo de cozimento para cultivo na agricultura familiar e para uso em cruzamentos dirigidos em programas de melhoramento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no cultivo de safra 2012/2013 em Alegrete, na área de Experimentação do Instituto Federal Farroupilha, Campus Alegrete (IFFCA), localizada na região sudoeste do Rio Grande do Sul – RS, Brasil (latitude 29°43'S, longitude 55°31'W e altitude de 107 m) e em Santa Maria, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), situada na região da depressão central do RS (latitude 29°42'S, longitude 53°49'W e altitude de 95 m).

O clima da região que abrange os dois ambientes é classificado como Cfa, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961), com chuvas, normalmente, bem distribuídas durante todo o ano. Os registros de temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura média e precipitação foram realizados durante os meses de novembro de 2012 a fevereiro de 2013, usando os dados meteorológicos coletados do 8º Distrito de Meteorologia.

Em Alegrete, o cultivo foi realizado em solo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (SANTOS et al., 2006), preparado em sistema de plantio direto, sendo a semeadura realizada no dia 2 de novembro de 2012. Em Santa Maria, o solo é classificado como Argissolo Bruno-acinzentado Alítico Típico e foi preparado pelo sistema de plantio convencional, com a semeadura realizada no dia 7 de novembro de 2012. A adubação foi realizada conforme a interpretação do laudo de composição química do solo de cada local (Tabela 1). Na adubação de base foram aplicados 230 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 5-20-20 (nitrogênio, fósforo e potássio - NPK) em Alegrete e 195 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 5-20-20 em Santa Maria. Na

adubação de cobertura foram adicionados 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, como uréia (45% de nitrogênio), no estágio de crescimento de primeira folha trifoliolada (V3), nos dois locais.

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental de Alegrete e de Santa Maria, RS.

| Local       | pH   | M.O. (%) | P-Melich<br>(mg dm <sup>-3</sup> ) | K<br>(mg dm <sup>-3</sup> ) | Ca <sup>+</sup><br>(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | Mg <sup>++</sup><br>(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |
|-------------|------|----------|------------------------------------|-----------------------------|--|---|
| Alegrete    | 5,58 | 1,0      | 19,8                               | 158,6                       | 2,8  | 1,2   |
| Santa Maria | 6,10 | 2,0      | 13,5                               | 60,0                        | 6,0  | 2,9   |

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi composta de duas linhas de 4,0 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,5 m e área útil de 4,0 m<sup>2</sup>. Os tratamentos foram constituídos por 23 cultivares de feijão, sendo 19 cultivares crioulas obtidas junto a agricultores familiares de diferentes municípios do RS (Figura 1, Tabela 2) e quatro cultivares comerciais (testemunhas) desenvolvidas pela pesquisa (Guapo Brilhante, BRS Valente, Carioca e Pérola). As cultivares Guapo Brilhante e BRS Valente apresentam grãos do grupo comercial preto, hábito de crescimento indeterminado com guias curtas (tipo II) e ciclo intermediário. A Carioca e a Pérola são de grãos do tipo carioca (fundo bege com estrias marrons), hábito de crescimento indeterminado com guias longas (tipo III) e ciclo intermediário. Todas as cultivares testemunhas são do grupo gênico Mesoamericano.

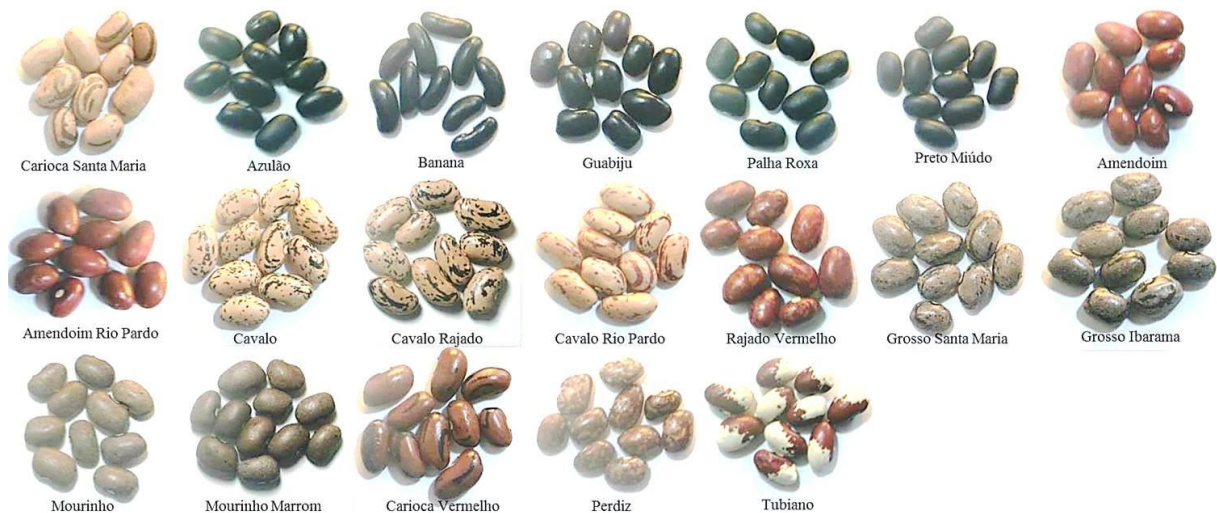


Figura 1 - Cultivares crioulas de feijão avaliadas em Alegrete e em Santa Maria em cultivo de safra 2012/2013.

Fonte: Arquivo pessoal



Tabela 2 - Nome comum, hábito de crescimento (HC), grupo comercial, padrão de tegumento (cor de fundo e cor secundária: listras e pintas) e origem de cultivares crioulas e cultivares testemunhas avaliadas em Alegrete e em Santa Maria na safra 2012/2013.

| Nome Comum                       | HC  | Grupo comercial | Cor de fundo | Cor listra/pinta | Origem      |
|----------------------------------|-----|-----------------|--------------|------------------|-------------|
| -----Cultivares Crioulas-----    |     |                 |              |                  |             |
| Carioca Santa Maria              | III | Carioca         | Marrom       | Castanho escuro  | Santa Maria |
| Azulão                           | II  | Preto           | Preto        | Ausente          | Santa Maria |
| Banana                           | I   | Preto           | Preto        | Ausente          | Ibarama     |
| Guabiju                          | III | Preto           | Preto        | Ausente          | Ibarama     |
| Palha Roxa                       | II  | Preto           | Preto        | Ausente          | Ibarama     |
| Preto Miúdo                      | III | Preto           | Preto        | Ausente          | Manoel      |
| Amendoim                         | II  | Vermelho        | Vermelho     | Ausente          | Santa Maria |
| Amendoim Rio Pardo               | II  | Vermelho        | Vermelho     | Ausente          | Rio Pardo   |
| Cavalo                           | I   | Rajado          | Bege         | Preto            | Santa Maria |
| Cavalo Rajado                    | I   | Rajado          | Bege         | Preto            | Santa Maria |
| Cavalo Rio Pardo                 | I   | Rajado          | Bege         | Castanho         | Rio Pardo   |
| Rajado Vermelho                  | I   | Rajado          | Vermelho     | Rosa             | Manoel      |
| Grosso Santa Maria               | II  | Mouro           | Roxo         | Preto            | Santa Maria |
| Grosso Ibarama                   | II  | Mouro           | Roxo         | Preto            | Ibarama     |
| Mourinho                         | II  | Mouro           | Cinza        | Preto            | Ibarama     |
| Mourinho Marrom                  | III | Mouro           | Marrom       | Castanho claro   | Ibarama     |
| Carioca Vermelho                 | II  | **SGD           | Vermelho     | Preta            | Santa Maria |
| Perdiz                           | II  | **SGD           | Marrom       | Cinza            | Ibarama     |
| Tubiano                          | I   | **SGD           | Vermelho     | Branco           | Ibarama     |
| -----Cultivares Testemunhas----- |     |                 |              |                  |             |
| Carioca                          | III | Carioca         | Bege         | Marrom           | Santa Maria |
| Pérola                           | III | Carioca         | Bege         | Marrom           | Santa Maria |
| BRS Valente                      | II  | Preto           | Preto        | Ausente          | Santa Maria |
| Guapo Brilhante                  | II  | Preto           | Preto        | Ausente          | Santa Maria |

\*\*SGD = sem grupo definido

A densidade de semeadura foi ajustada de acordo com o hábito de crescimento (HC) de cada cultivar, sendo utilizadas 18 sementes por metro linear para as cultivares de HC determinado (tipo I), 16 sementes por metro linear para as cultivares de HC indeterminado com guias curtas (tipo II) e 13 sementes por metro linear para as cultivares de HC indeterminado com guias longas (tipo III). Assim, a expectativa de população de plantas foi de 300.000 plantas ha<sup>-1</sup>, 260.000 plantas ha<sup>-1</sup> e 220.000 plantas ha<sup>-1</sup>, para as cultivares do tipo I, II e III, respectivamente (CTSBF, 2010).

Durante o desenvolvimento da cultura realizou-se o controle de plantas daninhas por meio de capinas manuais e/ou arranquio das plantas remanescentes, quando estas se encontravam em estágio inicial de desenvolvimento, de modo a proporcionar vantagem competitiva à espécie cultivada até o estabelecimento do dossel de plantas. Após o estabelecimento do dossel de plantas na parcela, o controle de plantas daninhas foi efetuado com roçada mecânica. O controle de insetos foi realizado durante todo o período de desenvolvimento da cultura, sendo utilizado o inseticida Tiametoxam + Lambda-Cialotrina na

concentração de 125 mL ha<sup>-1</sup>, sempre que a infestação apresentou cerca de 5% de dano, e não se fez tratamento fitossanitário para o controle de doenças.

A floração foi determinada pelo número de dias da emergência até o estágio R6, caracterizado quando metade mais uma das plantas da área útil apresentavam-se em plena floração, segundo a escala de desenvolvimento fenológica descrita por Fernandez et al. (1986). O ciclo foi avaliado como o período compreendido entre a emergência e a maturação para a colheita das plantas da área útil (estádio R9).

Para a determinação dos caracteres morfológicos e de produção, na maturação foram coletadas aleatoriamente 10 plantas na área útil da parcela para a determinação dos valores de altura de inserção da primeira vagem, altura de inserção da última vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos.

A produtividade de grãos foi quantificada utilizando-se as 10 plantas coletadas ao acaso mais o restante de plantas colhidas na parcela útil. As plantas foram trilhadas manualmente e os grãos foram secos ao sol e em secador estacionário de grãos, dotado de gavetas removíveis, até 13% de umidade, quando se determinou a produtividade de grãos.

A determinação da coloração do tegumento dos grãos foi realizada em três repetições de aproximadamente 200 g de grãos, com um colorímetro marca Minolta modelo CR 310. As leituras foram realizadas durante o dia, no interior de uma sala iluminada com lâmpadas fluorescentes. Para tanto, amostras de grãos de cada cultivar foram dispostas sobre placas de *petri* de 22 cm de diâmetro e 3 cm de altura, de maneira que as mesmas cobrissem completamente o fundo do recipiente (Figura 2), e a leitura foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Brackmann et al. (2002).



Figura 2 - Colorímetro usado para a determinação da coloração do tegumento dos grãos.

Fonte: Arquivo pessoal

O uso do colorímetro possibilitou a identificação do espectro de cores, em um sistema tridimensional, deste modo, foram avaliados três parâmetros de cor: L,  $a^*$  e  $b^*$ . O valor L fornece a luminosidade, variando do branco ( $L=100$ ) ao preto ( $L=0$ ). O valor de cromaticidade  $a^*$  caracteriza a coloração na região do vermelho (+60) ao verde (-60) e o valor de cromaticidade  $b^*$  indica a coloração no espectro de cores do amarelo (+60) ao azul (-60). A Figura 3 apresenta o diagrama de cores estabelecido pela Comissão Internacional de Iluminação (Commission Internationale de l'Eclairage – CIE, 1976).

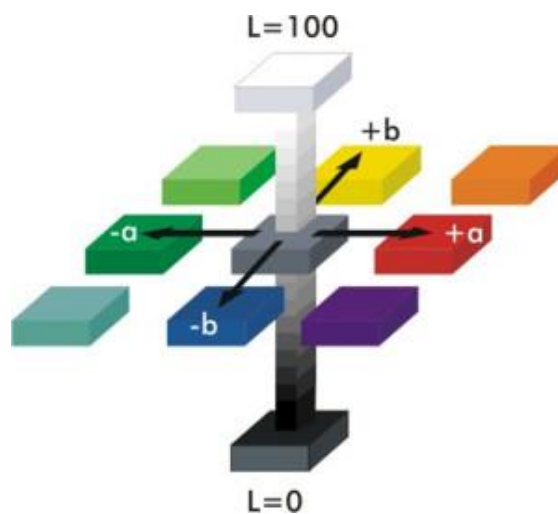


Figura 3 - Diagrama de cores CIE  $L^* a^* b^*$ .

Fonte: Hunter Lab (1996)

A porcentagem de absorção de água pelos grãos foi determinada pela diferença de peso dos grãos antes e após o período de embebição. Para tanto, 25 grãos de cada amostra foram colocados dentro de um copo plástico de 200 ml e se acrescentou 50 ml de água destilada. Após oito horas de embebição em temperatura ambiente ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), a água foi eliminada e os grãos foram levemente secos com papel toalha, antes da pesagem. Na sequência, o tempo de cozimento dos grãos foi avaliado utilizando os mesmos grãos, previamente embebidos em água destilada por oito horas. Cada grão foi posicionado sob uma haste do cozedor de Mattson e o aparelho foi colocado dentro de uma panela de pressão doméstica de 7 litros, que continha 3 litros de água destilada em ebulição. A panela foi mantida em fogo médio, sem tampa, e à medida que ocorreu o cozimento, a haste caiu e perfurou o grão. O tempo médio de queda das 13 primeiras hastes foi considerado como tempo de cozimento de cada amostra (RIBEIRO et al., 2007).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, segundo o modelo de blocos ao acaso. Como a amostragem para as avaliações de luminosidade, índice de cromaticidade  $a^*$ , índice de cromaticidade  $b^*$ , porcentagem de absorção e tempo de cozimento foi realizada dentro de cada bloco, o modelo matemático para estes caracteres, também, seguiu o delineamento de blocos casualizados. A homogeneidade das variâncias residuais foi verificada pelo teste F máximo de Hartley (CRUZ; REGAZZI, 2004). O teste F (valor de  $p < 0,05$ ) foi usado para os testes das hipóteses dos efeitos principais e da interação cultivar x local de cultivo. O efeito de cultivar foi considerado fixo e os demais (bloco, locais e interação) aleatórios. A comparação das médias entre as cultivares foi realizada pelo teste de Scott-Knott (valor de  $p = 0,05$ ).

As associações entre os caracteres foram obtidas a partir da estimativa da matriz com os coeficientes de correlação linear de Pearson entre as cultivares crioulas para os caracteres número de dias para a floração, ciclo, altura de inserção da primeira vagem, altura de inserção da última vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos, sendo verificada a significância dos coeficientes por meio do teste  $t$  de Student (valor de  $p = 0,05$ ). O grau de multicolinearidade da matriz de correlações entre as variáveis foi estabelecido com base no seu número de condições (NC), que é a razão entre o maior e o menor autovalor da matriz de correlação fenotípica, conforme critério de Montgomery; Peck (CRUZ, 2006). A análise dos autovalores da matriz de correlação fenotípica foi efetuada, visando identificar a natureza da dependência linear existente entre os caracteres e detectar quais contribuem para o aparecimento da multicolinearidade (CRUZ, 2006). Os desdobramentos das correlações fenotípicas entre os caracteres em efeitos diretos e indiretos sobre o caráter produtividade de grãos foram realizados por meio de análise de trilha. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se a planilha eletrônica Office Excel e o programa Genes (CRUZ, 2006).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os dados meteorológicos registrados durante o período de cultivo dos experimentos de Alegrete e de Santa Maria estão representados na Tabela 3. As principais diferenças

observadas entre os locais de cultivo foram relativas, principalmente, à quantidade e distribuição da precipitação pluvial.

Tabela 3 - Dados meteorológicos coletados no 8º Distrito de Meteorologia na Estação Meteorológica de Alegrete, instalada no Instituto Federal Farroupilha Campus Alegrete (latitude 29.7116°, longitude 55.5261° e 121 m altitude) e na Estação Meteorológica de Santa Maria, instalada na Universidade Federal de Santa Maria (latitude 29°42' S, longitude 53°49' W e 95 m altitude), Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

|                         | ----Alegrete---- |       |       |       | ----Santa Maria---- |       |       |       |
|-------------------------|------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
|                         | Nov              | Dez   | Jan   | Fev   | Nov                 | Dez   | Jan   | Fev   |
| Temperatura mínima (°C) | 22,8             | 23,0  | 22,6  | 22,9  | 22,0                | 23,3  | 22,2  | 22,8  |
| Temperatura máxima (°C) | 24,4             | 24,2  | 23,9  | 24,1  | 23,4                | 24,5  | 23,7  | 24,2  |
| Temperatura média (°C)  | 23,6             | 23,6  | 23,2  | 23,5  | 22,7                | 23,9  | 22,9  | 23,5  |
| Precipitação (mm)       | 16,5             | 373,4 | 124,0 | 213,8 | 78,8                | 313,4 | 151,6 | 102,2 |

A variância do erro experimental dos dois locais de cultivo foi homogênea pelo teste F máximo de Hartley, possibilitando a realização da análise de variância conjunta, para todos os caracteres avaliados. Assim, interação cultivar x local significativa foi observada em relação à floração, ciclo, altura de inserção da primeira vagem, altura de inserção da última vagem, número de vagens por planta, produtividade de grãos, valor de cromaticidade b\*, porcentagem de absorção e tempo de cozimento (Tabela 4). Trabalhos anteriores, também, verificaram interação cultivar x ambiente significativa para a altura de inserção da primeira vagem (ZILIO et al., 2013), o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos (COELHO et al., 2010; ZILIO et al., 2011) em cultivares crioulas de feijão coletadas de agricultores em diferentes Estados e regiões.

No presente estudo, também, foi constatado efeito significativo de cultivares para número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, valor de luminosidade (L) e de cromaticidade a\*. Portanto, foi observada variabilidade genética entre as cultivares para todos os caracteres avaliados, possibilitando a seleção de cultivares crioulas de feijão com alto desempenho agrônômico e com qualidade de cozimento.

O coeficiente de variação variou de 5,36 (ciclo) a 26,01% (número de vagens por planta) (Tabela 4). O número de vagens por planta, a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos apresentaram coeficiente de variação superior 22,41%, portanto, de acordo com a classificação proposta por Lucio; Storck; Banzatto (1999) para experimentos com feijão, foram de baixa precisão experimental. Todos os demais caracteres foram avaliados com alta precisão experimental.

Tabela 4 - Análise de variância conjunta dos caracteres número de dias da emergência à floração (floração, dias), número de dias da emergência à maturação (ciclo, dias), altura de inserção da primeira vagem (A1V, cm), altura de inserção da última vagem (AUV, cm), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G, g), produtividade de grãos (PROD, kg ha<sup>-1</sup>), valor de luminosidade (L), cromaticidade a\* (a), cromaticidade b\* (b), porcentagem de absorção (% ABS) e tempo de cozimento (cozimento, segundos) de cultivares crioulas de feijão avaliadas em cultivo de safra 2012/2013 em Alegrete (AL) e em Santa Maria (SM), RS.

| Fonte de variação | GL | ----- Quadrado médio ----- |                     |                          |                      |                    |
|-------------------|----|----------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|
|                   |    | FLORAÇÃO                   | CICLO               | A1V                      | AUV                  | NVP                |
| Cultivar (C)      | 22 | 75,92*                     | 454,24*             | 246,01*                  | 1847,56*             | 36,90*             |
| Local (L)         | 1  | 1974,52*                   | 505,04*             | 378,98*                  | 374,29 <sup>ns</sup> | 265,96*            |
| C x L             | 22 | 14,17*                     | 29,75*              | 40,46*                   | 265,73*              | 10,92*             |
| Bloco/Local       | 4  | 17,04                      | 10,33               | 16,80                    | 83,68                | 4,98               |
| Erro              | 88 | 5,44                       | 18,34               | 21,63                    | 92,95                | 5,79               |
| Média             |    | 33,69                      | 79,91               | 29,94                    | 66,82                | 9,25               |
| CV(%)             |    | 6,92                       | 5,36                | 15,53                    | 14,43                | 26,01              |
|                   | GL | NGV                        | M100G               | PROD                     | L                    | a                  |
| Cultivar (C)      | 22 | 2,63*                      | 197,67*             | 3408451,90*              | 1058,44*             | 310,39*            |
| Local (L)         | 1  | 0,11 <sup>ns</sup>         | 74,62 <sup>ns</sup> | 3850352,18 <sup>ns</sup> | 0,80 <sup>ns</sup>   | 1,19 <sup>ns</sup> |
| C x L             | 22 | 0,20 <sup>ns</sup>         | 25,94 <sup>ns</sup> | 302389,60*               | 19,45 <sup>ns</sup>  | 3,08 <sup>ns</sup> |
| Bloco/Local       | 4  | 0,62                       | 40,24               | 600691,63                | 26,53                | 1,03               |
| Erro              | 88 | 0,14                       | 40,62               | 158962,87                | 36,01                | 2,44               |
| Média             |    | 3,40                       | 24,60               | 1.778,94                 | 35,17                | 7,93               |
| CV(%)             |    | 10,97                      | 25,90               | 22,41                    | 17,06                | 19,70              |
|                   | GL | b                          | % ABS               | COZIMENTO                |                      |                    |
| Cultivar (C)      | 22 | 282,93*                    | 407,15*             | 101246,44*               |                      |                    |
| Local (L)         | 1  | 3,63 <sup>ns</sup>         | 658,45*             | 9318,52 <sup>ns</sup>    |                      |                    |
| C x L             | 22 | 2,80*                      | 126,14*             | 34344,37*                |                      |                    |
| Bloco/Local       | 4  | 1,97                       | 27,36               | 11934,58                 |                      |                    |
| Erro              | 88 | 1,44                       | 58,85               | 15305,67                 |                      |                    |
| Média             |    | 7,96                       | 93,93               | 1452,75                  |                      |                    |
| CV(%)             |    | 15,08                      | 8,17                | 8,51                     |                      |                    |

\* Significativo pelo teste F (valor de p=0,05); ns= não significativo; CV(%) = Coeficiente de variação.

A aplicação do teste de Scott-Knott possibilitou a estratificação das cultivares de feijão em dois grupos quanto ao número de dias para a floração em Alegrete: floração mais precoce, de 31,67 a 36,33 dias e floração mais tardia, de 38,00 a 42,00 dias (Tabela 5). Já, em Santa Maria, quatro grupos de cultivares foram formados, sendo que as cultivares crioulas Azulão, Guabiju, Amendoim, Amendoim Rio Pardo, Cavalo, Cavalo Rajado, Cavalo Rio Pardo, Rajado Vermelho e Grosso Santa Maria apresentaram floração mais precoce do que as cultivares comerciais (Carioca, Pérola, BRS Valente e Guapo Brilhante). O caráter número de dias para a floração em feijão é de alta herdabilidade (SANTOS; VENCOVSKY, 1986),

possui correlação alta e positiva com o ciclo ( $r= 0,770$ ) (SILVA et al., 2007) e é de fácil determinação a campo, portanto pode ser usado pelo programa de melhoramento para identificar cultivares precoces. Entretanto, a seleção de cultivares de feijão de floração precoce nem sempre estará associada à identificação de cultivares de ciclo mais precoce (RIBEIRO; JOST; CARGNELUTTI FILHO, 2004).

Tabela 5 - Média do número de dias da emergência à floração (floração, dias), ciclo (ciclo, dias), altura de inserção da primeira vagem (AIV, cm) e altura de inserção da última vagem (AUV, cm) de cultivares crioulas de feijão avaliadas em cultivo de safra 2012/2013 em Alegrete (AL) e em Santa Maria (SM), RS

| Cultivar                     | ----FLORAÇÃO---- |         | -----CICLO----- |         | -----AIV----- |         | -----AUV----- |         |
|------------------------------|------------------|---------|-----------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|
|                              | AL               | SM      | AL              | SM      | AL            | SM      | AL            | SM      |
| Carioca Santa Maria          | 42,00 a          | 33,00 b | 87,33 a         | 82,33 a | 29,77 a       | 36,43 b | 92,79 a       | 90,52 a |
| Azulão                       | 32,33 b          | 27,33 c | 70,33 a         | 62,33 a | 24,07 b       | 23,08 c | 44,98 c       | 44,89 d |
| Banana                       | 39,00 a          | 35,33 a | 89,33 a         | 84,67 a | 23,23 b       | 22,79 c | 50,66 c       | 50,40 c |
| Guabiju                      | 33,00 b          | 26,67 c | 68,67 a         | 66,67 b | 27,18 b       | 26,30 c | 83,62 a       | 59,47 c |
| Palha Roxa                   | 39,33 a          | 30,67 b | 87,33 a         | 78,33 a | 29,22 a       | 34,16 b | 66,72 b       | 67,41 b |
| Preto Miúdo                  | 39,67 a          | 32,33 b | 86,33 a         | 84,67 a | 35,58 a       | 38,07 b | 86,09 a       | 75,38 b |
| Amendoim                     | 34,67 b          | 25,67 c | 91,00 a         | 83,67 a | 25,65 b       | 43,77 a | 60,22 b       | 75,29 b |
| Amendoim Rio Pardo           | 41,33 a          | 26,33 c | 88,00 a         | 78,33 a | 33,61 a       | 35,50 b | 82,80 a       | 60,24 c |
| Cavalo                       | 31,67 b          | 23,33 d | 68,00 c         | 61,33 c | 16,85 c       | 20,62 c | 39,14 c       | 43,11 d |
| Cavalo Rajado                | 33,00 b          | 23,00 d | 64,33 c         | 60,33 c | 18,36 c       | 20,64 c | 40,49 c       | 38,44 d |
| Cavalo Rio Pardo             | 35,33 b          | 21,67 d | 73,33 c         | 60,00 c | 16,70 c       | 21,37 c | 38,69 c       | 36,58 d |
| Rajado Vermelho              | 34,67 b          | 27,00 c | 89,67 a         | 84,67 a | 29,94 a       | 28,02 c | 78,60 a       | 42,21 d |
| Grosso Santa Maria           | 33,33 b          | 28,33 c | 73,67 b         | 67,33 b | 24,01 b       | 27,36 c | 58,70 b       | 58,38 c |
| Grosso Ibarama               | 40,33 a          | 30,33 b | 85,33 a         | 84,00 a | 34,56 a       | 39,01 b | 82,18 a       | 78,78 b |
| Mourinho                     | 41,00 a          | 34,67 a | 85,67 a         | 86,33 a | 30,55 a       | 42,49 a | 70,35 a       | 79,56 b |
| Mourinho Marrom              | 40,67 a          | 38,00 a | 86,00 a         | 85,00 a | 31,71 a       | 33,56 b | 83,12 a       | 78,28 b |
| Carioca Vermelho             | 40,33 a          | 37,33 a | 84,67 a         | 85,33 a | 36,43 a       | 46,38 a | 87,85 a       | 90,28 a |
| Perdiz                       | 39,33 a          | 32,00 b | 84,00 a         | 84,67 a | 30,99 a       | 36,67 b | 67,57 b       | 81,29 b |
| Tubiano                      | 38,00 a          | 29,33 b | 86,67 a         | 84,33 a | 25,97 b       | 21,91 c | 41,03 c       | 40,12 d |
| Carioca <sup>1</sup>         | 39,67 a          | 31,33 b | 87,67 a         | 84,33 a | 38,57 a       | 32,28 b | 102,67 a      | 72,62 b |
| Pérola <sup>1</sup>          | 36,33 b          | 33,00 b | 77,67 a         | 86,00 a | 31,66 a       | 35,33 b | 91,10 a       | 94,15 a |
| BRS Valente <sup>1</sup>     | 38,67 a          | 31,67 b | 87,67 a         | 86,33 a | 29,52 a       | 31,19 b | 65,81 b       | 73,49 b |
| Guapo Brilhante <sup>1</sup> | 38,33 a          | 29,67 b | 73,33 a         | 73,00 b | 26,39 b       | 29,81 c | 59,52 b       | 68,04 b |
| Média cultivares crioulas    | 37,31            | 29,59   | 81,56           | 77,07   | 27,60         | 31,48   | 66,08         | 62,66   |
| Média cultivares comerciais  | 38,25            | 31,41   | 81,58           | 82,41   | 31,53         | 32,15   | 79,77         | 77,07   |
| CV(%)                        | 8,01             | 4,55    | 5,43            | 5,27    | 11,53         | 18,07   | 14,19         | 14,67   |

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo, pelo teste de Scott-Knott (valor de  $p= 0,05$ ).

<sup>1</sup> Cultivares comerciais utilizadas como testemunhas.

O ciclo variou entre as cultivares e entre os locais avaliados (Tabela 5). Entretanto, as cultivares crioulas Cavalo, Cavalo Rajado e Cavalo Rio Pardo apresentaram ciclo mais precoce do que as cultivares comerciais (Carioca, Pérola, BRS Valente e Guapo Brilhante), nos dois locais de cultivo. As cultivares de feijão de ciclo precoce têm a colheita realizada em cerca de 70 dias, portanto constituem em uma alternativa de cultivo para os produtores rurais que realizam rotação de culturas e que necessitam obter o produto em menor tempo

(RIBEIRO et al., 2008). O ciclo em feijão é um caráter bastante influenciado pelo ambiente. Ribeiro; Jost; Cargnelutti Filho (2004), avaliando 16 cultivares de feijão em diferentes ambientes, não identificaram nenhuma cultivar com previsibilidade fenotípica para o ciclo, o que dificultou a seleção de cultivares com base neste caractere. No entanto, no presente estudo foi possível identificar três cultivares crioulas de ciclo precoce Cavalão, Cavalão Rajado e Cavalão Rio Pardo no cultivo em Alegrete e em Santa Maria.

Em Alegrete, a maior altura de inserção da primeira vagem foi observada para as cultivares crioulas Carioca Santa Maria, Palha Roxa, Preto Miúdo, Amendoim Rio Pardo, Rajado Vermelho, Grosso Ibarama, Mourinho, Mourinho Marrom, Carioca Vermelho e Perdiz que não diferiram significativamente das cultivares testemunhas (Carioca Pérola e BRS Valente) (Tabela 5). Em Santa Maria, por sua vez, se destacaram quanto à altura de inserção da primeira vagem as cultivares crioulas Amendoim, Mourinho e Carioca Vermelho, superando todas as cultivares testemunhas. Provavelmente, a quantidade e a distribuição da precipitação pluvial verificada nos dois locais de cultivo (Tabela 1) tenham contribuído para as diferenças de resposta observada para as cultivares avaliadas.

No entanto, foi possível observar que as cultivares Mourinho e Carioca Vermelho apresentaram altura de inserção da primeira vagem superior, independente do local de cultivo. A seleção de cultivares de feijão com maior altura de inserção da primeira vagem é de grande importância para o melhoramento genético, pois facilita a colheita mecanizada e a manual, bem como os demais tratamentos culturais (MENDES; RAMALHO; ABREU, 2009). Além disso, se apresentarem porte ereto e uma maior altura de inserção da primeira vagem, a qualidade dos grãos colhidos poderá ser maior, pois se evita o contato das vagens com o solo úmido.

Com relação à altura de inserção da última vagem se observou em Alegrete a formação de três grupos de cultivares e em Santa Maria, quatro grupos (Tabela 5). As cultivares crioulas que apresentaram altura de inserção da última vagem inferior ao valor obtido nas cultivares comerciais foram Azulão, Banana, Cavalão, Cavalão Rajado, Cavalão Rio Pardo e Tubiano, em Alegrete, e Azulão, Banana, Guabiju, Amendoim Rio Pardo, Cavalão, Cavalão Rajado, Cavalão Rio Pardo, Rajado Vermelho, Grosso Santa Maria e Tubiano, em Santa Maria. As diferenças registradas nos dois locais de estudo confirmam a influência dos fatores ambientais sobre estes caracteres.

As cultivares crioulas Azulão, Banana, Cavalão, Cavalão Rajado, Cavalão Rio Pardo e Tubiano, apresentaram altura de inserção de última vagem inferior aos valores obtidos pelas cultivares testemunhas nos dois locais de cultivo. Essa característica é importante para a seleção, pois as plantas de feijão com menor altura de inserção da última vagem serão mais



compactas e, portanto, poderão ser mais resistentes ao acamamento. Isso é particularmente importante quando se considera o fato que o acamamento é um dos fatores que limitam a produção de feijão (VALÉRIO; ANDRADE; FERREIRA, 1999) e que plantas acamadas, normalmente, produzem grãos de qualidade inferior (SILVA et al., 2008).

Em relação ao número de vagens por planta, apenas em Alegrete foi possível identificar uma cultivar crioula que superou às cultivares testemunhas, Preto Miúdo (18,57) (Tabela 6). Em Santa Maria, houve a formação de dois grupos, sendo que a cultivar crioula Carioca Santa Maria obteve número de vagens por planta semelhante ao verificado nas cultivares testemunhas Pérola, BRS Valente e Guapo Brilhante.

Tabela 6 - Média do número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G, g) e produtividade de grãos (PROD, kg ha<sup>-1</sup>) de cultivares crioulas de feijão avaliadas em cultivo de safra 2012/2013 em Alegrete (AL) e em Santa Maria (SM), RS.

| Cultivar                     | -----NVP----- |         | NGV    | M100G   | -----PROD----- |         |
|------------------------------|---------------|---------|--------|---------|----------------|---------|
|                              | AL            | SM      |        |         | AL             | SM      |
| Carioca Santa Maria          | 13,87 b       | 11,97 a | 3,46 b | 24,02 c | 1.587 c        | 1.563 d |
| Azulão                       | 8,20 c        | 7,27 b  | 3,14 c | 25,92 c | 1.458 c        | 965 e   |
| Banana                       | 7,23 c        | 4,14 b  | 2,35 e | 20,28 d | 438 d          | 606 e   |
| Guabiju                      | 9,43 c        | 8,93 b  | 3,33 c | 30,02 b | 1.889 c        | 2.428 c |
| Palha Roxa                   | 11,68 b       | 8,10 b  | 4,21 a | 19,49 d | 1.293 c        | 2.217 c |
| Preto Miúdo                  | 18,57 a       | 8,63 b  | 4,12 a | 21,87 c | 3.326 a        | 3.746 a |
| Amendoim                     | 9,81 c        | 5,40 b  | 2,70 d | 22,58 c | 782 d          | 967 e   |
| Amendoim Rio Pardo           | 9,00 c        | 4,60 b  | 2,76 d | 23,33 c | 811 d          | 1.143 d |
| Cavalo                       | 8,50 c        | 7,17 b  | 2,46 e | 37,55 a | 1.824 c        | 1.982 c |
| Cavalo Rajado                | 9,10 c        | 8,77 b  | 3,16 c | 34,27 a | 2.927 a        | 3.251 b |
| Cavalo Rio Pardo             | 7,40 c        | 6,50 b  | 2,91 c | 35,11 a | 1.329 c        | 1.811 c |
| Rajado Vermelho              | 10,17 c       | 3,44 b  | 2,93 c | 26,85 c | 1.432 c        | 694 e   |
| Grosso Santa Maria           | 6,10 c        | 6,77 b  | 3,22 c | 29,43 b | 1.597 c        | 2.193 c |
| Grosso Ibarama               | 11,33 b       | 7,43 b  | 3,22 c | 26,76 c | 1.443 c        | 2.211 c |
| Mourinho                     | 10,97 b       | 7,22 b  | 4,30 a | 17,54 d | 1.728 c        | 2.560 c |
| Mourinho Marrom              | 12,67 b       | 7,36 b  | 4,38 a | 26,02 c | 1.841 c        | 1.817 c |
| Carioca Vermelho             | 11,54 b       | 7,69 b  | 3,78 b | 18,13 d | 1.272 c        | 1.434 d |
| Perdiz                       | 10,83 b       | 10,75 a | 4,38 a | 14,73 d | 1.188 c        | 2.521 c |
| Tubiano                      | 5,93 c        | 4,63 b  | 2,22 e | 24,24 c | 463 d          | 482 e   |
| Carioca <sup>1</sup>         | 14,14 b       | 7,26 b  | 3,86 b | 22,75 c | 2.451 b        | 2.545 c |
| Pérola <sup>1</sup>          | 13,10 b       | 11,31 a | 3,79 b | 24,16 c | 1.631 c        | 2.174 c |
| BRS Valente <sup>1</sup>     | 11,17 b       | 10,98 a | 3,69 b | 21,10 d | 1.919 c        | 2.573 c |
| Guapo Brilhante <sup>1</sup> | 13,93 b       | 14,47 a | 3,87 b | 19,75 d | 2.446 b        | 2.876 b |
| Média cultivares crioulas    | 10,12         | 7,19    | 3,31   | 25,160  | 1.326          | 1.970   |
| Média cultivares comerciais  | 13,08         | 11,00   | 3,80   | 21,94   | 2.111          | 2.542   |
| CV(%)                        | 21,60         | 31,9    | 10,97  | 25,90   | 29,05          | 16,13   |

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo, pelo teste de Scott-Knott (valor de p= 0,05).

<sup>1</sup> Cultivares comerciais utilizadas como testemunhas.

O número médio de grãos por vagem variou de 2,22 (Tubiano) a 4,38 (Mourinho Marrom e Perdiz) (Tabela 6). As cultivares crioulas Palha Roxa, Preto Miúdo, Mourinho,

Mourinho Marrom e Perdiz, exibiram maior número de grãos por vagem do que às cultivares testemunhas Carioca, Pérola, BRS Valente e Guapo Brilhante. Os valores observados foram considerados baixos para todas as cultivares avaliadas, pois para a espécie *Phaseolus vulgaris* são encontrados em média seis grãos por vagem (SILVA; COSTA, 2003). Em cultivares crioulas de feijão, o número de grãos por vagem descrito na literatura pode variar de cinco a sete (BONETT et al., 2006; ELIAS et al., 2007; ZILIO et al., 2011). No entanto, o número de grãos por vagem em feijão é muito influenciado pelas variações do ambiente (PIANA et al., 1999), sendo a cultura altamente sensível tanto a deficiência quanto ao excesso hídrico, principalmente no período de floração. Por isso, acredita-se que a alta precipitação pluvial acumulada nos dois ambientes durante o período de floração (Tabela 3), pode ter contribuído para a redução do número de grãos por vagem verificada no presente estudo.

Considerando a classificação de tamanho de grãos apresentada por Singh et al. (1989), as cultivares avaliadas no presente estudo foram agrupadas em pequenas (massa de 100 grãos <25 g): Carioca Santa Maria, Banana, Palha Roxa, Preto Miúdo, Amendoim, Amendoim Rio Pardo, Mourinho, Carioca Vermelho, Perdiz, Tubiano, Carioca, Pérola, BRS Valente e Guapo Brilhante; e médias (massa de 100 grãos de 25 g a 40 g): Azulão, Guabiju, Cavalo, Cavalo Rajado, Cavalo Rio Pardo, Rajado Vermelho, Grosso Santa Maria, Grosso Ibarama e Mourinho Marrom (Tabela 6). O tamanho dos grãos é uma das características mais importantes do ponto de vista comercial para nichos mercadológicos específicos, pois, de acordo com Blair et al. (2010), os grãos com coloração diferenciada e com tamanho de grão classificado como médio e grande, são muito aceitos no mercado internacional.

Com relação à produtividade de grãos, em Alegrete destacaram-se as cultivares crioulas Preto Miúdo (3.326 kg ha<sup>-1</sup>) e Cavalo Rajado (2.927 kg ha<sup>-1</sup>), superando às cultivares testemunhas (Carioca, Pérola, BRS Valente e Guapo Brilhante) (Tabela 6). Neste local, os menores valores de produtividade de grãos foram registrados para as cultivares crioulas Banana, Amendoim, Amendoim Rio Pardo e Tubiano. Em Santa Maria, a maior produtividade de grãos foi observada para a cultivar Preto Miúdo (3.746 kg ha<sup>-1</sup>).

As cultivares crioulas Preto Miúdo e Cavalo Rajado apresentaram produtividade de grãos similar ou superior aos valores observados para as cultivares testemunhas utilizadas neste estudo, nos dois locais de avaliação, portanto, são promissoras para o cultivo na agricultura familiar e para uso em programas de hibridação controlada em programas de melhoramento. A cultivar crioula Preto Miúdo se destacou, ainda, por apresentar maior altura de inserção da primeira vagem, maior número de vagens por planta e de grãos por vagem. Já, a cultivar Cavalo Rajado apresentou maior precocidade, menor altura de inserção da última

vagem e grãos de tamanho médio. Portanto, ambas cultivares têm características agrônômicas desejáveis para o cultivo de feijão.

Um aspecto importante a ser considerado neste estudo é o fato de que a obtenção do insumo “semente” foi realizada junto às comunidades rurais e em feiras de troca de sementes. Deste modo, os cuidados técnicos para a obtenção de sementes de qualidade nem sempre foram realizados de maneira adequada, o que pode ter comprometido a qualidade fisiológica e sanitária (ZAMBOLIM, 2005) das sementes usadas nesta pesquisa. Isto pode ter contribuído para a baixa produtividade de grãos de algumas cultivares avaliadas.

Em análise sobre os demais fatores que podem ter interferido nos dados de produtividade de grãos obtidos em Alegrete, foi observada média mensal de precipitação, durante o período de estabelecimento da cultura de 16,5 mm, valor bem inferior ao registrado em Santa Maria (78,8 mm) (Tabela 3), o que pode estar relacionado às menores médias de produtividade de grãos registradas em Alegrete. Para Vieira (2006) quando o déficit hídrico se instala no período compreendido entre a semeadura e a emissão da quarta folha trifoliolada, há prejuízo na germinação, emergência e sobrevivência das plantas, refletindo em redução na produtividade de grãos. Além disso, em Alegrete o cultivo foi realizado em sistema de plantio direto consolidado, o que favoreceu a ocorrência de nematóides causadores de galhas (*Meloidogyne spp.*) no sistema radicular das plantas e resultando em menor produtividade de grãos média das cultivares crioulas e das cultivares testemunhas.

A coloração do tegumento dos grãos das cultivares foi avaliada pelas variáveis cromatográficas (L, a\* e b\*) (Tabela 7). Com relação à luminosidade (L), foi observado que as cultivares crioulas de grãos do tipo carioca e rajado, Carioca Santa Maria, Cavalo, Cavalo Rajado e Cavalo Rio Pardo apresentaram valores de L similares às cultivares testemunhas Carioca e Pérola. Como essas cultivares crioulas apresentaram padrão de coloração semelhante às cultivares comerciais Carioca e Pérola, que têm maior claridade de tegumento (RIBEIRO; STORCK; POERSCH, 2008), espera-se que tenham maior aceitação para o consumo, pois atendem as expectativas dos consumidores desta classe de grãos. Já, as cultivares crioulas de grãos pretos, Azulão, Banana, Guabiju, Palha Roxa e Preto Miúdo não diferiram significativamente das cultivares testemunhas BRS Valente e Guapo Brillhante quanto ao valor de L. A produção de grãos de feijão preto que atendam a preferência dos consumidores deste grupo comercial, ou seja, valor de L inferior a 22 (RIBEIRO; POSSEBOM; STORCK, 2003), representa vantagens mercadológicas para a agricultura familiar.

Para o índice de cromaticidade a\* observou-se que as cultivares crioulas Amendoim, Amendoim Rio Pardo Rajado Vermelho e Carioca Vermelho apresentaram valores que caracterizam forte tendência ao vermelho, variando de 15,31 a 24,90 (Tabela 7). A cultivar Cavalo Rajado (tegumento bege com rajas pretas) não diferiu significativamente quanto ao valor de cromaticidade a\* das cultivares com grãos do tipo mouro (fundo cinza com rajas pretas) Grosso Santa Maria, Grosso Ibarama, Mourinho e Mourinho Marrom. As cultivares crioulas com tegumento preto Azulão, Banana, Guabiju, Palha Roxa e Preto Miúdo apresentaram valores de cromaticidade a\* equivalentes às cultivares comerciais com tegumento preto BRS Valente e Guapo Brilhante.

Tabela 7 - Médias da coloração do tegumento dos grãos representadas pelos índices cromatográficos de luminosidade (L), cromaticidade a (a), cromaticidade b (b), porcentagem de absorção de água (% ABS) e tempo de cozimento (COZIMENTO, minutos:segundos) de cultivares crioulas de feijão avaliadas em cultivo de safra 2012/2013 em Alegrete (AL) e em Santa Maria (SM), RS.

| Cultivar                     | L       | a       | b       |         | %ABS     |          | COZIMENTO |         |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------|---------|
|                              |         |         | AL      | SM      | AL       | SM       | AL        | SM      |
| Carioca Santa Maria          | 53,95 a | 8,40 d  | 17,15 a | 18,02 a | 103,03 a | 91,49 b  | 25:47 a   | 29:53 a |
| Azulão                       | 20,01 d | 1,51 g  | -0,26 g | -0,69 f | 95,10 a  | 91,70 b  | 24:35 a   | 24:55 b |
| Banana                       | 19,96 d | 1,10 g  | 0,30 g  | 0,03 f  | 112,02 a | 102,15 a | 18:23 b   | 20:08 c |
| Guabiju                      | 20,41 d | 2,88 g  | -1,02 g | -0,91 f | 89,77 b  | 100,13 a | 25:39 a   | 26:07 b |
| Palha Roxa                   | 20,71 d | 1,39 g  | 0,04 g  | 0,16 f  | 97,84 a  | 82,99 b  | 22:19 b   | 26:19 b |
| Preto Miúdo                  | 20,88 d | 1,71 g  | -0,09 g | 0,08 f  | 88,66 b  | 89,93 b  | 26:58 a   | 25:38 b |
| Amendoim                     | 27,34 c | 23,17 b | 9,98 c  | 9,37 c  | 99,29 a  | 95,82 a  | 27:07 a   | 22:31 c |
| Amendoim Rio Pardo           | 27,03 c | 23,50 b | 9,67 c  | 9,71 c  | 95,21 a  | 100,40 a | 24:59 a   | 24:44 b |
| Cavalo                       | 56,58 a | 8,92 d  | 16,66 a | 17,48 a | 98,50 a  | 90,75 b  | 22:05 b   | 21:34 c |
| Cavalo Rajado                | 53,79 a | 5,50 f  | 15,83 a | 15,02 b | 96,61 a  | 83,63 b  | 20:26 b   | 24:20 b |
| Cavalo Rio Pardo             | 53,88 a | 7,11 e  | 16,86 a | 15,58 b | 90,31 b  | 102,21 a | 24:17 a   | 21:11 c |
| Rajado Vermelho              | 29,24 c | 24,90 a | 10,21 c | 14,85 b | 102,32 a | 95,77 a  | 23:38 a   | 25:54 b |
| Grosso Santa Maria           | 35,62 b | 5,47 f  | 2,94 f  | 2,12 e  | 94,92 a  | 90,94 b  | 24:19 a   | 27:52 a |
| Grosso Ibarama               | 37,60 b | 4,87 f  | 4,24 e  | 3,85 e  | 103,43 a | 91,65 b  | 27:30 a   | 28:01 a |
| Mourinho                     | 38,51 b | 5,39 f  | 7,86 d  | 7,47 d  | 99,13 a  | 99,13 a  | 27:28 a   | 23:53 c |
| Mourinho Marrom              | 38,91 b | 5,46 f  | 7,74 d  | 7,63 d  | 95,73 a  | 100,50 a | 25:38 a   | 24:44 b |
| Carioca Vermelho             | 30,35 c | 15,31 c | 7,53 d  | 8,25 d  | 99,66 a  | 88,33 b  | 21:37 b   | 21:28 c |
| Perdiz                       | 38,40 b | 6,89 e  | 12,01 b | 11,82 c | 85,09 b  | 74,92 c  | 19:58 b   | 22:55 c |
| Tubiano                      | 39,19 b | 7,55 d  | 6,48 d  | 10,37 c | 106,87 a | 108,95 a | 23:52 a   | 24:14 b |
| Carioca <sup>1</sup>         | 53,43 a | 9,65 d  | 17,21 a | 17,96 a | 94,01 a  | 93,85 b  | 25:19 a   | 23:04 c |
| Pérola <sup>1</sup>          | 51,87 a | 8,97 d  | 17,76 a | 18,25 a | 95,05 a  | 97,29 a  | 25:56 a   | 25:08 b |
| BRS Valente <sup>1</sup>     | 20,72 d | 1,69 g  | 0,07 g  | 0,07 f  | 85,16 b  | 83,79 b  | 23:14 b   | 23:16 c |
| Guapo Brilhante <sup>1</sup> | 20,49 d | 1,12 g  | 0,32 g  | 0,45 f  | 82,84 b  | 53,78 d  | 22:37 b   | 21:14 c |
| Média cultivares crioulas    | 34,86   | 8,47    | 7,58    | 7,90    | 97,55    | 93,75    | 24:02     | 24:35   |
| Média cultivares             | 36,63   | 5,35    | 8,84    | 9,18    | 89,26    | 82,18    | 24:17     | 23:10   |
| CV(%)                        | 17,06   | 19,70   | 18,16   | 11,58   | 7,94     | 8,39     | 7,91      | 9,06    |

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo, pelo teste de Scott-Knott (valor de p= 0,05).

<sup>1</sup> Cultivares comerciais utilizadas como testemunhas.

Em relação ao índice de cromaticidade b\*, em Alegrete as cultivares crioulas Carioca Santa Maria, Cavalo, Cavalo Rajado e Cavalo Rio Pardo não diferiram significativamente das

cultivares comerciais Carioca e Pérola, caracterizando tendência à coloração amarela. Em Santa Maria, apenas as cultivares crioulas Carioca Santa Maria e Cavalo apresentaram valor de cromaticidade  $b^*$  semelhantes aos valores observados nas cultivares comerciais Carioca e Pérola. Portanto, o valor de cromaticidade  $b^*$  foi influenciado pelo ambiente para as cultivares do grupo carioca. Já, para as cultivares de grãos pretos, o valor de cromaticidade  $b^*$  das cultivares crioulas Azulão, Banana, Guabiju, Palha Roxa e Preto Miúdo e das cultivares testemunhas BRS Valente e Guapo Brilhante foi semelhante em Alegrete e em Santa Maria. Portanto, o valor de cromaticidade  $b^*$  não varia com o ambiente para as cultivares do grupo preto.

Nenhuma cultivar crioula de feijão avaliada superou as cultivares comerciais em relação à porcentagem de absorção e ao tempo de cozimento (Tabela 7). Entretanto, em Alegrete, as cultivares crioulas Banana, Palha Roxa, Cavalo, Cavalo Rajado, Carioca Vermelho e Perdiz apresentaram tempo de cozimento similar às cultivares testemunhas BRS Valente e Guapo Brilhante. Já, em Santa Maria, as cultivares crioulas Banana, Amendoim, Cavalo, Cavalo Rio Pardo, Mourinho, Carioca Vermelho e Perdiz foram de tempo de cozimento semelhante às cultivares testemunhas Carioca, BRS Valente e Guapo Brilhante. As cultivares crioula Banana, Cavalo, Carioca Vermelho e Perdiz foram de cozimento rápido, inferior a 30 minutos, nos dois locais de cultivo. A identificação de cultivares de feijão de cozimento rápido é uma característica desejável e, muitas vezes, determinante da aceitação de uma cultivar (RODRIGUES et al., 2005). Nenhuma das cultivares crioulas avaliadas apresentou tempo de cozimento superior a 30 min, portanto todas têm perspectivas de aceitação no mercado.

O número de dias da emergência a floração apresentou alta correlação positiva com o ciclo ( $r= 0,773$ ), com a altura de inserção da primeira vagem ( $r= 0,719$ ), com a altura de inserção da última vagem ( $r= 0,731$ ) e negativa com a massa de 100 grãos ( $r= -0,763$ ) (Tabela 8). Portanto, a seleção de cultivares crioulas de feijão com maior duração do período de floração implicará na seleção de cultivares com maior altura de inserção de primeira e de última vagem, maior número de grãos por vagem e menor massa de 100 grãos. Correlação positiva entre a floração e o ciclo ( $r = 0,67$ ) foi descrita previamente para cultivares de feijão (VEGA et al., 2010). Como a caracterização do ciclo é difícil de ser determinada a campo, a seleção de cultivares crioulas de feijão pela floração precoce pode ser utilizada na seleção indireta de cultivares crioulas precoces. A produtividade de grãos apresentou estimativa de correlação moderada com o número de vagens por planta ( $r= 0,670$ ), portanto, o aumento no valor de um caractere, implicará no acréscimo de outro. Estimativas de correlação similar em

magnitude e sinal foram observadas em estudos prévios por Barili et al. (2010) ( $r= 0,540$ ) e Cabral et al. (2011) ( $r= 0,754$ ) entre a produtividade de grãos e o número de vagens por planta em cultivares de feijão desenvolvidas pela pesquisa.

Tabela 8 - Coeficientes de correlação fenotípica de Pearson entre número de dias da emergência à floração (FLORAÇÃO), ciclo, altura de inserção da primeira vagem (A1V), altura de inserção da última vagem (AUV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PROD) de cultivares crioulas de feijão obtidas em cultivo de safra 2012/13 em Alegrete (AL) e em Santa Maria (SM), RS.

|          | CICLO  | A1V    | AUV    | NVP                 | NGV                 | M100G                | PROD                 |
|----------|--------|--------|--------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| FLORAÇÃO | 0,773* | 0,719* | 0,731* | 0,434 <sup>ns</sup> | 0,551*              | -0,763*              | -0,063 <sup>ns</sup> |
| CICLO    |        | 0,729* | 0,607* | 0,179 <sup>ns</sup> | 0,233 <sup>ns</sup> | -0,781*              | -0,340 <sup>ns</sup> |
| A1V      |        |        | 0,910* | 0,534 <sup>ns</sup> | 0,585 <sup>ns</sup> | -0,733*              | 0,074 <sup>ns</sup>  |
| AUV      |        |        |        | 0,691*              | 0,637*              | -0,589 <sup>ns</sup> | 0,182 <sup>ns</sup>  |
| NVP      |        |        |        |                     | 0,740*              | -0,282 <sup>ns</sup> | 0,670*               |
| NGV      |        |        |        |                     |                     | -0,486 <sup>ns</sup> | 0,560 <sup>ns</sup>  |
| M100G    |        |        |        |                     |                     |                      | 0,204 <sup>ns</sup>  |

\* Significativo pelo teste  $t$  ao nível de 5% de probabilidade; ns= não significativo.

Neste trabalho, quando da realização do diagnóstico de multicolinearidade entre os caracteres número de dias da emergência à floração, ciclo, altura de inserção da primeira vagem, altura de inserção da última vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos de grãos foi obtido um número de condição (NC) igual a 116,05 que, segundo a Tabela de Classificação de Montgomery; Peck (1981) citada por Cruz (2006) é classificada como sendo de moderada a forte. Portanto, é importante retirar das análises os caracteres que possam resultar em dados viesados na análise de trilha, assim, com a exclusão do caráter altura de inserção da primeira vagem, o número de condição foi reduzido para 33,12, o que permitiu a realização da análise de trilha sem colinearidade.

De acordo com os resultados da análise de trilha (Tabela 9), o número de vagens por planta apresentou maior efeito direto sobre a produtividade de grãos (0,632). As estimativas dos coeficientes de correlação entre a produtividade de grãos e o número de vagens por planta foram semelhantes ao respectivo efeito direto (em magnitude e sinal), sendo assim, essas associações explicam a relação existente entre os dois caracteres. Deste modo, a seleção visual pelo maior número de vagens por planta é fácil de ser implementada na rotina do

programa de melhoramento de feijão, portanto, o descarte de plantas nitidamente inferiores para o caráter número de vagens por planta é recomendado em cultivares crioulas de feijão.

Tabela 9 - Estimativas dos efeitos diretos e indiretos dos caracteres número de dias da emergência à floração (FLORAÇÃO), ciclo, altura de inserção da última vagem (AUV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de 100 grãos (M100G) sobre a variável produtividade de grãos (PROD).

| Efeito                              | FLORAÇÃO             | CICLO                | AUV                 | NVP                | NGV                 | M100G               |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Direto sobre PROD                   | -0,139               | -0,059               | -0,237              | 0,632              | 0,493               | 0,330               |
| Indireto via FLORAÇÃO               |                      | -0,108               | -0,101              | -0,060             | -0,077              | 0,106               |
| Indireto via CICLO                  | -0,046               |                      | -0,036              | -0,011             | -0,138              | 0,046               |
| Indireto via AUV                    | -0,173               | -0,144               |                     | -0,164             | -0,151              | 0,139               |
| Indireto via NVP                    | 0,275                | 0,113                | 0,437               |                    | 0,468               | -0,178              |
| Indireto via NGV                    | 0,272                | 0,115                | 0,315               | 0,365              |                     | -0,240              |
| Indireto via M100G                  | -0,252               | -0,258               | -0,195              | -0,931             | -0,160              |                     |
| Total (Cor. Pearson)                | -0,063 <sup>ns</sup> | -0,340 <sup>ns</sup> | 0,182 <sup>ns</sup> | 0,670 <sup>*</sup> | 0,560 <sup>ns</sup> | 0,204 <sup>ns</sup> |
| Coeficiente de determinação = 0,752 |                      |                      |                     |                    |                     |                     |
| Efeito da variável residual = 0,498 |                      |                      |                     |                    |                     |                     |

\*Significativo pelo teste *t* (valor-p=0,05); ns= não significativo

O coeficiente de determinação de 0,752 representa a medida dos efeitos dos seis caracteres (NDF, CICLO, AUV, NVP, NGV e M100G) sobre a produtividade de grãos, indicando que estes caracteres não explicam a totalidade dos efeitos relacionados à produtividade de grãos. Ressalta-se que devido aos valores dos coeficientes de determinação e aos valores residuais obtidos na análise de trilha, essas observações devem ser cuidadosamente avaliadas em ensaios posteriores.

## CONCLUSÕES

Há variabilidade genética entre as cultivares crioulas avaliadas, o que possibilita a obtenção de ganhos genéticos em programas de melhoramento com o uso deste germoplasma.

As cultivares crioulas Preto Miúdo e Cavalinho Rajado são promissoras para uso na agricultura familiar e em programas de melhoramento genético, pois apresentam alta produtividade de grãos e caracteres agrônômicos desejáveis nos dois locais de cultivo.

As cultivares Banana e Perdiz apresentam tempo de cozimento reduzido, porém, têm baixo desempenho agrônômico e tipo de grão fora de padrões comerciais, o que dificulta a sua indicação para o cultivo.

Nenhuma cultivar crioula de feijão apresenta alta porcentagem de absorção e tempo de cozimento mais rápido do que as cultivares comerciais.

A seleção indireta pelo número de vagens por planta é eficiente para o aumento da produtividade de grãos em cultivares crioulas de feijão.

Os caracteres fenológicos, morfológicos e de qualidade de cozimento não apresentam estimativas de coeficiente de correlação favoráveis à seleção indireta de cultivares crioulas de feijão com superioridade para a produtividade de grãos.

## REFERÊNCIAS

ABRASEM. **Associação Brasileira de Sementes e Mudas - Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/>>. Acesso em: 30 abr 2012.

BARILI, L. D. et al. Componentes do rendimento em acessos de feijão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.9, n.2, p. 125-133, 2010.

BEVILAQUA, G. A. P. et al. Banco de sementes de variedades crioulas e tradicionais da agricultura familiar de clima temperado. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.2, n.1, p. 654-657, 2007.

BLAIR, M.W. et al. Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. **Theoretical Applied Genetic**, v.121, n.2, p.237-248, 2010.

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

BRACKMANN, A. et al. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, p.911-915, 2002.

CABRAL, P. D. S. et al. Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.132-138, 2011.



- CARBONELL, S.A.M. et al. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.369-379, 2003.
- CARNEIRO, J. C. S. et al. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.18-24, 2005.
- COELHO, C.M.M. et al. Características morfo-agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p.1177-1186, 2010.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, UFV, 2004, 300p.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 285p.
- COMISSÃO TÉCNICA SUL BRASILEIRA DE FEIJÃO (CTSBF). **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira 2009**. Florianópolis: Epagri. 2010. 164 p.
- DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Estatísticas do meio rural: 2010-2011**. São Paulo: DIEESE; NEAD; MDA, 2011. 292p.
- ELIAS, H. T. et al. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.10, p.1443-1449, 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivares locais de feijão – Caracterização por descritores necessários à proteção legal**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2001. 92 p.
- FAO. International code of conduct for plant germplasm collecting and transfer. **FAO Conference**, Roma 2012. Disponível em: < <ftp://ext-ftp.fao.org/ag/cgrfa/GS/CCgermpE.pdf> >. Acesso em: 12 abr. 2012.
- FERNANDEZ, F. et al. **Etapas de desarrollo della planta de frijol común** (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali: CIAT, 1986. 34p.
- FONSECA, J. R. et al. Algumas características do germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) coletado no Espírito Santo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 54, n. 314, p. 358-362, 2007.
- FRANÇA, C. G. et al. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília: MDA, 2009. 96p.
- HUNTERLAB. CIE L\* a\* b\* Color Scale. **Applications note**, Reston, v.8, n.7, p.1-4, 1996.
- LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; BANZATTO, D. A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.5, n. 1, p.99-103, 1999.

MENDES, F. F.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. Índice de seleção para escolha de populações segregantes de feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.10, p.1312-1318, 2009.

MDA - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Agricultura Familiar no Brasil e o Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.mst.org.br/sites/default/files/cartilha%20ibge%20agricultura%20familiar.pdf>> Acesso em 03 mar. 2012.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

PEREIRA, T. et al. Diversity in common bean landraces from South-Brazil. **Acta Botanica Croatica**, Zagreb, v.68, n.1, p.79-92, 2009.

PETERSEN, P. Sementes da Biodiversidade. **Revista Agriculturas – Experiências em Agroecologia**. AS-PTA, Rio de Janeiro, v.4, n.3, p.4-5, 2007.

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

RIBEIRO, N. D.; POSSEBOM, S.B.; STORCK, L. Progresso genético em caracteres agronômicos no melhoramento do feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.4, p.629-633, 2003.

RIBEIRO, N. D.; JOST, E.; CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos da interação genótipo x ambiente no ciclo e na coloração do tegumento dos grãos do feijoeiro comum. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.373-380, 2004.

RIBEIRO, N. D. et al. Padronização de metodologia para avaliação do tempo de cozimento dos grãos de feijão. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.335-346, 2007.

RIBEIRO, N. D. et al. Potencial de uso agrícola e nutricional de cultivares crioulas de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.628-634, 2008.

RIBEIRO, N. D.; STORCK, L.; POERSCH, N.L. Classificação de lotes comerciais de feijão por meio da claridade do tegumento dos grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.2042-2045, 2008.

RODRIGUES, J. A. et al. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento em cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.209-214, 2005.

RODRIGUES, L.S. et al. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1275-1284, 2002.

SANTOS, J. B.; VENCOVSKY, R. Correlação fenotípica e genética entre alguns caracteres agronômicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, São Paulo, v.10, n.3, p.265-272, 1986.

SANTOS, H.G. et al. (Ed.). **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

- SILVA, R. P. et al. Desempenho operacional do conjunto trator-recolhedora de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1286-1291, 2008.
- SILVA, H. T.; COSTA, A. O. **Caracterização botânica de espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 40p.
- SILVA, G. O. et al. Correlações entre caracteres de aparência e rendimento e análise de trilha para aparência de batata. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.3, p.381-388, 2007.
- SINGH, S. P. et al. **Razas de frijol comum *Phaseolus vulgaris* L.** In: Beebe, S. (ed.). Temas actuales en mejoramiento genético del frijol comum. Programa de frijol. Cali, CIAT, p.78-91, 1989.
- SOARES, M. S. et al. Características físicas, químicas e sensoriais de feijões crioulos orgânicos, cultivados na região de Goiânia - GO. **Revista Verde**, Mossoró, v.7, n.3, p.109-118, 2012.
- VEGA, E. P. et al. Mapping of QTLs for morpho-agronomic and seed quality traits in a RIL population of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v.120, n.7, p.1367-1380, 2010.
- VALÉRIO, C. R.; ANDRADE, M. J. B.; FERREIRA, D. F. Comportamento das cultivares de feijão aporé, carioca e pérola em diferentes populações de plantas e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.3, p.515-528, 1999.
- VIEIRA, C. et al. **Feijão**, 2<sup>a</sup> Edição, Editora UFV, Viçosa, MG, 2006.
- ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV/DFP, 2005. 502p.
- ZILIO, M. et al. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.2, p.429-438, 2011.
- ZILIO, M. et al. Cycle, canopy architecture and yield of common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris*) in Santa Catarina State. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, n.1, p.21-30, 2013.