UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FCA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

ANA CLÁUDIA DE LIMA SILVA

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE FEIJÃO (*Phaseulos vulgaris* L.) MULATINHO VISANDO A OBTENÇÃO DE COLEÇÃO TEMÁTICA PARA TOLERÂNCIA À ALTA TEMPERATURA

Botucatu

2017

ANA CLÁUDIA DE LIMA SILVA

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE FEIJÃO (*Phaseulos vulgaris* L.) MULATINHO VISANDO A OBTENÇÃO DE COLEÇÃO TEMÁTICA PARA TOLERÂNCIA À ALTA TEMPERATURA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Agronomia/Agricultura.

Orientador: Rogério Peres Soratto

Coorientador:Jaison Pereira Oliveira

Botucatu

2017

S586c

SILVA, ANA CLÁUDIA DE LIMA

Caracterização morfoagronômica de acessos de feijão (Phaseolus vulgaris L.) mulatinho visando a obtenção de coleção temática para tolerância à alta temperatura / ANA CLÁUDIA DE LIMA SILVA. -- Botucatu, 2017

108 p. : il., tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu

Orientador: Rogério Peres Soratto

Coorientador: Jaison Pereira Oliveira

1. Recursos do germoplasma. 2. Phaseolus vulgaris. 3. Mudanças climáticas. 4. Feijão mulatinho. 5. Altas temperaturas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a). Essa ficha não pode ser modificada.

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

FCA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE FEIJÃO (Phaseolus vulgaris L.) MULATINHO VISANDO A OBTENÇÃO DE COLEÇÃO TEMÁTICA PARA TOLERÂNCIA À ALTA TEMPERATURA"

AUTORA: ANA CLÁUDIA DE LIMA SILVA
ORIENTADOR: ROGÉRIO PERES SORATTO
COORIENTADOR: JAISON PEREIRA DE OLIVEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ROGÉRIO PERES SORATTO
Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu

Dr. ALTAIR TOLEDO MACHADO
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados / EMBRAPA - Cerrados

Dr. PATRICIA GOULART BUSTAMANTE
Deptó de Transferência de Tecnologia / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Prof. Dr. MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO
Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu

Dr. RENATO FERRAZ DE ARRUDA VEIGA
Diretoria Administrativa / Fundação de Apoio à Pesquisa

Botucatu, 31 de maio de 2017.

Aos camponeses e camponesas, guardiões e guardiãs de sementes, que produzem alimento saudável e diversificado, garantindo a soberania alimentar brasileira.

Dr. Jaison Pereira de Oliveira (in memoriam)

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e por todos os ensinamentos religiosos que contribuíram para a minha formação cristã e libertadora, que sempre me deu forças para lutar por um sistema mais igualitário, participativo e justo, onde o amor não seja tão difícil.

Aos meus queridos pais e irmãos por me darem raízes e asas.

Prof. Dr. Rogério Peres Soratto pela orientação, pelos ensinamentos, paciência e pela experiência compartilhada.

Ao Pesquisador Dr. Jaison Pereira de Oliveira pela acolhida na EMBRAPA e todos os esforços e inspiração para realização da pesquisa e experimentação, por todo conhecimento compartilhado e suporte acadêmico para realização da tese, muito obrigada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela por meio de bolsa de doutorado e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro, concedido por meio de bolsa de doutorado (Processo nº 2014/01695-5).

À Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista – UNESP,pela oportunidade de realização do Doutorado.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA, pela disponibilidade do espaço, infraestrutura e desenvolvimento da pesquisa.

Ao Dr. Altair Machado e Drª Cynthia Machado a quem expresso minha gratidão pelos ensinamentos, exemplo de dedicação pela pesquisa participativa, por toda a atenção, amizade e conselhos oferecidos durante o trabalho com as famílias camponesas.

Ao Dr. Marc Giband e ao doutorando Saulo Muniz, pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa sobre raízes.

Aos funcionários da Embrapa Arroz e Feijão, em especial ao Dr. Cléber Guimarães, Dr. Paulo Hideo, Marta Moreira, Divino de Melo, João Mário, Salvador de Oliveira e Neide de Almeida, pelo apoio, amizade e pela ajuda na condução dos experimentos.

Ao Tobias, pelo que vivemos, pela dedicação, carinho e apoio para a realização da tese.

Às minhas amigas destas e de outras inúmeras caminhadas, Deise, Clarissa, Cristiane Alves e Pricila, que são parte da minha história e estão sempre guardadas na minha memória e no meu coração.

A Bruna e Flávio pelos conhecimentos divididos e pela amizade acima de tudo. Cada novo amigo que ganhamos no decorrer da vida nos enriquece, nos aperfeiçoa não tanto pelo que nos dá, mas pelo que nos revela de nós mesmos.

“Digamos juntos, de coração: nenhuma família sem casa, nenhum camponês sem terra, nenhum trabalhador sem direitos, nenhuma pessoa sem a dignidade que o trabalho dá.”

Papa Francisco.

RESUMO

O clima é fator imprescindível para a agricultura. Frente às mudanças climáticas situações extremas relacionando água e temperatura do ar e do solo são determinantes para a produção agrícola. A produção de alimentos, como o feijão, estará ameaçada caso não se desenvolva novas cultivares com maior tolerância ou resistência à seca e alta temperatura adaptados ao bioma brasileiro. Bancos de dados fenotípicos e genotípicos gerados na área de recursos genéticos auxiliam na escolha de genitores com características desejáveis, que possuam variabilidade alélica e produzam populações segregantes promissoras. No acervo de germoplasma de feijão comum do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Arroz e Feijão existem 745 acessos de feijão do grupo comercial mulatinho. Este grupo é importante, tanto pelo cultivo como, pela possibilidade de seleção de características interessantes às extremidades climáticas. Isso se deve ao ambiente de cultivo que ocorre onde predominam solos de baixa fertilidade e clima seco e quente, como o norte de Minas Gerais e região Nordeste do país. Foi realizado *screening* inicial, em que foram selecionados 240 acessos mais pertinentes às características buscadas para cultivares com este tipo de grão. Estes acessos foram submetidos a testes mais minuciosos com relação a cada característica buscada. Dos 240 acessos testados e analisados, foram selecionados os 100 acessos que asseguraram a conservação de alelos distintos presentes no grupo. Essa conclusão é geral e fundamentada em um modelo teórico que adota, a partir das variáveis estudadas, suposições sobre alguns parâmetros utilizados no cálculo das similaridades de acessos. Esses 100 acessos foram selecionados e compuseram experimentos em Porangatu-Goiás para caracterização morfoagronômica e em Santo Antônio de Goiás para caracterização nos ambientes considerados normais. A partir do resultado dos experimentos com os 100 acessos foi possível definir os 30 acessos que compuseram a coleção temática para altas temperaturas. Foi observado que as médias alcançadas produtividade de grãos por acesso foi respectivamente, foi de 2068,88 e 1227,19 kg ha^{-1}, para os ambientes de Santo Antônio de Goiás-GO e Porangatu-GO quando avaliado os 96 acessos, sendo que esse valor se altera para quando se faz a seleção para a formação temática, e o valor vai de para 2400,83 e 1271,48, respectivamente. Com os 30 acessos também realizou-se a caracterização

fenotípica radicular da coleção temática. A análise dos dados permitiu identificar genótipos superiores em relação aos caracteres avaliados, mas não houve correlações significativas e de elevada magnitude entre os caracteres avaliados. Os dados foram avaliados conjuntamente com a produtividade dos acessos da coleção temática avaliados para alta temperatura em Porangatu – GO e foi verificado divergências em relação à produção e sistema radicular.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Caracterização. Altas temperaturas. Morfoagronômica. BAG. Coleção temática. Feijão mulatinho.

ABSTRACT

The climate is factor indispensable for agriculture. Due to climate change extreme situations water and air temperature related which are very important for the agricultural production. The production of food, including the beans, will be threatened if there isn't development of new varieties of beans, with more tolerance or resistance to drought and high temperature adapted to the Brazilian biome. Bank of phenotypic data, generated in the area of genetic resources help in the selection of parents with desirable characteristics, which have allelic variability and produce promising segregating populations. In the collection of comum bean germplasm of active bank of germaplasm of Embrapa Rice and Beans there are 745 accessions of bean of the mulatinho commercial group. This group it's important, both by cultivation and by the possibility of selecting interesting characteristics ate climatic extremes. This is due to the cultivation environment that occurs where soils of low fertility and dry and hot climate predominate, such as the north of Minas Gerais and the Northeast region of the country. An initial screening was performed, in which 240 accessions were selected that were more pertinent to the characteristics sought for cultivars with this type of grain. These accesses were subjected to more detailed test in relation to each characteristic. Of the 240 accessions tested and analyzed, we selected the 100 accesses that ensured the conservation of distinct alleles present in the group. This conclusion in general and based on a theoretical model that adopts, based on the studied variables, assumption about some parameters used in the calculation of the similarities of accesses. These 100 accessions were selected and composed experiment in Porangatu – Goias for morphoagronomic characterization in environments considered normal. From the results of experiments with the 100 accessions it was possible to define the 30 accesses that composed the thematic collection for high temperatures. It was observed that the averages reached grain yield per access were, respectively, 2068.88 and 1227.19 Kg ha-1, for the environments of Santo Antonio of Goias and Porangatu both in Goias, that this value changes when the selection is made for the thematic formation, and the value goes from 2400.83 and 1271.4, respectively. With the 30 accesses, the phenotypic root characterization of the thematic collection. The analysis of the data allowed to identify superior genotypes in relation to the evaluated characters, but there were no significant correlation and of high magnitude among the evaluated characters. The

data were evaluated together with the productivity of the accesses of the thematic collection evaluated for high temperature in Porangatu in Goias and differences were verified in relation to the production and root system.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Description. High temperatures, Morphoagronomic. BAG. Theme collection. Mulatinho bean.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 Distribuição territorial dos 745 acessos de feijão comum do tipo mulatinho coletados e armazenados no BAG Arroz e Feijão. ---------- 44

Figura 1-2 Distribuição territorial dos 240 acessos de feijão comum do tipo mulatinho coletados e armazenados no BAG Arroz e Feijão. ---------- 45

Figura 1-3 Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 745 acessos de feijão mulatinho coletados nas unidades federativas, obtido pelo método WARD utilizando-se 28 descritores sendo eles, ecogeográficos e morfoagronômico, transformados em 86 variáveis fictícias. ---------- 48

Figura 1-4 Comparação da distribuição da frequência de variáveis em feijão comum do tipo mulatinho entre a coleção de base de 745 acessos e para os 240 acessos selecionados. ---------- 50

Figura 1-5 Distribuição de frequência das variáveis fictícias em 240 acessos de feijão comum do tipo mulatinho. ---------- 53

Figura 1-6 Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 240 acessos de feijão mulatinho coletados no território brasileiro, obtido pelo método WARD utilizando-se 28 descritores sendo eles, ecogeográficos e morfoagronômicos. ---------- 54

Figura 2-1 Valores extremos, máximos e mínimos de temperatura encontrados na série histórica em Porangatu/GO (1999 – 2005) e Santo Antônio de Goiás/GO (1983 – 2005). -- 71

Figura 2-2 Visão geral da casa de vegetação na Embrapa equipada com sistema de rizotrons. Avaliação de acessos de feijoeiro-comum do Banco Ativo de Germoplasma.---------- 74

Figura 2-3 Sistema de análise da arquitetura do sistema radicular em algodoeiro. A: Imagem do sistema radicular no rizotron obtida da câmera digital; B: estimativa da arquitetura do sistema radicular, analisada pelo software WinRhizo.---------- 75

Figura 2-4 Produtividade (kg/ha) em feijão comum tipo mulatinho em dois ambiente, Santo Antônio de Goiás/GO e Porangatu/GO,

2015. ---------- 78
Figura 2-5 Distribuição territorial dos 96 acessos do BAG Arroz e Feijão acessos de feijão comum do tipo mulatinho armazenados no BAG Arroz e Feijão. ---------- 79
Figura 2-6 Distribuição territorial dos 30 acessos de feijão comum do tipo mulatinho que compõem a Coleção Temática para alta temperatura coletados e armazenados no BAG Arroz e Feijão. ---------- 80
Figura 2-7 Distâncias de similaridade máximas, mínimas e médias, por acesso obtidas da obtidas da matriz de similaridade pela distância de Djaccard dos 30 acessos de coleção temática do feijão mulatinho, do BAG Feijão – da EMBRAPA, 2015-2016. 81
Figura 2-8 A, B e C são acessos de feijão comum que apresentaram raízes mais robustas, sendo os acessos: CF810173, CF810099 e CF800069 respectivamente. D, E e F são os acessos que apresentaram raízes menores: CF870436, CF800078 e CF840804 ---------- 86
Figura 2-9 Distribuição dos genótipos em quartis definidos pelas médias das produtividades com e sem altas temperaturas---------- 87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1 Relação dos nomes que aparecem com maior frequência repetida, na coleção de feijão comum do tipo mulatinho. ---------- 46

Tabela 1-2 Diferenças encontradas na coleção de feijão comum do tipo mulatinho, entre as cultivares de denominação Bico de Ouro. --- 46

Tabela 1-3 Diferenças encontradas na coleção de feijão comum do tipo mulatinho, entre as cultivares de denominação Mulatinho. -------- 46

Tabela 1-4 Diferenças encontradas na coleção de feijão comum do tipo mulatinho, entre as cultivares de denominação Mulatinho Vagem Roxa. ---------- 46

Tabela 1-5 Diferenças encontradas na coleção de feijão comum do tipo mulatinho, entre as cultivares de denominação Rosinha. ---------- 47

Tabela 1-6 Parâmetros agronômicos de acessos de feijão comum do tipo mulatinho, número de vagem (NV), número de sementes (NS) e peso de parcela sendo comparados para a coleção dos 745 acessos e para os 240 acessos selecionados. ---------- 49

Tabela 1-7 Esquema de aglomeração de análise hierárquica dos 50 primeiros passos do agrupamento de 240 acessos tradicionais de feijão do grupo comercial mulatinho, pelo método de Ward. -- 55

Tabela 2-1 Dados agronômicos, número de vagem normal (VN), número de vagem anormal (VAN), número de sementes normais (NSM), número de sementes abortadas (NSAB), número de sementes anormais (NSAN), produção por planta individual (PPI), peso de 100 sementes (P100S) e produtividade (PROD) obtidos no experimento de campo com 96 acessos de feijão comum mulatinho em Santo Antônio de Goiás - GO, 2015. ---------- 76

Tabela 2-2 Dados agronômicos, número de vagem normal (VN), número de vagem anormal (VAN), número de sementes normais (NSM), número de sementes abortadas (NSAB), número de sementes anormais (NSAN), produção por planta individual (PPI), peso de 100 sementes (P100S) e produtividade (PROD) obtidos no experimento de campo com 96 acessos de feijão comum mulatinho em Porangatu - GO, 2015. ---------- 76

Tabela 2-3 Dados agronômicos número de vagem normal (VN), número de vagem anormal (VAN), número de sementes normais (NSM), número de sementes abortadas (NSAB), número de sementes anormais (NSAN), produção por planta individual (PPI), peso de 100 sementes (P100S) e produtividade (PROD) obtidos no experimento de campo com 30 acessos de feijão comum mulatinho em Santo Antônio de Goiás - GO, 2015. ---------- 82
Tabela 2-4 Dados agronômicos número de vagem normal (VN), número de vagem anormal (VAN), número de sementes normais (NSM), número de sementes abortadas (NSAB), número de sementes anormais (NSAN), produção por planta individual (PPI), peso de 100 sementes (P100S) e produtividade (PROD) obtidos no experimento de campo com 30 acessos de feijão comum mulatinho em Porangatu - GO, 2015. ---------- 82
Tabela 2-5 Resumo da análise de variância para os caracteres da arquitetura do sistema radicular em feijão comum. ---------- 83
Tabela 2-6 Médias dos caracteres de arquitetura do sistema radicular em 29 acessos de feijão comum. ---------- 83
Tabela 2-7 Cultivares melhoradas e tradicionais de feijão que se cultivavam no Brasil até 1983 (VOYEST, 1983). ---------- 93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAG	Banco Ativo de Germoplasma
ICL	Índice comprimento/largura (ICL)
ITE	Índice de tolerância ao estresse

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL ---------- 23

1 CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE ACESSOS DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) COMUM DO TIPO MULATINHO ATRAVÉS DE MARCADORES MORFOAGRÔNOMICOS ---------- 34

1.1 INTRODUÇÃO ---------- 36

1.2 MATERIAL E MÉTODOS ---------- 38

1.3 RESULTADOS ---------- 43

1.4 DISCUSSÃO ---------- 56

REFERÊNCIAS ---------- 61

2 CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO RADICULAR DE UMA COLEÇÃO TEMÁTICA DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) COMUM TIPO MULATINHO PARA TOLERÂNCIA ÀS ALTAS TEMPERATURAS ---------- 64

2.1 INTRODUÇÃO ---------- 66

2.2 MATERIAL E MÉTODOS ---------- 70

2.3 RESULTADOS ---------- 76

2.4 DISCUSSÕES ---------- 88

REFERÊNCIAS ---------- 96

CONSIDERAÇÕES FINAIS ---------- 100

REFERÊNCIAS ---------- 101

ANEXOS ---------- 106

INTRODUÇÃO GERAL

Os recursos genéticos vegetais mesmo que exóticos, são um verdadeiro patrimônio para o Brasil. Compreender a rede de organização e formas de conservação é essencial para realizar trabalhos com as culturas alimentícias que garantirão a sua soberania alimentar. É fato que a produção de grãos no Brasil cresce a cada ano. Dentre as principais culturas nacionais, destaca-se o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), não só pelo aspecto econômico, mas também por sua importância como fator de segurança, soberania alimentar e nutricional.

A produção do feijão comum é caracterizada por apresentar considerável sazonalidade e ser bastante difundida em todo território brasileiro. Por este motivo, a cultura está exposta a uma grande diversidade climática, sendo a alta temperatura e umidade do ar e deficiência hídrica, consideradas como as influências mais significativas, principalmente na região do Cerrado, um dos biomas com maior produção. No Nordeste por possuir a maior área de cultivo, embora com os menores índices de produtividade, mas com rica variabilidade genética.

Outra característica que deve ser levada em consideração no cultivo do feijão comum, é que ele assume importância fundamental em regiões mais empobrecidas do país e que normalmente lidam com adversidades climáticas extremas. Nestas situações, o cultivo de feijão comum é realizado não apenas pelo potencial econômico, mas pelo valor social, cultural e alimentar.

Dada a importância da variabilidade genética existente em populações de feijão comum, o Centro de Pesquisa da Embrapa Arroz e Feijão (CNPAF) têm realizado sistematicamente, ao longo de sua existência, coletas, expedições científicas de germoplasma de feijão comum em todo o Brasil para incremento do seu Banco Ativo de Germoplasma (BAG). Tais coletas foram realizadas na propriedade de produtores, em paióis, galpões, sacarias conservados em garrafas plásticas de refrigerantes, diretamente nas lavouras ou em plantas armazenadas ainda em ramas, em feiras livres, mercados públicos e cerealistas (FONSECA et al. 2007; COSTA et al., 2012; COSTA et al., 2013; COSTA , 2015).

O BAG Arroz e Feijão é muito antigo, pois, foi criado junto com o CNPAF, em 1975, apenas um ano após a criação da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA). As atividades com arroz (*Oryza* spp.) foram iniciadas em

1976 e, posteriormente, com feijão comum (*Phaseolus* spp.) e caupi (*Vigna* spp.) (RANGEL, et al., 2013).

A conservação dos recursos genéticos em câmaras frias e secas, de conservação *ex situ* recebeu destaque, historicamente, por combater o processo de erosão genética[1], se tornando ferramenta essencial para a proteção do patrimônio genético vegetal. Tendo relevância não apenas como base para os programas de melhoramento genético, que buscam alto desempenho e maior produtividade, como também pela questão de segurança alimentar e garantia da contínua utilização das espécies vegetais mais importantes para a alimentação humana (SANTONIERI; BUSTAMANTE, 2016).

Todavia, o armazenamento *ex situ* "engessa" a semente frente às adversidades climáticas, contrapondo-a continuidade no processo evolutivo que ocorre quando há o cultivo de sementes pelos agricultores. Nesse sentido, Nodari (2007), alertou para o fato de que quando uma cultivar qualquer é reintroduzida em seu local de origem, após dez ou quinze anos conservadas ela não se apresentará em plenas condições de responder positivamente às pressões do ambiente, perdendo sua capacidade de adaptação.

Frente às mudanças climáticas, a conservação *on farm* que se caracteriza pelo manejo e cultivo contínuo de populações de plantas por comunidades tradicionais, conjuntamente com a conservação *ex situ é* que irão garantir a redução da erosão genética e manutenção da diversidade genética. Para Clemente et al. (2008), a conservação *on farm* é uma estratégia complementar à conservação *ex situ* porque permite a conservação dos processos evolutivos e de adaptação, fornecendo novos materiais genéticos.

Segundo Vieira (2000), as cultivares de feijão comum plantadas no Brasil apresentam uma base genética estreita, porque houve um processo de domesticação com a consequente diminuição da variabilidade genética. Para

---

[1]A erosão genética é definida como sendo a perda da diversidade genética, em um local particular e num período particular de tempo, incluindo a perda de genes e a perda individual de combinações de genes (FAO, 2002).Em 1996, em Leipzig, na Alemanha foi elaborada a Declaração de Leipzig (Declaração de Leipzig se encontra no Plano de ação Global para a Conservação e Utilização Sustentável das Fontes Genéticas das Plantas para a Alimentação e Agricultura, 1996), reconhecendo a importância, entre outros elementos, do papel de comunidades na conservação de recursos genéticos e da valoração das comunidades locais. A FAO ainda avaliou que a erosão genética não ocorre somente nos campos de cultivo e ecossistemas, e que ela pode acontecer nos bancos de semente (SANTONIERI; BUSTAMANTE, 2016).

Machado (2010) o predomínio da uniformidade gênica em que os organismos estão inseridos, compromete a resistência às mudanças climáticas e a resistência e/ou tolerância a diferentes tipos de estresses.

O feijão comum é uma cultura de ciclo curto, variando entre 65 a 100 dias é insensível ao fotoperíodo, pode ser cultivada em diferentes épocas do ano, e com ampla distribuição no território brasileiro. Dessa forma, intempéries climáticas como temperatura e chuva vão determinar o potencial produtivo do feijão comum, e para a sua prática agrícola é necessário obter um conhecimento dinâmico sobre as diferenças climáticas nos lugares em que se é cultivado (PORTUGAL, et al., 2015).

Dessa forma, no contexto atual de mudanças climáticas, fatores abióticos que já têm efeito na produtividade desta cultura, como calor e deficiência hídrica (TÉRAN; SINGH, 2002), podem reduzir ainda mais a produtividade num momento em que há crescimento da população mundial e consequente necessidade de mais alimentos. É imprescindível que a produtividade e o resgate da diversidade genética aumentem neste novo contexto, para garantir a segurança alimentar do planeta e a soberania alimentar dos brasileiros.

Atualmente, o BAG Arroz e Feijão é responsável tanto por atividades de pesquisa como por atividades de rotina, agregando valor e organizando todo o acervo existente para ser usado, tanto por pesquisadores de diferentes instituições como por outros interessados da sociedade brasileira que gostariam de acessar esses materiais. O acervo atual é de 17.345 acessos de feijão comum e seus parentes silvestres. Sendo que as cultivares tradicionais contabilizam 4.325, havendo repetições de nomes.

Segundo Rangel et al (2013), para eliminar os acessos redundantes são realizados testes criteriosos de identidade genética podendo ser utilizada uma caracterização aprofundada ou marcadores moleculares. A caracterização utilizada no BAG foi definida de acordo com as determinações do Bioversity International (2007), realizando-se a padronização dos descritores. Para o feijão, são utilizados internacionalmente 37 descritores morfológicos e agronômicos (SILVA, 2005).

Pesquisadores de diferentes lugares do mundo têm percebido que a mudança climática é rápida e que plantas não têm se adaptado na mesma velocidade. É perceptível que o futuro agrícola reside principalmente nas variedades

dos recursos genéticos disponíveis. A segurança alimentar depende das sementes e com as mudanças climáticas a agricultura irá enfrentar um grande desafio.

Entre as prioridades do BAG Arroz e Feijão, está a formação de coleções temáticas focadas nos principais problemas da cultura. De acordo com Pessoa Filho et al. (2010), o desenvolvimento de coleções nucleares temáticas responde a uma demanda dos programas de melhoramento genético de espécies cujos bancos de germoplasma possuem milhares de acessos. Espera-se que coleções temáticas aumentem o uso de germoplasma por meio de programas de melhoramento e facilitem o estudo das características em questão. A definição de uma coleção central para estudar resistência a altas temperaturas é uma valiosa contribuição para a compreensão do controle genético e dos mecanismos fisiológicos envolvidos na eficiência para desenvolvimento das plantas frente às mudanças climáticas.

O primeiro relatório de avaliação nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) (2013) aponta uma série de adversidades climáticas como o aumento da temperatura entre 3ºC a 6ºC até o ano de 2100 em todo o território brasileiro. Em relação às chuvas, aponta que haverá diminuição pluviométrica na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Pantanal, bem como aumento na Mata Atlântica e nos Pampas neste mesmo período. O cenário mais otimista aponta que o acréscimo de temperatura será de 1,4ºC a 3,8ºC (ASSAD; PINTO, 2013).

Nesse sentido, o presente trabalho teve o intuito de ampliar as informações já existentes para o feijão comum tipo mulatinho e resgatar materiais tolerantes ou resistentes aos ambientes em situação de extrema condição climática. O feijão comum do tipo mulatinho foi preferencialmente cultivado em regiões com condições climáticas caracterizadas com seca e alta temperatura. Acredita-se portanto, que este tipo de feijão comum possui características que o classifica enquanto tolerante ou resistente a essas condições de cultivo.

Assim, espera-se contribuir para a sociedade e pesquisa brasileira, resgatando e fornecendo materiais que possam garantir o direito à alimentação e à geração de renda para os agricultores familiares que perderam seu germoplasma de feijão comum tipo mulatinho, e disponibilizando informações para a pesquisa e germoplasma ao selecionar materiais que apresentem características promissoras de cultivo em altas temperaturas.

OS PRODUTORES DE FEIJÃO COMUM

O feijão comum pode ser cultivado em sistemas considerados de baixa tecnificação, destinados, principalmente, ao autoconsumo e em sistemas intensivos e irrigados, altamente tecnificados, destinados ao abastecimento de grandes mercados consumidores. De acordo com Aidar (2007), o ciclo de cultivo do feijão varia de 65 a 100 dias, sendo semeado em três safras distintas durante o ano.

O cultivo do feijão comum tornou-se popular na maioria das regiões do país, em uma grande diversidade de ambientes e, predominantemente, em sistemas de pequenos produtores (VIEIRA, 1988; BORÉM; CARNEIRO, 1998). É necessário enfatizar o fato de que entre os agricultores produtores de feijão comum no Brasil, o número expressivo de 90% é composto pela agricultura familiar, segundo a classificação utilizada pelo IBGE no Censo Agropecuário 2006, baseada na Lei 11.326[2], de 24 de julho de 2006 (BRASIL, 2006).

A maioria dos produtores de feijão comum usam sementes produzidas por eles mesmo (ARAÚJO et al., 1983). Segundo Peloso et al. (2008),o feijão comum é um produto que envolve aproximadamente 2 milhões de produtores dispersos no País, com 64% da produção envolvendo a agricultura familiar em estratos de área inferiores a 5 hectares. Os sistemas produtivos de feijão comum variam desde o menos tecnificado até o de mais alta tecnologia, obtendo-se uma produtividade média de 950 kg ha^{-1}, considerando as três safras (STONE et al., 2013).

Tomando a região Nordeste como exemplo, para a safra 2016/2017, considerando que é a região que mais sofre com altas temperaturas e falta de chuva, ela representou 50,6% da área plantada com feijão e 20,7% da produção, com produtividade média de apenas 448 kg ha^{-1}(IBGE, 2017). Dessa forma, podemos inferir que ações que visem melhoramento para tolerância a fatores abióticos, como seca e calor, resultariam em benefícios às regiões que sofrem com problemas de faltas de chuva no desenvolvimento da cultura.

Na avaliação de Wander (2014), a produtividade do feijão tem crescido nos últimos anos, sendo maior nos estados localizados na região Centro-Oeste. Esse acréscimo advém da 3ª safra, que é irrigada e tem tecnologias apropriadas. O pesquisador pondera, ainda, que existem duas perspectivas do cultivo do feijão no

[2] A lei 11.326, de 24 de julho de 2006, estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Dentre outras características apresentadas nessa Lei, cabe ressaltar, que é considerado “agricultor familiar e empreendedor familiar rural”, aquele que não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais. (BRASIL, 2006)

Brasil: por um lado, o da agricultura familiar, com baixa tecnificação, mas que emprega milhares de pessoas; por outro lado, o da produção altamente tecnificada, baseado no uso intensivo de agroquímicos e de maquinas para a produção e colheita, inserido na lógica do agronegócio[3]. Como se pode observar, o ponto de vista defendido pelo pesquisador é de que o modo eficiente de se produzir feijão deve ser baseado no uso de insumos externos. Dessa forma, o pesquisador nega a lógica da agricultura familiar, que busca, no âmbito das práticas agrícolas, ser menos dependente de insumos externos. O pesquisador também defende que outro aspecto que restringe o desenvolvimento dessa cadeia é a grande variedade de tipo e classes de feijões produzidos e comercializados regionalmente.

Para Petersen et al.,(2009), essas noções como modernização, progresso técnico-científico, eficiência produtiva e mesmo crescimento econômico, foram utilizadas como alavancas ideológicas poderosas e indispensáveis para que as rápidas e profundas transformações promovidas na agricultura fossem reforçadas perante o conjunto da sociedade e adotadas acriticamente como algo desejável *per se*. O que se percebe é que o atraso na agricultura para alguns ramos da pesquisa científica é o conhecimento tradicional associado a outro tipo de modernidade que é projetado com base em raízes culturais que situam agricultura familiar no espaço e no tempo.

Os programas de melhoramento atuais devem dar enfoque à realidade local do público a que se destina, adquirindo conhecimento de potenciais usos dos recursos genéticos. Seja promovendo novos arranjos organizacionais, articulando uma forma da comunidade produzir, manejar e armazenar as suas próprias sementes, garantindo a manutenção da biodiversidade e a segurança alimentar. Ou usando os recursos genéticos armazenados no BAG para que sejam utilizados em programas de melhoramento.

---

[3] O agronegócio, de acordo com Campos (2009), deve ser compreendido como uma complexa articulação de capitais vinculados aos processos agropecuários, que se consolidou no contexto neoliberal, sob a hegemonia de grupos multi e transnacionais. A aliança entre o latifúndio e o Estado, característico deste modelo de agricultura, tem transformado o interior do Brasil em um *lócus* privilegiado de acumulação capitalista, produzindo, simultaneamente, riqueza para poucos e pobreza para muitos e, por conseguinte, intensificando, nesse sentido, as múltiplas desigualdades sócioespaciais.

CENTRO DE ORIGEM E DIVERSIDADE GENÉTICA

O gênero *Phaseolus* L. (Fabaceae) apresenta distribuição exclusivamente Neotropical. O número de espécies deste gênero pode variar de 31 a 52 espécies, todas originárias do Continente Americano, sendoque somente cinco são cultivadas: *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius* A. Gray *e P. polyanthus* Greeman (Debouck, 1991, 1999). O centro de origem do gênero é o México, onde são encontradas aproximadamente 90% das espécies (MERCADO-RUANO et al., 2009). O gênero tem como principal representante o feijão comum (*P. vulgaris* L.), o qual constitui a principal fonte de alimento para diferentes populações da América Latina e África.

Foi domesticada independentemente na Mesoamérica (que compreende o sul do México, Guatemala, El Salvador, além de partes da Nicarágua, Honduras e Costa Rica) e no sul dos Andes. A adaptação para diferentes nichos ao longo da domesticação da espécie sugere que *P. vulgaris* possui muitas características adaptativas e contém uma grande diversidade genética (ACOSTA-GALLEGOS et al., 2007).

Foi identificada para o feijão comum a domesticação através de três centros de origem (*pool* gênicos), sendo eles: centro mesoamericano, centro norte andino e centro sul andino (DEBOUCK 1988). Esses três tipos de *pool* gênicos têm sido diferenciados e validados por vários marcadores, como: tamanho dos grãos, morfologia da planta, isoenzimas e marcadores moleculares (ASFAW et al., 2009).

Outro elemento que contribui para a definição do centro de origem do feijão e que tem sido estudado é a diversidade da faseolina, que é uma proteína específica do feijão e responsável por até 50% do nitrogênio total armazenado na semente. Dados genéticos baseados na diversidade de faseolina forneceram prováveis vias de disseminação. A partir de estudos realizados por Gepts e Bliss (1986) e Gepts et al. (1986), foi possível estabelecer geograficamente a ação do tipo de faseolina, verificando-se que para os feijões comum mesoamericanos constatou-se predominantemente uma faseolina tipo “S” e sementes menores. A faseolina do tipo “T” com sementes maiores e mais largas foi relatada para os feijões comum andinos. Os pesquisadores constataram que no norte dos Andes, precisamente na Colômbia, encontraram-se acessos de feijão comum com características intermediárias, como sementes pequenas com faseolinas tipo “S”, “T” e em baixa frequência o tipo “B” (GEPTS; BLISS, 1986).

Pela variabilidade genética Singh (1988), propôs o agrupamento do feijão comum em seis raças, levando em consideração aspectos ligados à evolução, morfologia, adaptação e molecular. De acordo com o referido autor existem três raças para cada grupo gênico (andino e mesoamericano).

Dessa forma, as três raças do grupo gênico andino são denominados de raça Nueva Granada (N), raça Peru (P), e raça Chile (C), composta tipicamente por raças locais do Chile. No grupo mesoamericano, as três classificações de raça encontradas são: a raça Mesoamérica (M), encontrada no México e América Central, raça Durango (D), adaptados em áreas de sequeiro provenientes do México; e raça Jalisco (J), encontrada em áreas úmidas do México (SINGH, 1988).

No trabalho realizado por Beebe et al. (2000), verificou-se que o germoplasma de feijão comum mesoamericano tem atributos agronômicos que precisam ser explorados dada a sua diversidade e complexidade.

Para o grupo gênico andino, Tohme et al. (1996), verificaram a existência de uma estreita base genética que pode estar correlacionada com a topografia dos Andes, que acabou isolando populações de feijoeiros selvagens.

Gepts et al. (1986), verificaram que houve considerável redução dos tipos de faseolina através do processo de domesticação, porém, avalia que em relação à variabilidade genética dos caracteres morfológicos ocorreu um acréscimo porque os agricultores ao longo da história e prática agrícola foram selecionando os materiais morfologicamente mais interessante para os agricultores.

O FEIJÃO COMUM DO TIPO MULATINHO

A produção total de feijão no Brasil, na safra 2016/2017 foi de aproximadamente 3,3 milhões de toneladas. A safra “das águas”, cuja semeadura é realizada de agosto a novembro, participou com cerca de 46,4% da produção total; a safra “da seca”, que correspondente aos meses de dezembro a abril, participou com 39,6% enquanto que a “de inverno”, com semeadura de abril a julho, realizada nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste, representou 14% da produção total (IBGE, 2017).No Brasil, cabe ressaltar, há confusão quando se pesquisa sobre a produção de feijão, porque nos dados que são fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) não há distinção entre as espécies cultivadas quanto à produção, se *Phaseolus vulgaris* L.

(feijão comum) ou se *Vigna unguiculata (*L.) Walp (feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão fradinho). Nesse sentido, o CNPAF realiza relevante trabalho de verificação junto às agências estaduais do IBGE no sentido de acessar os dados primários do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) na tentativa de inferir seguramente qual é a produção de cada espécie de forma distinta (MANOS et al., 2012).

Os tipos de grão largamente produzidos no Brasil são os do tipo carioca, sendo cerca de 70%, seguidos pelos de cor preta aproximadamente 20%, este dominam as áreas de cultivo e o mercado. Os outros10% são distribuídos entre os outros, sendo eles principalmente, o mulatinho, roxinho, chumbinho, manteiga (LEMOS *et* al., 2015).

O feijão comum do tipo mulatinho, objeto de estudos deste trabalho, é cultivado em ambientes onde predominam solos de baixa fertilidade e clima seco e quente, como o norte de Minas Gerais e região Nordeste do país. De acordo com Melo, et al. (2008), o Nordeste ainda é uma região de grande demanda deste tipo. Conforme Ferrari e Ramos Junior (2015), este tipo de feijão ainda é muito utilizada na região por apresentar boa qualidade culinária e ser amplamente utilizado em pratos tradicionais. Tal tipo já teve a preferência de todo o mercado nordestino e já alcançou níveis de rendimento jamais conseguido com outros tipos de grão nesta região (COSTA; LOPES, 1999).

O feijão comum do tipo mulatinho, dada a sua rusticidade e alta adaptação às condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, teve papel de destaque na subcomissão de Genética e Melhoramento da 17ª CTNBF (Comissão Técnica Norte/Nordeste Brasileira de Feijão), sendo orientado e estimulada, por esta comissão, a sua distribuição e compra pelos governos Federal, Estaduais e Municipais, em especial a cultivar “BRS Agreste” (MANOS et al., 2012).

As principais características das variedades do grão do feijão comum do tipo mulatinho é o tamanho médio, coloração marrom claro, a cor do halo é branca, é um grão opaco e com a qualidade culinária boa. O hábito de crescimento das variedades atuais é determinado e ereto, mas essa característica é efeito do melhoramento realizado, uma vez que há diversidade nas características das variedades tradicionais. A cor da flor varia, mas é majoritariamente violeta.

IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO E USO DOS RECURSOS GENÉTICOS

As formas de conservação das espécies cultivadas podem ser classificadas em *ex situ*, *in situ* e *on farm*. De acordo com Santonieri (2015), foi após conferência realizada em Roma, em 1967, que definiram que os recursos genéticos deveriam, preferencialmente, ser conservados em locais com ambiente controlado, fora de seu habitat natural, 'conservação *ex situ'*, considerando complementar as outras formas de conservação *in situ* e *on farm*.

A conservação *ex situ* de recursos genéticos vegetais é a manutenção das espécies fora do seu local de origem, conservados a curto, médio ou longo prazo (JOSÉ, 2010). Este tipo de conservação é realizado em BAG. Nesses bancos de sementes é possível garantir a integridade e viabilidade das sementes.

Os bancos de sementes, historicamente, ganharam importância sobre a justificativa diminuir os efeitos negativos da erosão genética. Segundo Carvalho et al. (2009) as causas da erosão genética, estão relacionadas, principalmente, pela perda do *habitat* natural das plantas, distúrbios no habitat, desastres naturais (seca, enchente), substituição de variedades locais ou tradicionais por novas cultivares melhoradas e mudanças nas práticas culturais.

Para que se use de forma apropriada o recurso genético de um banco de germoplasma é necessário ter informações a respeito da variabilidade e divergência genética dentro de uma espécie. Portanto, o trabalho realizado pelos BAG vai além do processo de armazenamento. Esse trabalho está relacionado com ações de intercâmbio, quarentena e coleta de sementes, caracterização morfológica e molecular, multiplicação dos acessos, avaliação agronômica, monitoramento e regeneração dos acessos armazenados, disponibilização do germoplasma e de todas as informações sobre os acessos (KARIA, 2008).

Para Santonieri e Bustamante (2016), apesar do fato de que o modelo de conservação *ex situ* tenha, historicamente, recebido destaque no combate ao processo de erosão genética, constituindo-se em um poderoso aliado para salvaguarda desse patrimônio, esse modelo tem seus limites, pois pode ser considerado "estático", uma vez que caracteriza um acesso limitado dessa biodiversidade pelos agricultores, o que engessa o processo co-evolutivo da semente, não garantindo a adaptabilidade feita durante anos de cultivo pelos agricultores.

Segundo Jamarillo e Baena 2002 na conservação *ex situ* há a conservação das combinações genéticas de um determinado momento, não ocorrendo a co-evolução, que gerará nova diversidade. Acreditam que os bancos de sementes, caracterizados pela conservação *ex situ,* devem se tornar parceiros dos produtores, e que só assim será possível garantir a integridade genética das variedades locais cultivadas.

Esta alternativa é mais eficaz, mais segura, mais duradoura e flexível, e é mais economicamente sustentável do que utilizar qualquer metodologia de forma independente (MAXTED; PAINTING; GUARINO; 1997).

CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE ACESSOS DE FEIJÃO COMUM DO TIPO MULATINHO (*Phaseolus vulgaris* L.) ATRAVÉS DE MARCADORES MORFOAGRÔNOMICOS

Ana Cláudia de Lima Silva; Jaison Pereira de Oliveira; Rogério Peres Soratto.

RESUMO: Frente às mudanças climáticas, situações extremas relacionadas às temperatura são determinantes para a produção agrícola. Banco de dados fenotípicos gerados na área de recursos genéticos agrega valor ao germoplama e auxilia na escolha de genitores com características desejáveis.No acervo de germoplasma de feijão comum do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Arroz e Feijão existem 745 acessos de feijão comum do tipo mulatinho, tipo importante, tanto pelo cultivo expressivo como, pela possibilidade de seleção de características interessantes à seleção de alelos resistentes às extremidades climáticas, devido ao ambiente de cultivo no Brasil onde predominam solos de baixa fertilidade, clima seco e quente. O presente trabalho foi conduzido em condições de casa de vegetação na Embrapa, em Santo Antônio de Goiás, GO e as análises e caracterizações foram realizadas no Laboratório de pós-colheita da EMBRAPA. Foram montados dois experimentos em casa de vegetação para caracterização morfológica. O material experimental do Experimento I foi formado pela totalidade do feijão comum mulatinho do BAG, o experimento foi conduzido com um vaso com três plantas para cada acesso. Para o Experimento II foram utilizados 240 acessos provenientes de seleção efetivada no Experimento I. Neste experimento foram utilizados quatro vasos com três plantas por vaso por acesso, sem delineamento experimental. Os acessos do Experimento I foram caracterizados com base em 23 descritores morfoagronômicos qualitativos e 5 quantitativos. Os acessos do Experimento II foram caracterizados com base em 35 descritores morfoagronômicos qualitativos e 12 quantitativos. De maneira geral, pode-se concluir que a maioria dos acessos introduzidos de feijão comum do tipo mulatinho mostrou considerável grau de dissimilaridade fenotípica. Os 240 acessos de feijão comum do tipo mulatinho apresentaram valores médios do número de vagens, sementes e massa da parcela experimental significativamente maiores do que a coleção inicial. Os 240 acessos podem ser resumidos a 100 acessos, assegurando a conservação de alelos distintos presentes no grupo.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, feijão mulatinho, caracterização, variabilidade genética, altas temperaturas.

CHAPTER 1 – CHARACTERISTICS AND SELECTION OF ACESSES OF COMMON BEAN TYPE MULATINHO OVER MARKES MORFOAGRONOMIC.

Ana Cláudia de Lima Silva; Jaison Pereira de Oliveira; Rogério Peres Soratto.

SUMMARY

The climatic change in relation with high temperature are determinants for production crops. Phenotypic database generated in the area of genetic resources adds value to the germoplama and assists in the selection of parents with desirable characteristics. In the collection of germplasm active bank (GAB) of commum beans of EMBRAPA Rice and Bean have 745 the accesses of commum bean I the important group, to grown such the possibilities of selection the interesting characteristics for the extreme climatic , due to grown environment that have low-fertility of soil and dry and warm climate. The experiment was conducted in the greenhouse in the EMBRAPA, in Santo Antônio de Goiás city, in Goiás state, Brazil. The analyzes and characterization were realized the Pos-havesting laboratory of GAB. Were realized two experiments, the of experimental material of Test 1 was formed to 745 accesses of commum bean mulatinho that have in GAB and the Experiment 2 were used 240 accesses selection of Experiment 1. The two experiments were realized in greenhouse for morphological characterization. The experiments were used 4 pots with 3 plants to access, no had experimental design. The accesses of experiment 1 were characterized with base in the 23 descriptors morphogronomics qualitative and 5 quantitative. The accesses of Experiment 2 were characterized with base in 35 descriptors morphogronomics qualitative and 12 quantitative. The conclude that the majority the access introduced of commum bean of grain mulatinho shown considerable dissimilarity phenotypic. The 240 access of commum bean mulatinho can be summarized the 100 accesses, providing the conservation of different alleles present in the group.

Key words: *Phaseolus vulgaris*,mulatinho bean, phenotypic, genetic variability and high temperatures.

1.1 INTRODUÇÃO

O feijão comum é uma cultura com alta expressão econômica e social no Brasil, pois é um dos principais alimentos do brasileiro, fonte importante de proteínas na dieta das camadas sociais de menor poder aquisitivo, e constitui-se em um componente econômico importante na propriedade agrícola, principalmente, naquelas de menor porte (BORGES et al., 2001).

Agricultores, cuja produção do feijão comum se dá em áreas pequenas e com uso de baixa tecnologia, não usam sementes melhoradas e o material genético que as famílias agricultoras utilizam é fruto do cultivo praticado ano após ano, selecionando os materiais de interesse, que atendam a necessidade de produção da região onde são produzidos (PORTUGAL et al., 2015).

No Brasil, podemos observar que o volume de feijão comum produzido é de alta expressividade, mas não há interesse por parte das indústrias sementeiras em dominar o mercado de produção de semente do feijão comum. Isto se deve principalmente ao fato de o feijão comum não constituir uma *commodity* de exportação, não estar integrado a cadeias produtivas longas de circulação, transformação industrial e consumo, além do fato de a produção provir predominantemente da agricultura familiar (LONDRES; ALMEIDA, 2009).

Dessa forma, majoritariamente, as condições de cultivo do feijão comum são caracterizadas por altos riscos bióticos e abióticos que colaboram para o baixo rendimento da cultura, pois o feijão constitui-se, dentre as culturas anuais, uma das mais sensíveis às adversidades climáticas e às pragas (YOKOYAMA et al., 1996).

Há no Brasil o cultivo de feijão comum durante três safras, que permitem o seu cultivo o ano inteiro, sendo elas primavera-verão (águas), verão-outono (seca) e outono-inverno (inverno) (VIEIRA et al., 2008).

Neste cenário produtivo brasileiro que é, historicamente, caracterizado pela produção familiar do feijão comum, há uma tendência de alteração, principalmente, na safra de inverno. Na referida safra, o feijão comum está entre as culturas mais plantadas nos sistemas produtivos explorados sob o regime de irrigação por aspersão, sobretudo, em áreas de Cerrado, em razão de sua rentabilidade atrativa e de um rápido retorno econômico (SILVA; WANDER, 2013).

Os grandes agricultores que cultivam na safra de inverno têm adotado sementes melhoradas com alto potencial produtivo em detrimento das variedades

locais de feijão comum. Portanto, é possível observar que, tanto o cultivo realizado pela agricultura familiar, caracterizado por baixas produtividades por estar em condições de cultivo com riscos bióticos e abióticos, quanto a produção em larga escala, podem comprometer a variabilidade genética do feijão comum no campo brasileiro.

Assim, o trabalho realizado nos bancos ativos de germoplasma, caracterizados pela conservação *ex situ* são de fundamental importância para os recursos genéticos das espécies alimentares, no caso deste trabalho, especificamente, sementes de feijão comum.

A conservação *ex situ* tem sido tratada como prioridade desde a Convenção em Roma 1967, em que foi definida que a conservação *ex situ* deveria ser tratada como prioridade para recursos genéticos (SANTONIERI, 2015). Em 1972, segundo Hidalgo (1991), as Nações Unidas já indicava que a conservação dos recursos genéticos deveria ser realizada em cada país, equipando e organizando centros nacionais ou regionais.

Os bancos de germoplasma garantem a conservação de materiais genéticos por serem estocados em condições adequadas. Podem ser amostras de genótipos, variedades melhoradas, variedades crioulas, espécies selvagens relacionadas a uma determinada espécie de interesse, todas genericamente denominadas de acessos (ZIMMERMAN et al.; 1996).

A caracterização de acessos em BAG é uma ferramenta essencial para subsidiar o trabalho dos melhoristas genéticos fornecendo informações para que possam ser traçadas estratégias de trabalho para o melhoramento da espécie. Segundo Borém (1998), os bancos de germoplasma são fundamentais, pois permitem aos melhoristas obter novos alelos a serem incorporados às cultivares, de acordo comos objetivos dos programas de melhoramento.

Para o feijão comum, a variabilidade existente em acessos tradicionais é de fundamental importância nas estratégias econômica e social do desenvolvimento sustentável da cultura, pois o melhoramento genético do feijão comum requer uma aquisição contínua de alelos, dependendo, portanto, da diversidade presente nos recursos genéticos (OLIVEIRA et al., 2008).

Os caracteres avaliados nos bancos de sementes podem ser morfológicos e ecogeográficos, de natureza qualitativa e quantitativa, por meio de vários métodos,

cuja escolha baseia-se na precisão desejada, na facilidade de análise e na forma como esses dados foram obtidos. De acordo com Oliveira et al. (2008), as técnicas de análise multivariada podem ser utilizadas para avaliar a divergência entre indivíduos e detectar possíveis parecenças, dessa forma, entre as técnicas da estatística multivariada, destacam-se a análise de componentes principais e os métodos de agrupamento.

O objetivo deste trabalho foi o de ampliar o banco de dados fenotípicos e do feijão mulatinho gerados na área de recursos genéticos para auxiliar na escolha de genitores com características desejáveis, que possuam variabilidade alélica e produzam populações segregantes promissoras. Acredita-se que a adaptabilidade do feijão comum tipo mulatinho seja alta, porque este material sempre foi cultivado em condições de altas temperaturas e deficiência hídrica. A identificação e caracterização deste material genético colaborarão para o aumento da estabilidade de produção, principalmente, em condições de adversidades climáticas, nesse objeto de estudo, para altas temperaturas.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação. Os acessos utilizados fazem parte do acervo do BAG Arroz e Feijão. A coleção utilizada no Experimento I foi a do feijão comum tipo mulatinho que é composto por 745 acessos. Os dados serviram de base para a seleção inicial de 240 acessos mais diversos e produtivos que posteriormente foram caracterizados morfologicamente de forma mais abrangente no Experimento II. Tal caracterização foi utilizada no estudo de divergência genética, a qual auxiliou a seleção de 100 acessos com ampla divergência genética.

Nos experimentos, a cultivar BRS Agreste foi utilizada como controle. Esta cultivar originou-se do cruzamento biparental entre os genitores CB 912052 e AN9022180, apresentando ciclo semi-precoce, variando de 75 a 85 dias, da emergência à completa maturação, cor da flor branca, cor da vagem na maturação amarelo levemente avermelhado e cor do grão bege sem brilho. Massa média de 100 grãos de 25 gramas, teor de proteína de 21% e tempo médio de cozimento de 32 minutos. Essa cultivar apresenta porte de planta ereto, resistência ao acamamento e uniformidade de coloração/tamanho de grãos. É resistente ao mosaico comum e intermediariamente resistente à Antracnose e Fusarium. A

produtividade média observada nas regiões avaliadas para cultivo foi de 3.256 kg ha^{-1} (MELO et al., 2008).

Os dois experimentos foram realizados na Fazenda Capivara da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás/GO (16º28' S, 49º17' W e altitude de 823 metros), em condições de casa de vegetação, que possui 600 m^2, sendo equipada com sistema automatizado de nebulização, micro aspersão e gotejamento para irrigação dos vasos. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Aw, que se caracteriza pelo clima tropical de savana, megatérmico, com estação seca de inverno. A temperatura média anual do ar é de 22,6°C, e o mês de junho apresenta a menor média de temperatura mínima do ar (14,1°C), enquanto o mês de setembro apresenta a maior média de temperatura máxima do ar (31,3°C).

O Experimento I foi semeado em 31/05/2013, a colheita foi realizada entre 17/08/2013 e 15/09/2013. A parcela experimental foi composta por um vaso para cada acesso com três plantas por vaso. O vaso utilizado continha um subsolo de baixa fertilidade. No experimento em si não foi realizada adubação, tendo com propósito, a seleção de acessos com potencial produtivo em cultivo de baixo uso de insumos. Os acessos foram caracterizados para número de vagem por planta (NV), número de sementes (NS) por planta e massa dos grãos de cada parcela em gramas.

As variáveis foram transformadas para um valor estatístico utilizando a fórmula:

$$s = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

Onde x é o valor observado, $\bar{X}$ é o valor da média geral da variável e S é o desvio padrão geral da variável. Os acessos selecionados foram todos aqueles que tiveram as coincidências positivas paras as três variáveis. Neste caso, sendo selecionados 240 acessos.

Para a realização do Experimento II, cada acesso foi disposto em quatro vasos com três plantas por vaso, no total de 12 plantas por acesso. Os vasos eram provenientes de reaproveitamento de solos, no qual fez-se uma rotação de culturas entre o arroz e o feijão comum. No ano de 2014, na ocasião do experimento para a cultura do feijão comum, já era a 4ª vez que o solo era utilizado.

Foi realizada adubação de plantio com a fórmula N – P_2O_5-K_2O sendo que a dose aplicada foi de 36 g $vaso^{-1}$. Foi realizado o controle de ácaros dias 16/09/2014 e 19/09/2014 com 18 g L^{-1} abamectina (1mL do produto em 1 L de água – foi aplicado 20L em toda casa de vegetação).

Os acessos foram estudados quanto aos caracteres ecogeográficos, botânicos, agronômicos e fenológicos pertinentes às plantas e sementes na fase vegetativa, reprodutiva, maturação, colheita e pós colheita.

No experimento I, os descritores ecogeográficos utilizados foram região geográfica, unidade federativa, classe de solo, altitude. Na fase de plântula foi avaliada a pigmentação do cotilédone e epicótilo, verificando a ausência ou presença de antocianina, e verificou-se também a dimensão da folha primária.

Na fase de floração avaliou-se o número de dias transcorridos da semeadura até a abertura da primeira flor em 50% das plantas da parcela, data final da floração e intervalo de floração, a cor da flor, da folha, o hábito de crescimento, número de raízes fora dos vasos, a senescência das folhas primárias, dimensão e rugosidade das folhas e presença de antocianina no caule. Na maturação de colheita na vagem foi avaliada a cor primária e secundária da vagem e uniformidade da coloração, a forma da cor secundária da vagem, o perfil da vagem, a forma e posição do dente apical.

No momento da colheita verificou-se a cor primária, cor secundária e a forma da cor, uniformidade da coloração da semente, o brilho da semente, a cor do halo, a venação podendo estar presente ou não, a massa de 100 grãos, número de vagem, número de sementes, peso da parcela experimental e tipo de planta, totalizando em 32 descritores, sendo 24 descritores de natureza qualitativa e oito de natureza quantitativa.

A coleta de dados no Experimento II foi realizada com maior número de detalhes, totalizando em 47 descritores a mais. Foram realizados arquivos individuais de fotos dos acessos em três fases: emergência e aparecimento do primeiro trifólio no dia 25/07/2014, floração para a cor da flor entre os dias 14/08 e 25/08/2014, cor da vagem na maturação no dia 16/09/2014.

Os descritores avaliados além daqueles já aplicados no Experimento I foram: a pigmentação na plântula do cotilédone e hipocótilo, quanto à presença ou não; no período da floração, a forma da folha; na maturação de colheita, a quantidade total de vagens; o número de vagens vazias por planta; o intervalo de

colheita; semente, o grupo comercial e a forma e o grau de achatamento da semente; o número de sementes totais; sementes estéreis; o peso total; o número médio de grãos por vagem.

Na fase pós-colheita foi avaliado visualmente o grau de nodulação nas raízes; observada a coloração do rizóbio; verificado a densidade do enraizamento; se havia dominância apical e raízes adventícias; foi observada se havia lesão no caule, observada no ponto de saída entre o caule e a raiz; e, finalmente, a capacidade de rebrota aos 21 dias após o corte raso feito nas plantas após a colheita das vagens. Totalizando 35 descritores de natureza qualitativa e 12 de natureza quantitativa.

A cor da flor foi observada nas primeiras horas da manhã e quando estavam completamente abertas. Foi observada a data da floração inicial e final. Após a observação foi calculada o intervalo de floração. A data de floração foi determinada pelo número de dias transcorridos do plantio até quando 50% das plantas da parcela estivessem com uma flor aberta. Com esses dados foi possível avaliar o ciclo de florescimento do acesso de feijão comum.

Para caracterização das folhas, foram usados os caracteres referentes à cor da folha, tamanho das folhas, senescência da folha, rugosidade das folhas, as medidas de comprimento e largura que resultaram no índice de comprimento / largura, também conhecido pela forma da folha que pode ser classificada em: acuminada, bruscamente acuminada ou longamente acuminada.

As folhas também foram avaliadas quanto à rugosidade, sendo classificadas como folhas lisas ou rugosas. O tamanho das folhas foi definido como pequena, normal, fora do padrão que quer dizer exageradamente grande. Em relação ao perfil da vagem, este é classificado em reto, semi-arqueado, arqueado e recurvado.

Para análise foram utilizadas estatística descritiva e estatística multivariada. Na estatística multivariada, as variáveis foram convertidas em variáveis multicategóricas, gerando uma matriz de zero e um. Neste caso, para variáveis quantitativas, tomandopor base a curva normal teórica, foram utilizados os intervalos proporcionados pela média(X) e desvio padrão (S) para compor as variáveis fictícias. Nesta caso, os descritores morfoagronômicos, tanto qualitativos e quantitativos,

foram transformadas em variáveis binárias através da criação de variáveis fictícias (OLIVEIRA et al.,2009).

Quando uma variável qualitativa possui mais de dois níveis é possível transformá-la em variáveis binárias por meio da criação de variáveis fictícias (BUSSAB et al., 1990). Sendo assim, os 32 descritores morfológicos do Experimento II referentes aos 240 acessos foram transformados em variáveis binárias, originando as variáveis fictícias, de acordo com cada classe fenotípica. No Experimento II foi realizada a criação de 186 variáveis fictícias.

Os vetores de variáveis binárias permitem gerar uma tabela de dupla entrada. Essa tabela possibilita estimar o coeficiente de parecença entre dois acessos (JOHNSON; WICHERN 2002; OLIVEIRA et al.,2009). A partir dos valores gerados pela tabela de dupla entrada (a, b, c, d), estima-se o coeficiente de parecença, condensando os valores binários, têm-se:

	Objeto 1 (o1)	
Objeto 2 (o2)	a	c

Onde, a: representa o par (1,1), e corresponde ao total de concordâncias positivas ocorridas entre os dois objetos; b: representa o par (0,1), e corresponde ao total de discordâncias ocorridas entre o objeto um e o objeto dois, respectivamente; c: representa o par (1,0), e corresponde ao total de discordâncias ocorridas entre o objeto um e o objeto dois, respectivamente e d: representa o par (0,0), e corresponde ao total de concordâncias negativas ocorridas entre os dois objetos, (DUNN; EVERITT, 1980; OLIVEIRA et al., 2009;MEYER, 2010).

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando o aplicativo SAS® 9.2 (SAS Institute Inc., 2011) e os acessos foram agrupados por meio de análise multivariada, de acordo com o método de Ward (1963). O método de Ward foi escolhido para minimizar as diferenças internas de grupos e para evitar problemas com “encadeamento” das observações encontrados no método de ligação individual. Por outro lado, com a utilização do método de Ward, podem-se obter agrupamentos com regiões bem definidas, possibilitando a observação de proximidades de acessos com características semelhantes (OLIVEIRA et al., 2011).

No Experimento II, após o processo de avaliação para a caracterização morfoagronômica, que foi estimada através de 186 variáveis fictícias foram aplicadas ao método de Ward. O estudo da diversidade genética foi utilizado para medir o grau de parecença entre os acessos.

A utilização desse método possibilita mostrar como se comportaram os dados, ou seja, a existência de algum padrão ou grau de organização dentro do conjunto de acessos estudados (OLIVEIRA et al., 2008). Por fim, foram obtidos dendrogramas resultantes da aplicação de agrupamento à matriz de dissimilaridade.

Os dados ecogeográficos foram utilizados para a produção de mapas que retratam a distribuição dos acessos de feijão comum do tipo mulatinho no território brasileiro e ainda fornece informações visuais sobre a proporção da distribuição dos acessos após a caracterização e seleção de materiais que possuem variabilidade genética e ainda garantem a riqueza alélica dos acessos de feijão comum do tipo mulatinho do BAG Arroz e Feijão.

Foi realizado um estudo com a frequência das principais características comparando o comportamento dos 745 acessos com os 240 acessos selecionados. Por fim, fez-se um estudo das frequências das variáveis fictícias nos 240 acessos de feijão comum tipo mulatinho selecionados.

1.3 RESULTADOS

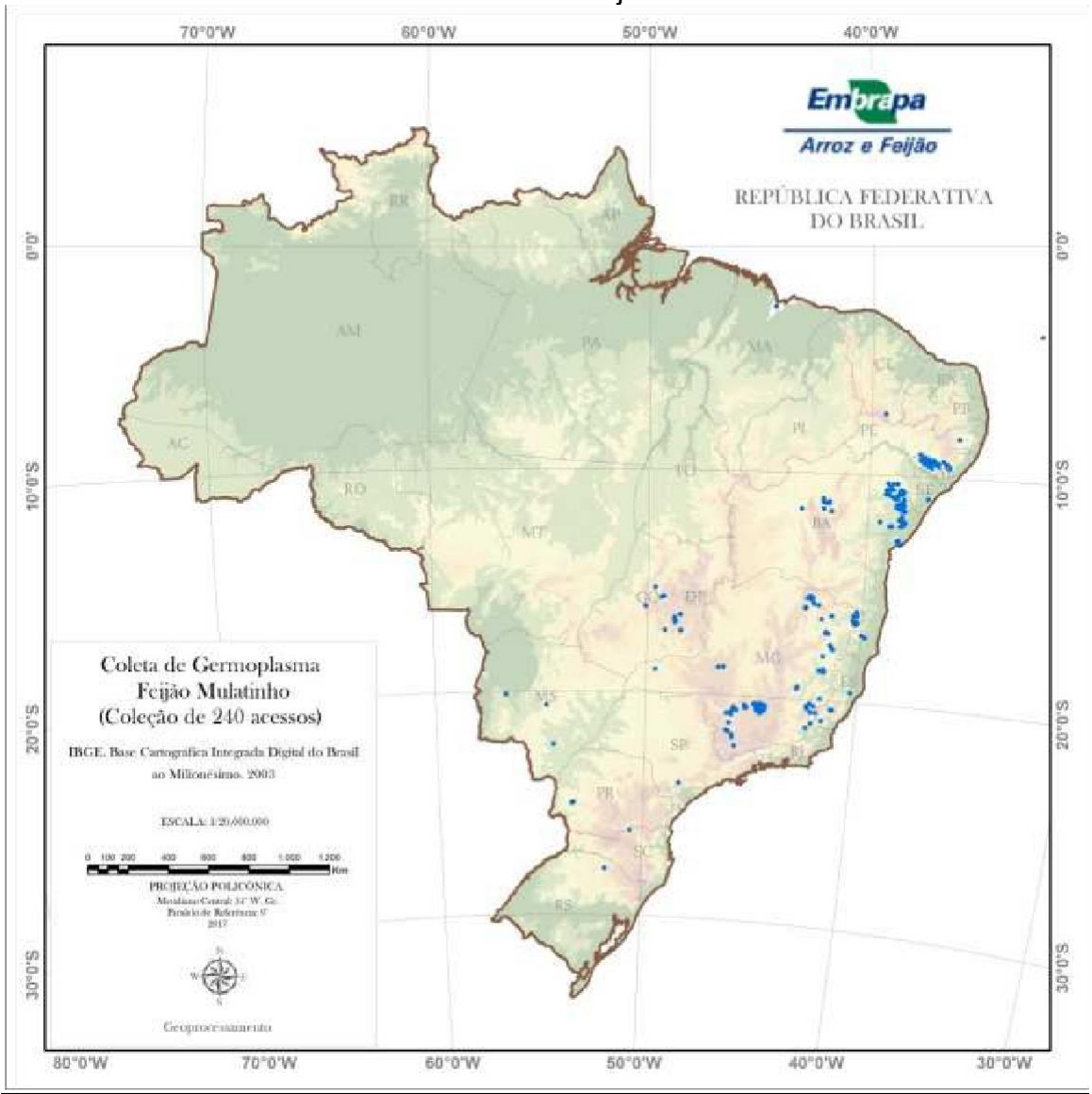
A caracterização realizada nos Experimentos I e II foram importantes no processo de seleção dos materiais como termo de comparação, ferramenta para a exclusão de materiais redundantes e seleção dos materiais com maior potencial produtivo. O processo também serviu como forma de aprofundar os estudos sobre os caracteres estruturais e fundamentais para a diferenciação entre os materiais de feijão comum.

A partir dos dados ecogeográficos de localização definidos no momento da coleta dos acessos de feijão comum do tipo mulatinho foi possível ilustrar através das figuras 1-1 e 1-2 a distribuição geográfica dos acessos. Percebe-se que de um mapa para outro há uma proporção regular que demonstra a participação diversificada de acessos das diferentes regiões brasileiras que representam a

distribuição referente à população inicial de feijão mulatinho que constitui a totalidade depositada no BAG.

Figura 1-1 Distribuição territorial dos 745 acessos de feijão comum do tipo mulatinho coletados e armazenados no BAG Arroz e Feijão.

Figura 1-2 Distribuição territorial dos 240 acessos de feijão comum do tipo mulatinho coletados e armazenados no BAG Arroz e Feijão.



Percebeu-se que a frequência de acessos se mantém significativamente na região sudeste na unidade federativa de Minas Gerais, região Centro-Oeste em Goiás e região Nordeste, especialmente nas unidades federativas de Alagoas e Bahia. Sendo que majoritariamente os feijões do tipo comum mulatinho que compõe o BAG da coleção base de 745 acessos são da região nordeste e sudeste, 42% e 44% respectivamente. Após a seleção desse material, formando-se a coleção de 240 acessos, foi redefinida essa proporção sendo que o material da região nordeste totalizou 47% e da região sudeste se manteve em 44% da coleção. Verificou que a região Centro-Oeste teve sua representatividade alterada de 9% para 6%.

Foi observado que no do feijão comum tipo mulatinho, há frequentemente a repetição de nomes. Nos dados iniciais dos 745 acessos de feijão mulatinho coletados, os nomes que apareceram com maior frequência foi o Bico de Ouro, Mulatinho, Mulatinho Vagem Roxa e Rosinha. A sistematização de ocorrência de algumas duplicações dos nomes está relacionada na Tabela 1-1.

Tabela 1-1Relação dos nomes que aparecem com maior frequência repetida, na coleção de feijão comum do tipo mulatinho.

Nomes	Vezes que aparece	Região
Bico de Ouro	53	Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul
Mulatinho	118	Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste
Mulatinho Vagem Roxa	32	Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste
Rosinha	111	Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste

No processo de levantamento dos descritores foi obtido distintas características entre as entradas com o mesmo nome, nas tabelas 1-2, 1-3, 1-4 e 1-5 estão contidas algumas das principais diferenças entre cada par de genótipo com a mesma nominação.

Tabela 1-2 Diferenças encontradas na coleção de feijão comum do tipo mulatinho, entre as cultivares de denominação Bico de Ouro.

	Bico de Ouro	Bico de Ouro
Identificação	CF860082	CF830035
Variáveis avaliadas		
Cor da folha	Verde	Verde escuro
Brilho da semente	Opaca	Intermediária
Cor do Halo	Amarela	Alaranjado
Massa de 100 sementes (g)	13,38	28,92

Tabela 1-3 Diferenças encontradas na coleção de feijão comum do tipo mulatinho, entre as cultivares de denominação Mulatinho.

	Mulatinho	Mulatinho
Identificação	CF810327	CF810374
Variáveis avaliadas		
Rugosidade da folha	Lisa	Rugosa
Antocianina no caule	Presente	Ausente
Cor primária da vagem	Amarela	Rosa
Cor secundária da vagem	Marrom	Rósea
Massa de 100 sementes (g)	10,01	28,04

Tabela 1-4 Diferenças encontradas na coleção de feijão comum do tipo mulatinho, entre as cultivares de denominação Mulatinho Vagem Roxa.

	Mulatinho Vagem Roxa	Mulatinho Vagem Roxa
Identificação	CF810331	CF800071
Variáveis avaliadas		
Intervalo de floração (dias)	9	23
Tamanho da folha	Normal	Pequena

Rugosidade da folha	Lisa	Rugosa
Cor primária da vagem	Roxa	Rosa
Cor secundária da vagem	Marrom	Rósea
Massa de 100 sementes (g)	14,75	24,14

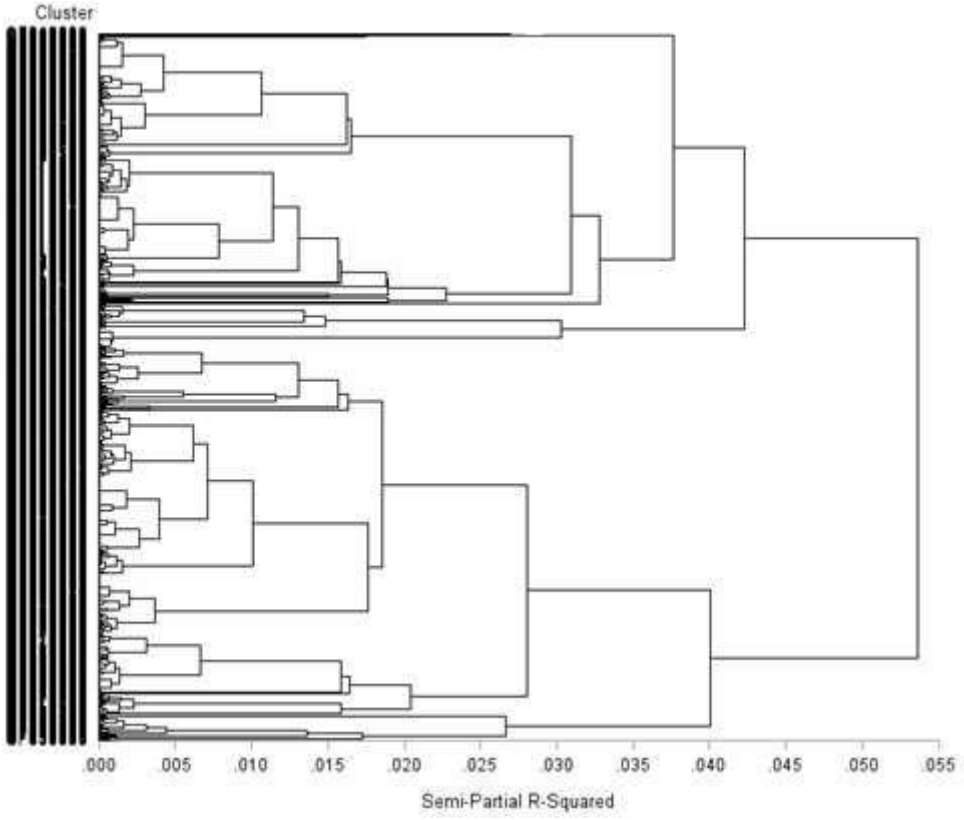
Tabela 1-5 Diferenças encontradas na coleção de feijão comum do tipo mulatinho, entre as cultivares de denominação Rosinha.

	Rosinha	Rosinha
Identificação	CF810252	CF840861
Variáveis avaliadas		
Pigmentação no cotilédone	Presente	Ausente
Pigmentação no hipocótilo	Presente	Ausente
Coloração da folha	Verde	Verde claro
Hábito de crescimento	Determinado	Indeterminado
Rugosidade da folha	Rugosa	Lisa
Antocianina no caule	Ausente	Presente
Cor primária da vagem	Marrom	Roxa
Cor do halo	Amarelo/alaranjada	Marrom/roxa
Massa de 100 sementes (g)	27,4	11,68

Pelo método de agrupamento Ward foi possível observar que os acessos também apresentaram características semelhantes com nomes diferentes, o que já era esperado, uma vez que fazem parte do mesmo tipo comercial de feijão comum. Foram obtidas 744 etapas de agrupamento (devido aos 745 acessos). Tais etapas levaram a formação de um dendrograma na figura 1-3, onde foi possível visualizar os arranjos distintos para diversas distâncias de agrupamento.

Foi identificado que 441 dos 745 acessos caracterizados através das 86 variáveis fictícias resultaram em uma distância de dissimilaridade de valores da correlação semiparcial ao quadrado (SPRSQ) inferiores a 0,0001. Nesses primeiros passos de agrupamento, os acessos foram semelhantes entre si, constatando-se as redundâncias na coleção base. Ou seja, os 441 acessos foram semelhantes perante as características avaliadas.

Figura 1-3 Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 745 acessos de feijão mulatinho coletados nas unidades federativas, obtido pelo método WARD utilizando-se 28 descritores sendo eles, ecogeográficos e morfoagronômico, transformados em 86 variáveis fictícias (2013, EMBRAPA).



As possíveis redundâncias foram observadas em 18 grupos. Para o valor de SPRSQ igual a 0,0194, pelo método de Ward, foi possível agrupar, com pequenas distorções, os acessos nos seus respectivos locais de coleta, nesse caso, unidade federativa. Isso implica que os 745 acessos de feijão comum mulatinho podem ser resumidos a 101 acessos assegurado a conservação de alelos distintos presentes no grupo. Essa conclusão é geral e se fundamenta em um modelo teórico que adota, a partir das variáveis estudadas, suposições sobre alguns parâmetros utilizados no cálculo da parecença entre acessos.

Mesmo sendo definido, que de acordo com as informações de caracterização das 86 variáveis fictícias, foi possível resumir os grupos de feijão comum do tipo mulatinho em 101 acessos, assegurando a conservação de alelos distintos presentes no grupo, optou-se por selecionar um maior número de acessos. Portanto, 240 acessos foram selecionados, com base nos dados ligados ao potencial produtivo. Tais acessos compuseram o Experimento II, visando uma caracterização

mais detalhada. Entendendo que quando se abrange e aprofunda na caracterização, é possível se ter mais clareza sobre a parecença entre os acessos.

Portanto, os 240 acessos foram obtidos pelas coincidências positivas para o número de vagens, número de sementes e peso das sementes da parcela. Os valores médios, mínimo, máximo e o desvio padrão para tais variáveis podem ser verificados na tabela 1-6.

Tabela 1-6 Parâmetros agronômicos de acessos de feijão comum do tipo mulatinho, número de vagem (NV), número de sementes (NS) e peso de parcela sendo comparados para a coleção dos 745 acessos e para os 240 acessos selecionados.

	745 acessos			**240 acessos**		
Parâmetros	**NV**	**NS**	**Peso (gramas)**	**NV**	**NS**	**Peso (gramas)**
média	21,5	88,2	18,2	29,5**	125,9**	24,7**
mínimo	3,0	7,0	2,3	22,0	92,0	20,5
máximo	52,0	204,0	38,7	52,0	204,0	38,7
desvio padrão	8,3	36,5	6,3	5,1	20,4	3,1

**significativo ($p<0,01$) pelo teste *t*

O valor médio do número de vagens, número de sementes e peso em gramas das parcelas nos 240 acessos selecionados foram significativamente diferentes e maiores do que a coleção base de 745 acessos de feijão comum do tipo mulatinho. Compondo dessa forma, uma coleção de acesso com maior potencial produtivo que a coleção inicial. Nos parâmetros descritivos, o valor mínimo foi alterado, e o valor máximo encontrado foi mantido.

Dessa forma, dentro do grupo de 240 acessos, encontrou-se os materiais mais divergentes e produtivos, foi possível visualizar na figura 1-4 que a frequência da maioria das características avaliadas da coleção inicial foram mantidas.

Figura 1-4 Comparação da distribuição da frequência de variáveis em feijão comum do tipo mulatinho entre a coleção de base de 745 acessos e para os 240 acessos selecionados.

Sendo:Hábito de crescimento 1 (HC1), hábito de crescimento 2 (HC2), hábito de crescimento 3 (HC3), hábito de crescimento 4 (HC4), hábito de crescimento 5, hábito de crescimento 6 (HC6), sementes pequenas (P), sementes médias (M), sementes grandes (G), sementes muito grande (MG), região Centro-Oeste (CO), região Nordeste (ND), região Norte (NO), região Sudeste (SD), região Sul (SU), estado de Goiás (GO), estado de Mato Grosso do Sul (MS), estado do Mato Grosso (MT), estado de Alagoas (AL), estado da Bahia (BA), estado do Ceará (CE), estado do Pernambuco (PE), estado do Sergipe (SE), estado do Acre (AC), estado do Amazonas (AM), estado do Maranhão (MA), estado do Tocantins (TO), estado do Espírito Santo (ES), estado de Minas Gerais (MG), estado de São Paulo (SP), estado do Paraná (PR), estado do Rio de Janeiro (RJ), estado de Santa Catarina (SC), S2 a S27 diferentes classes de solo e A11 a A11 diferentes altitudes.

Para a análise dos descritores dos acessos de feijão mulatinho alguns caracteres foram relatados a seguir como possibilidade de compreender o papel preponderante por eliminar acessos redundantes, reduzir custos de manutenção e identificar acessos desejáveis para uso direto, como variedade e/ou utilização em programas de pré-melhoramento e em programas de melhoramento genético.

Nas características determinadas em fase de plântula, para todos os dados coletados,observou-se uma expressiva variabilidade no germoplasma estudado. No caule, para os descritores relacionados ao hábito de crescimento, foi detectado diversidade fenotípica. O hábito de crescimento foi classificado em determinado (HC1) e Indeterminado (HC2 – HC6).

Para o tipo de crescimento determinado foram verificados 275 acessos no Experimento I e 47 acesso no Experimento II. Para crescimento indeterminado foi verificado 425 no Experimento I e 190 no Experimento II. E 50 acessos no Experimento I foram considerados com o hábito de crescimento intermediário e 3 acessos no Experimento II possuíam a característica de hábito de crescimento intermediário.

Nestes acessos foi realizada caracterização mais aprofundada, minuciosa e robusta dos descritores. Além de se ter trabalhado outros caracteres de interesse que contribuíram para composição de um banco de dados que conseguiu absorver ainda mais a diversidade e riqueza genética presente nessas variedades tradicionais.

Nestes acessos foi realizada caracterização mais aprofundada, minuciosa e robusta dos descritores. Além de se ter trabalhado outros caracteres de interesse que contribuíram para composição de um banco de dados que conseguiu absorver ainda mais a diversidade e riqueza genética presente nessas variedades tradicionais.

Na avaliação realizada em casa de vegetação, a floração inicial dos acessos de feijão mulatinho variou entre 36 e 49 dias, e o intervalo de floração entre 10 e 22 dias. O intervalo de floração fornece elementos sobre o hábito de crescimento da planta, dessa forma, quanto maior o intervalo de florescimento, maior a chance de a planta possuir hábito de crescimento indeterminado.

Para o Experimento I, dos 745 genótipos estudados, 521 foram caracterizados pela cor verde; 160 caracterizados pela cor verde clara; e 50 com a cor verde escura. O número de genótipos não classificados apenas por uma cor foram 14.

No Experimento II, dos 240 genótipos estudados, 99 foram considerados de coloração verde claro; 111 de cor verde; e 24 na verde escura; e 6 genótipos foram considerados mais de uma cor.

Assim, a classificação no Experimento I foi definida por 21 genótipos com a folha grande; 612 foram consideradas folhas normais; e 101 plantas com folhas pequenas. Essa caracterização não foi realizada no Experimento II, porque entende-se que é uma característica constitutiva. Dessa forma, foi possível afirmar após

seleção realizada, que dos 240 genótipos mantiveram-se 11 genótipos com folhas grandes; 224 com folhas consideradas normais; e 4 com folhas pequenas.

Para o Experimento I, na avaliação das folhas quanto à rugosidade, 453 genótipos foram avaliados com folhas lisas; e 263 com folhas rugosas. No Experimento II, dos 240 genótipos estudados, 144 foram classificados como plantas com folhas lisas; e 96 genótipos foram classificados como genótipos com folhas rugosas.

Para as características determinadas na maturação da colheita no Experimento I, foi identificado 26% de coloração desuniforme na coloração das vagens. Enquanto que no Experimento II, foi identificado 43% de vagens com coloração desuniforme.

No Experimento I, foram observados 64 acessos com vagem de mais de um perfil; 110 acessos com vagens retas; e 571 acessos com vagens tipicamente arqueadas. No Experimento II, verificou-se 13 acessos com mais de um tipo de perfil de vagem; 33 acessos caracterizados por vagens retas; e 194 acessos com vagens arqueadas.

As sementes foram predominantemente de coloração bege, que identifica a cor principal no feijão mulatinho. A forma da semente foi avaliada apenas no Experimento II e a classificação das sementes variou, sendo 123 acessos caracterizados pelas sementes de forma elíptica; 14 acessos com sementes esféricas; 102 acessos com sementes de forma oblonga/reniforme curta; e 1 acesso de forma oblonga/reniforme longa. Quanto ao grau de achatamento, predominaram os acessos com sementes semi-achatadas constando 161 acessos; sementes achatadas na ordem de 57 acessos; e acessos com sementes cheias no total de 22.

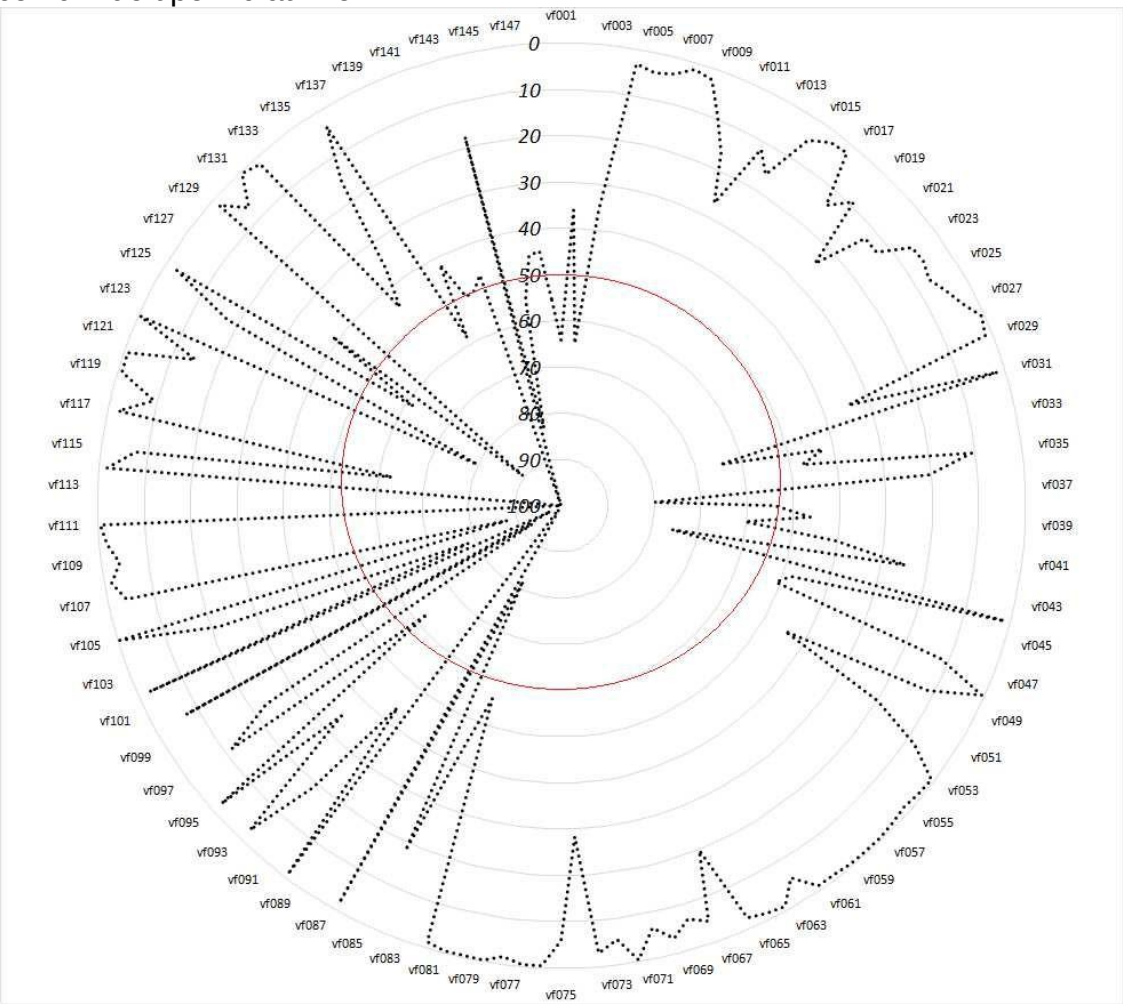
Outra importante característica que distingue feijões cultivados dos silvestres é o tamanho da semente. A seleção realizada por produtores e consumidores resultou em cultivares com maiores vagens e sementes, sendo estas últimas com grande variação de cores. O aumento no tamanho da semente está relacionado com o aumento no tamanho das folhas, possivelmente pela presença de efeitos pleiotrópicos c, em que um gene se traduz não em um, mas em vários efeitos fenotípicos.

Em relação ao brilho de semente, foram observados7 acessos com sementes brilhantes; 206 acessos com sementes opacas; e 44 sementes classificadas com brilho intermediário.

A avaliação de raízes, assim como a capacidade de rebrota observada nas plantas, foi realizada de forma subjetiva e visual. Espera-se que com os resultados referentes ao que foi observado, como dominância apical, capacidade de enraizamento, presença de rizobium, classificando-os em ativos ou inativos possa associar com as futuras avaliações de raiz para tolerância a altas temperaturas.

Na figura 1-5 foi possível visualizar qual foi a frequência das variáveis fictícias descritas anteriormente. Na parte destacada estão as variáveis que apareceram em 50% dos acessos avaliados.

Figura 1-5 Distribuição de frequência das variáveis fictícias em 240 acessos de feijão comum do tipo mulatinho.

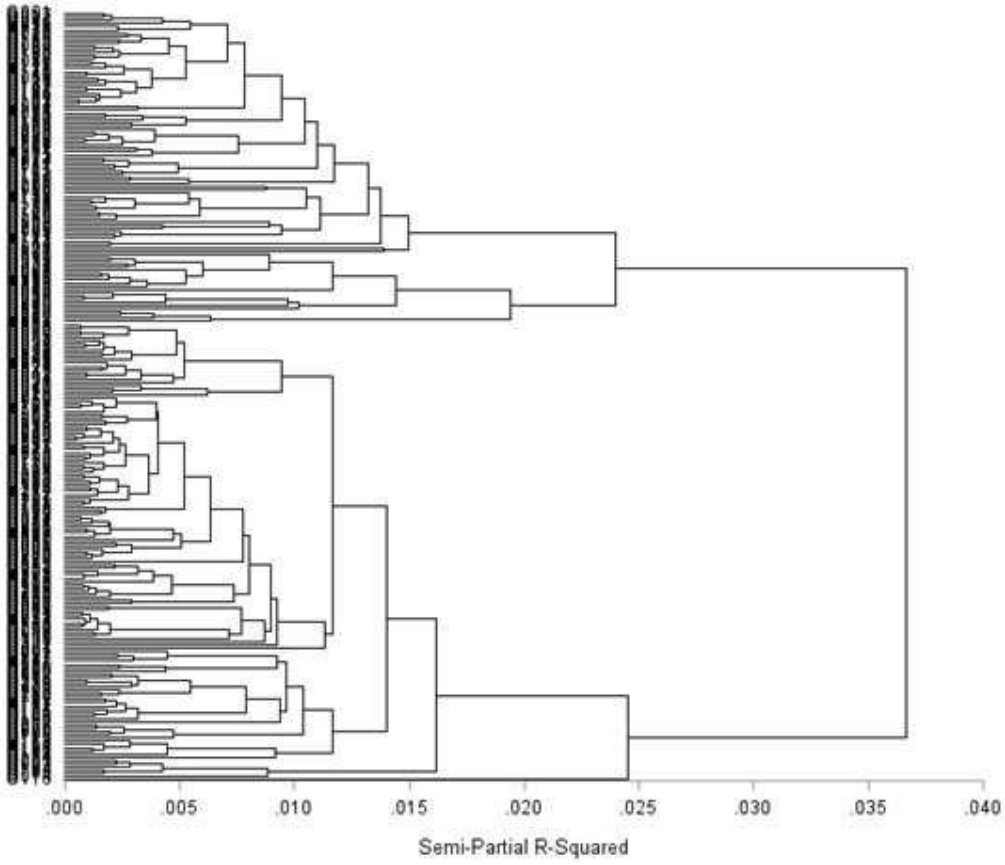


Os 240 acessos representaram 1/3 da coleção inicial de feijão comum do tipo mulatinho. Essa coleção para o Experimento II proporcionou uma visão apropriada

da divergência genética, mesmo em indivíduos muito próximos, na qual foi possível perceber se os acessos eram semelhantes ou não.

A partir das 186 variáveis fictícias avaliadas no Experimento II foi possível realizar a organização dos acessos em diferentes etapas que foram agrupadas no método Ward. A partir desse agrupamento formou-se um dendrograma com arranjos distintos para diversas distâncias de agrupamento, conforme pode ser visualizado na Figura 1-6.

Figura 1-6 Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 240 acessos de feijão mulatinho coletados no território brasileiro, obtido pelo método WARD utilizando-se 28 descritores sendo eles, ecogeográficos e morfoagronômicos (2014, EMBRAPA).



Observando-se os grupos formados, notou-se que os acessos reunidos nos primeiros passos de agrupamento, cujos valores do coeficiente de aglomeração foram inferiores a 0,0014, conforme a Tabela 6, demonstraram que com o experimento se conseguiu observar alta divergência genética, até porque mesmo os indivíduos muito próximos não são redundantes

Foi verificado que o primeiro grupo formado reuniu a maioria dos acessos. O número de acessos presente neste grupo é equivalente a 40% do total, ou seja, foi o grupo caracterizado pelo menor nível de divergência fenotípica.

De maneira geral, foi possível concluir que a maioria dos acessos introduzidos de feijão comum de grão mulatinho mostrou considerável grau de divergência fenotípica. Verificou-se pela variabilidade entre os acessos que apresentaram pouca redundância ou nenhuma, uma vez que 79 dos grupos foram representados por acessos individuais. Isso implicou que os 240 acessos de feijão comum mulatinho podem ser resumidos a 100 acessos, assegurando a conservação de alelos distintos presentes no grupo.

Esses 100 acessos foram selecionados para compor experimento no município de Porangatu/GO, para caracterização de tolerância a altas temperaturas e de tolerância a deficiência hídrica.

Tabela 1-7 Esquema de aglomeração de análise hierárquica dos 50 primeiros passos do agrupamento de 240 acessos tradicionais de feijão do grupo comercial mulatinho, pelo método de Ward (2014, EMBRAPA).

Estágio	Agrupamento combinado Acesso/agrupamento		Coeficiente de aglomeração	Estágio	Agrupamento combinado Acesso/agrupamento		Coeficiente de aglomeração
1	**G093**	**G108**	0,0005	26	**G096**	**G203**	0,001
2	**G167**	**G183**	0,0006	27	**G095**	**G103**	0,001
3	**G049**	**G074**	0,0007	28	**CL226**	**G215**	0,001
4	**G004**	**G008**	0,0007	29	**G073**	**G104**	0,0011
5	**G106**	**G107**	0,0007	30	**G148**	**G214**	0,0011
6	**G070**	**G072**	0,0007	31	**G197**	**CL230**	0,0011
7	**G068**	**G075**	0,0007	32	**G063**	**CL222**	0,0011
8	**G134**	**G160**	0,0008	33	**CL233**	**CL223**	0,0011
9	**G051**	**G077**	0,0008	34	**CL237**	**G211**	0,0011
10	**G201**	**G213**	0,0008	35	**G132**	**G179**	0,0012
11	**G058**	**G235**	0,0008	36	**G056**	**G142**	0,0012
12	**G209**	**G217**	0,0008	37	**G050**	**CL235**	0,0012
13	**G065**	**G078**	0,0008	38	**CL214**	**G220**	0,0012
14	**G198**	**G200**	0,0008	39	**G188**	**G191**	0,0012
15	**G048**	**CL239**	0,0009	40	**CL224**	**G174**	0,0013
16	**G128**	**G159**	0,0009	41	**G150**	**G172**	0,0013
17	**G071**	**CL232**	0,0009	42	**G025**	**G083**	0,0013

18	**G158**	**G222**	0,0009	43	**G032**	**G169**	0,0013
19	**G034**	**G035**	0,0009	44	**G086**	**G136**	0,0013
20	**G039**	**G110**	0,0009	45	**G185**	**G189**	0,0013
21	**G038**	**G076**	0,0009	46	**CL213**	**G098**	0,0013
22	**G216**	**G239**	0,0009	47	**G022**	**G026**	0,0013
23	**G147**	**G182**	0,0009	48	**CL212**	**G206**	0,0014
24	**G140**	**G149**	0,0009	49	**G164**	**CL238**	0,0014
25	**G042**	**G043**	0,0009	50	**G178**	**G237**	0,0014

1.4 DISCUSSÃO

As coletas de sementes realizadas para os bancos de sementes espalhados pelas unidades da Embrapa tem se tornado cada vez mais importantes para a sociedade brasileira. Com a conservação *ex situ* é possível reunir em apenas um local a diversidade genética de uma ou muitas espécies de interesse que, sem essa conservação, poderiam desaparecer, como fazem na natureza. É uma alternativa segura e confiável na medida em que permite a multiplicação e estudos em diferentes períodos do material genético conservado, com o acesso ao germoplasma facilitado (JARAMILLO; BAENA; 2002).

A caracterização do material coletado é que irá assegurar a geração de informações sobre cada acesso, contribuindo para constatar a variabilidade genética presente em coleções, além de possibilitar a identificação de genótipos pertinentes. Howes (1981) afirma que os descritores são atributos ou caráteres que permitem a distinção entre acessos diferentes da mesma cultura.

Cabe mencionar, ainda, que a presença de mais de um material genético é um hábito comum entre os agricultores familiares, que possuem plantas heterogêneas para garantir a variabilidade e resistência às adversidades climáticas, porque um acesso é uma mistura de linhas puras.

No trabalho realizado no Experimento I foi possível verificar um número significativo de materiais com o mesmo nome, mas com características diferentes. Em trabalho realizado por Santos (2016) com coleção de acessos tradicionais de feijão comum do Estado de Goiás do período de 1980 a 2003, foi identificado também, vários acessos com a mesma denominação que foram agrupados em diferentes grupos.

Segundo Sackvill e Hamilton et al. (2002) o trabalho de caracterização e avaliação dos acessos é essencial porque além de estimular a utilização dos acessos, contribui para a tomada de decisão que otimiza atividades dispendiosas no banco de germoplasma. O trabalho realizado por Fonseca (1993) identificou a utilização de nomes iguais para genótipos diferentes. Diferentemente que em trabalho realizado por Fonseca e Silva (1999), foi observado a mesma cultivar com diferentes nomes.

Nesse mesmo sentido, nessa pesquisa realizada com feijão comum do tipo mulatinho, identificou-se a ocorrência de duplicidade de acessos. Para Fonseca e Silva (1997), quando existe duplicidade nas coleções é necessário maior tempo no processo de caracterização e maior custo na manutenção e conservação de cada germoplasma.

Os acessos de feijão mulatinho foram devidamente descritos, sendo possível agrupá-los, diferenciando-os, permitindo a utilização e seleção de materiais pertinentes aos programas de melhoramento genético. A importância e utilidade da caracterização dos acessos estão relacionadas aos objetivos dos seus usuários. É importante que no agrupamento final se obtenha alta homogeneidade dentro dos grupos e alta heterogeneidade entre os grupos (MOHAMMADI et al., 2003).

No estudo inicial realizado para a retirada de acessos redundantes foi necessário aprofundar com o número menor de acessos a quantidade de descritores avaliados, chegando à conclusão de que dos 745 acessos que compõem a coleção de acessos do feijão mulatinho, podem ser seguramente representados por 100 acessos.

De acordo com Singh et al., (1991), a cultura do feijão comum apresenta grande variabilidade morfológica, e essas diferenças permitem que o melhoramento genético, e os agricultores de localidades distintas, consigam obter e selecionar materiais de feijão adaptadas aos diversos sistemas de produção prevalecentes no país e resistentes aos principais estresses bióticos da cultura.

Os dados dos Experimentos I e II foram avaliados através da análise de agrupamento. Esta análise divide os elementos da amostra ou população em grupos. Desta maneira, os elementos pertencentes a um mesmo grupo são similares entre si de acordo com as características avaliadas e os elementos de grupos

diferentes, heterogêneos em relação a estas mesmas características (MINGOTI, 2007).

A partir do método de Ward foi possível a visualização de grupos bem definidos. Os dendrogramas obtidos com os métodos hierárquicos apresentaram estruturas de agrupamentos de objetos homogêneos, embora não exista critério objetivo para determinar um ponto de corte no dendrograma, ou seja, para determinar quais grupos foram formados (MEYER, 2002, SILVA, 2012).

O ponto de corte e o número de grupos selecionados para o Experimento I foi definido mantendo a diversidade dos acessos da coleção inicial, com o potencial produtivo.

O método de Ward de agrupamento de dados propicia uma visão mais clara dos resultados finais e da convergência do método para resultados reais. OLIVEIRA et al. (2008), trabalhando com 126 acessos de feijão do grupo comercial carioca verificou, por meio de um acompanhamento da evolução do método, que os agrupamentos ocorrem da maneira esperada durante o desenvolvimento das interações e demonstrou que é possível ilustrar a influência da base de dados no resultado final. O autor afirma que é possível visualizar a relação entre as variáveis utilizadas e os grupos formados pelo método de Ward, sendo importantes para que se possam inferir resultados mais concretos e precisos a respeito de uma análise realizada para se determinar a parecença entre acessos. O método de Ward separa os dados em grupos bem definidos de modo a minimizar as diferenças interna de grupo.

Alguns descritores, segundo literatura, tem relação direta com adaptações à fatores abióticos. Um exemplo que pode ser dado é em relação à rugosidade das folhas. Em trabalho realizado por Voltan et al.; (1991), foi observado que as plantas de folhas rugosas apresentaram maior densidade de tricomase apresentaram uma área foliar menor, porém, um número significativamente maior de estômatos. As funções dos tricomas estão relacionadas, por exemplo, com a redução da perda de água (RAVEN et al., 2001). Maior número de estômatos também influenciam na perda de água da planta, uma vez que a fenda estomática é o sítio primário de perda de água (TEIZ; ZEIGER, 2004).

Medição das dimensões como o comprimento e largura da folha foi realizada aos 60 dias após o plantio das sementes, período em que as folhas já estavam completamente desenvolvidas. Os genótipos apresentaram alta

variabilidade para a classificação de comprimento e largura de folhas. Com os dados de comprimento e largura, foi avaliado o índice comprimento/largura (ICL) e a partir desse índice a folha foi classificada em: acuminada, bruscamente acuminada e longamente acuminada. Para Antunes et al.; (2003), o ICL da folha de feijão revelou-se mais adequado para discriminar cultivares do que comprimento ou largura da folha.

O hábito de crescimento é uma característica marcante no feijão cultivado. Enquanto os tipos silvestres possuíam apenas plantas de hábito trepador, que usavam arbustos ou árvores como suportes e, em dado momento, o milho, os tipos domesticados evoluíram com o fim de apresentar uma arquitetura do tipo arbustivo. Essa evolução de um tipo trepador para um tipo arbustivo ocorreu tanto no centro Andino como no centro Mesoamericano de domesticação (ANTUNES, 2008).

Emerson (1916) definiu dois tipos de hábitos de crescimento apresentado pelas plantas de feijão: determinado e indeterminado. O autor afirma que os dois hábitos de crescimento constituem um par de caracteres Mendeliano simples, com hábito indeterminado completamente dominante.

Silva (2005), afirma que o hábito de crescimento é um caráter morfoagronômico, definido, principalmente, pelo crescimento do caule e o hábito de florescimento da planta além de outras características como número de nós e tipo de ramificação. A autora define como hábito de crescimento determinado a planta que possui caule e ramos laterais terminando em uma inflorescência (inflorescência terminal), número limitado de nós e floração iniciando-se do ápice para a base da planta; e indeterminado, quando apresenta crescimento contínuo, numa sucessão de nós e entrenós, inflorescências desenvolvidas nas axilas das folhas (inflorescência axilares) e floração iniciando-se da base para o ápice da planta. É válido mencionar, ainda, que o ambiente pode influenciar os tipos de planta indeterminados.

A intensidade da presença de antocianina no caule de feijão define a cor, que poderá ser rosa ou violeta na presença da pigmentação ou verde na ausência de pigmentação (VILHORDO, 1996). A intensidade do pigmento diminui com o desenvolvimento da planta, podendo desaparecer ou permanecendo principalmente nas ramificações terminais do caule (VILHORDO; MÜLLER, 1981).

Com o trabalho de caracterização realizado por RODRIGUES et. al.; (2002), foi observado que a presença de antocianina no caule foi detectada apenas nas cultivares de grão preto. Os autores explicam que se trata do resultado da ação pleiotrópica do gene *Acc* (Accompanyingcolors), conhecido anteriormente como "efeitos pleoitrópicos de R^{st}" sobre a cor das vagens, a cor do estandarte e a cor do hipocótilo (BASSET, 1996).

De acordo com Ribeiro et al.;(2004), uma característica importante avaliada é a precocidade de uma cultura, determinada pelo tempo decorrido entre a emergência e o aparecimento das primeiras flores, ou seja, o florescimento da cultura.

Foram classificadas em brancas, rosas e violetas. Foram identificadas, em alguns acessos, mais de uma cor de flor. Nestes acessos pode-se afirmar que houve mistura, ou é proveniente de uma coleta de mais de um material genético, porque o acesso é formado por uma mistura de linhas puras. Foi realizado um esforço de acompanhar se esses materiais com coloração diferenciada de floração também apresentou sementes com características diferenciadas para mapear os acessos provenientes desse tipo de coleta.

A cor da vagem é característica da cultivar, podendo ser uniforme ou apresentar estrias (cor desuniforme) (SILVA, 2005). Segundo Romero (1961), o perfil da vagem não é uma característica estável, e em um mesmo acesso pode-se encontrar vagens de dois tipos, porém, sempre haverá predomínio de um.

Os descritores de sementes, tegumento, forma, brilho, com do halo, são considerados fixos, porque dependem de um ou poucos genes e são de fácil identificação, sendo pouco influenciado pelo ambiente (BRASIL, 1997).

Conclui-se que a caracterização morfoagronômica é uma metodologia eficiente para separar acessos duplicados de feijão e que os descritores internacionais podem ser utilizados para fins de caracterização do feijão mulatinho. A metodologia aplicada possibilitou reduzir redundâncias sem perda de representatividade.

Este trabalho, nesse sentido, contribuiu para quem trabalha no manejo de recursos genéticos, no melhoramento de cultivos e no contexto do desenvolvimento do setor de sementes, podendo ser adaptado ao contexto específico. Além dessa contribuição principal, procuramos intensificar a caracterização dos acessos através de diferentes descritores que poderão validar e servir de suporte para diferentes

pesquisas na formação de coleções nucleares temáticas, melhoramento de plantas e de sementes.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, I. F., MASTRANTONIO, J. J. da S., SANTIN, R. de C. M., CHOLLET, C. B., LOPES, R. A. M., SILVA, H. T. da, RODRIGUES, L. S., EMYGDIO, B. M. **Índice comprimento/largura da folha no melhoramento do feijão (*Phaseolusvulgaris* L.).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. Melhoramento e qualidade de vida: [anais]. Porto Seguro: SBMP, 2003.

ANTUNES, 2008, **Origem e evolução de plantas cultivadas** / editores técnicos, Rosa Lía Barbieri, Elisabeth Regina TempelStumpf. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 909 p. :il..

BASSET, M.J. **List of genes** - *Phaseolus vulgaris* L. Ann. Rep. BeanImprov. Coop. 39: 1-19, 1996.

BIODIVERSITY INTERNATIONAL. **Descritores de** *Phaseolus vulgaris* (L.) Walp.),2007.

BORGES, L. L.; GUIMARÃES, C. M.; PEREIRA, H. S.; SILVA, A. C. de L.; STONE, L. F.; LIMA, L. B. de.**Avaliação de genótipos de feijão tipo carioca sob irrigação adequada e deficiência hídrica.** In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10, 2011, Goiânia. Anais. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

BUSSAB, W. de O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. de. **Introdução à análise de agrupamentos.** São Paulo: USP-IME, 1990. 105 p. Trabalho apresentado no 9. Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística, São Paulo, julho de 1990.

FONSECA, J.R.**Emprego da análise multivariada na caracterização de germoplasma de feijão** (*Phaseolusvulgaris* L.)**.** 1993. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

FONSECA, J. R.; SILVA, H. T. **Emprego da análise multivariada na caracterização de acessos de feijão** (*Phaseolusvulgaris* L.). Revista Brasileira de Sementes, Campinas, v. 19, n. 2, p. 335-341, 1997.

FONSECA, J.R.; SILVA, H.T. **Identificação de duplicidades de acessos de feijão por meio de técnicas multivariadas. Brasília.** Pesquisa Agropecuária Brasileira**,** v.34, n. 3, p. 409-414, 1999**.**

FREITAS, F.O. **Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão comum no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira,v. 41, p.1199–1203, 2006.

HOEHNE, F.C. **Botânica e agricultura no Brasil no seculo XVI**. Cia Editora Nacional, São Paulo, 1937.

HOWES C. 1981.**Guidelines for developing descriptors lists**. PlantGeneticResources Newsletter 45: 26-32.

IRASTORZA, M. H. **Aspectos teóricos e aplicados da descrição varietal do feijão (***Phaseolusvulgaris***L.**). 1983. 146 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

JOHNSON, R. A.; Wichern, D. W. **Clustering, distance methods and ordination.(Ed.).Applied multivariate statistical analysis**.6.ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice hall, 2002.794p.

MELO, L. C.; COSTA, J. G. C. da; DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C. de; CABRERA DIAZ, J. L.; CARVALHO, H. W. L. de; WARWICK, D.; RAVA, C.A.; PEREIRA, H. S.; SILVA, H. T. da.; SARTORATO, A.; FARIA, J. C. de; BASSINELLO, P. Z.; WENDLAND, A. **BRS Agreste - cultivar de feijoeiro comum de grão mulatinho com alto potencial produtivo e porte ereto.** Comunicado Técnico 155, Santo Antônio de Goiás, GO, 2008.

MEYER, S, A. **Comparação de coeficientes de similaridade usados em análises de agrupamento com dados de marcadores moleculares dominantes.** 2002. 118f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração: Estatística e Experimentação Agronômica- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada.**Belo Horizonte: UFMG, 2007. 295 p.

MOHAMMADI, SA; PRASANNA, BM. **Analysisofgeneticdiversity in cropplants – Salientstatistical tools andconsiderations**.Crop Science, v.43, n. 4, p. 1235 1248, 2003.

OLIVEIRA, J. T. S. **Seleção de genótipos tradicionais e melhorados de feijão-caupi adaptados a região semi-árida piauiense.** 2008. 62 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.

OLIVEIRA, J. P. de; DEL PELOSO, M. J., MORAIS, O. P. de, MELO, L. C., SILVA, H. T. da, FONSECA, J. R., SILVA, S. C. da.**Parecença entre acessos tradicionais de feijão carioca utilizando o método de Ward**. In: Congresso Nacional De Pesquisa De Feijão, 9., 2008, Campinas. Ciência e tecnologia na cadeia produtiva do feijão. Campinas: Instituto Agronômico, 2008.

RAVEN, P.R.; EVERT.R.F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**, 7ª, Coord.Trad. J.E. Kraus. Edição Guanabara Koogan , Rio de Janeiro, 2007.

RIBEIRO, N. D.; HOFFMANN JUNIOR, L.; POSSEBON, S. B. 2004.**Variabilidade genética para ciclo em feijão dos grupos preto e carioca.**Revista Brasileira Agrociência, v. 10, 19-29 p.

ROMERO, J. P. **Variedades de judias cultivadas em España**. Madrid: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1961. 798p. Monografia.

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, v.37, p.1275-1284, 2002.

SILVA, A. R. **Métodos de agrupamento: avaliação e aplicação ao Estudo de divergência genética em acessos de alho.** 2012.83 f. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa,2012.

SILVA H.T. **Descritores mínimos indicados para caracterizar cultivares/variedades de feijão comum** (*Phaseolusvulgaris* L.). Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005, 32p.

SINGH, S.P.; GEPTS, P.; DEBOUCK, D.G. **Races of common bean** (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). Economic Botany, New York, v. 45, n. 3, p. 379–396, 1991.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

VILHORDO, B. W.; MÜLLER, L. **Correlação entre caracterização botânica e classificação comercial em cultivares de feijão (***Phaseolusvulgaris* L.). Porto Alegre: Embrapa CPAFRO, 1981. 62p. Boletim Técnico 8.

VILHORDO, B. W.; ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMAN, M. J. DE O. MORFOLOGIA. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMAN, M. J. DE O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.71-99.

VOLTAN, R. B. Q..; WUTKE, E. B.; BULISANE, E. A.; AMBROSANO, E. J.; SORDI, G. de; PEREIRA, J. C. V. N. A.. **Comparação da morfologia de folhas lisas e rugosas de plantas de feijoeiro**. Bragantia, Campinas , v. 50, n. 1, p. 1-15, 1991.

WARD, J.H. **Hierarchical grouping to optimize an objective function**. Journal of the American Statistical Association, Washington, n.58, p.236, 1963.

CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO RADICULAR DE UMA COLEÇÃO TEMÁTICA DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) COMUM TIPO MULATINHO PARA TOLERÂNCIA À ALTAS TEMPERATURAS

Ana Cláudia de Lima Silva; Jaison Pereira de Oliveira; Rogério Peres Soratto.

RESUMO

A temperatura é fator determinante para a exploração comercial do feijão comum em várias regiões do Brasil. O objetivo dessa pesquisa é caracterizar os acessos de feijão comum do tipo mulatinho, para formar coleção temática para condições de elevadas temperaturas, com a finalidade de subsidiar o desenvolvimento de cultivares que atendam tanto os pequenos produtores e agricultores familiares, quanto à agricultura empresarial, buscando as características para maior tolerância à alta temperatura, possibilitando a incorporação de áreas produtoras desfavorecidas pelas mudanças climáticas. O presente trabalho de pesquisa foi conduzido em condições de campo e casa de vegetação na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás-GO, e no Campo Experimental da EMATER, em Porangatu-GO, para caracterização de tolerância às altas temperaturas. Foram testados 96 acessos de feijão comum mulatinho advindos de seleções que asseguraram a conservação de alelos distintos presentes na coleção de feijão comum tipo mulatinho do BAG Arroz e Feijão. Os dados agronômicos obtidos nesses experimentos, juntamente com o banco de dados de caracterização ecogeográfica e morfológica, após analisados conjuntamente, constituíram o estudo de elaboração e caracterização da coleção temática em condições de elevadas temperaturas. Foi avaliado e caracterizado o crescimento radicular em sistema de rizotrons associando com o potencial produtivo de cada um dos acessos que foram selecionados para formar a coleção temática para altas temperaturas. Também buscou-se estimar parâmetros morfoagronômicos radiculares, dentre os quais se incluíram comprimento total, área superficial, volume total, diâmetro médio de raízes. O experimento constituiu-se na caracterização dos 30 genótipos de feijão comum, sob o delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Para as raízes, a medida resultou da captura de uma imagem da unidade experimental. A análise dos dados permitiu identificar genótipos superiores em relação aos caracteres estudados, mas não houve correlações significativas e de elevada magnitude entre os caracteres avaliados. Foi observado que as médias alcançadas produtividade de grãos por acesso foi respectivamente, foi de 2068,88 e 1227,19 kg ha^{-1}, para os ambientes de Santo Antônio de Goiás-GO e Porangatu-GO quando avaliado os 96 acessos, sendo que esse valor se altera para quando se faz a seleção para a formação temática, e o valor vai de para 2400,83 e 1271,48, respectivamente. Foi verificado divergências em relação a produção e sistema radicular. A coleção nuclear temática resultante reflete potencialmente a riqueza máxima de alelos num menor tamanho de amostra.

Palavras-chave: feijão, *Phaseolus vulgaris* L., tipo mulatinho, altas temperaturas, coleção nuclear temática, raiz, rizotron.

CHAPTER 2 – COMPOSTION AND ROOT MORPHOAGRONOMIC OF A THEMATIC COLLECTION OF COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris L.*) **FOR HIGH TEMPERATURE THE MULHATINHOS TYPE´S**

Ana Cláudia de Lima Silva; Jaison Pereira de Oliveira; Rogério Peres Soratto.

SUMMARY

The ar temperature it is determinant factor for the exploration commercial of the beans in the various of Brazil regions. The objective of this work was to characterize the accesses of bean of the type mulatinho, for the formations the thematic collection for high temperature conditions, to finality of contribute the development of varieties forsmall farmers, family farmers and business farmer. Allowing the cultivation the bens in the climate change areas. The work was conducted in the conditions of field in the EMBRAPA Rice and Bean, in Santo Antonio of Goiás city, Goiás state (for the ideal conditions) and experimental field of EMATER, in the Porangatu city in Goiás state (for tolerance characterization at high temperatures. Were tested 96 accesses of commum bean mulatinho from of selection conservation the different alleles present in the collection of commum bean mulatinho of BAG rice and Bean. The agronomics data obtained in this experiment together with data bank of characterized ecogeographic and morphological after analyzed together, the study of the elaboration and characterization of the thematic collection in conditions of high temperatures. Was evaluate and characterize the root growth in genotypes od bean in the system of rizotrons and estimate genetic parameters inherent in this characters, among which include total length, total volume and average root diameter. The experiment constituted in characterization of 30 genotypes of bean, in rizotrons, the designed as a randomized complete block design with 3 replications. The measurement resulted from the capture of an image of the system by rizotron (experimental unit). It was observed that the averages reached grain yield per access were, respectively, 2068.88 and 1227.19 kg ha^{-1}, for the environments of Santo Antônio de Goiás-GO and Porangatu-GO when the 96 accesses were evaluated, being that This value changes when the selection is made for thematic training, and the value goes from 2400.83 to 1271.48 kg ha^{-1}, respectively. differences were verified in relation to the production and root system. The thematic collection resulted in potentially reflects the maximum alleles with the small size of the sample of a nuclear collection

Key words: beans, Phaseolus vulgaris L., mulatinho type, high temperature thematic collection, roots, rizotrons.

2.1 INTRODUÇÃO

O feijão comum *Phaseolus vulgaris* L. possui ampla adaptação e distribuição geográfica, porém é pouco tolerante aos estresses térmicos e deficiência hídrica severa (VIEIRA et al., 2006). Segundo Silveira e Stone (2001) para alcançar altas produtividades, o feijão comum necessita de 300 a 400 mm de chuva durante o ciclo, além de temperaturas entre 15 e 29°C, conforme aponta Balardin (2000).

O termoperíodo ideal para a produtividade máxima do feijão comum situa-se em torno de 29,5/21,0ºC (dia/noite, respectivamente) e em temperaturas próximas de 35ºC não ocorre praticamente nenhum vingamento de vagens (PORTES, 1996). A alta temperatura do ar configura-se num dos fatores ambientais que exerce maior influência sobre o enchimento inadequado dos grãos, causando a abscisão de flores e de vagens, o vingamento e a retenção final de vagens no feijão, a redução do número de grãos por vagem e de sua massa (PORTES, 1996; DIDONET; MADRIZ, 2002; DIDONET et al., 2002).

O feijão comum é mais afetado pela alta temperatura nos estádios de pré-floração e enchimento de vagens (SHONNARD; GEPTS, 1994). Os mesmos autores também observaram que há variabilidade genética em feijão comum para tolerância à alta temperatura do ar na fase reprodutiva.

A alta temperatura eleva a taxa respiratória e a fotorrespiração, levando ainda a redução do número de grãos por vagem (DICKSON; BROETTGER, 1984), bem como o aumento da concentração de etileno nas folhas, composto ligado ao processo de abscisão de folhas, flores e vagens.

O efeito das altas temperaturas e deficiência hídrica sobre as culturas das regiões semiáridas, ou mesmo as altas temperaturas das regiões hidricamente favorecidas, está recebendo atenção especial devido ao potencial impacto das mudanças climáticas sobre a distribuição das chuvas e temperaturas altas. O desafio que se apresenta, nesse sentido, será manter ou aumentar a produtividade agrícola frente à instabilidade climática (VERLUES et al., 2006).

Segundo Konsens et al.; (1991), temperaturas médias maiores que 30ºC provocam mudanças na planta do feijão levando, por exemplo, a acentuado crescimento vegetativo; encurtamento do ciclo de vegetação; redução no número total de flores emitidas e alongamento da sua vida; alta taxa de queda das flores e abortamento das vagens.

Os mecanismos envolvidos associados às características de plantas resistentes, tolerantes ou susceptíveis frente aos fatores abióticos, podem estar ligados aos ajustes morfológicos, bioquímicos, fisiológicos e produtivos. Nesse contexto, é de suma importância aprofundar os estudos na seleção e identificação dos genótipos, promovendo a devida caracterização relacionada a esses fatores, pois são os resultados destes estudos que poderão contribuir para o desenvolvimento de projetos de melhoramento de plantas para obtenção de novas cultivares e, consequentemente, a expansão e estabilização de produção da cultura.

As informações de banco de dados fenotípicos e genotípicos gerados na área de recursos genéticos auxiliam na escolha de genitores com potencial e características desejáveis, como a produção em ambientes de estresses a fatores de água e temperaturas. Neste cenário, a diversidade genética mantida pela agricultura familiar para o feijão comum pode trazer grandes contribuições, uma vez que o ambiente de cultivo são os mais diversos possíveis, garantindo uma ampla adaptabilidade a condições climáticas extremas, como as altas temperaturas.

A arquitetura da raiz, por exemplo, é que garantirá a devida exploração dos nutrientes e água do solo. O termo arquitetura de raiz é usado para se referir à configuração espacial de raízes e esta arquitetura é dinâmica e ambientalmente plástica (ROSADO, 2012). Segundo Hammer et al. (2009), através de estudos de simulações avaliou-se que alterações na arquitetura da raiz podem afetar fortemente a produtividade.

As raízes estão diretamente ligadas à capacidade de exploração e exportação de água no solo e absorção de nutrientes. Quando a planta de feijão comum apresenta raízes superficiais ela terá menor capacidade de explorar a água existente nas camadas mais profundas (ROSADO, 2012). Ou seja, o sistema radicular mais desenvolvido e profundo terá maior capacidade de exploração da água armazenada no solo, conferindo à planta maior tolerância à deficiência hídrica.

O crescimento e o desenvolvimento radicular adequado são essenciais para que uma planta atinja o seu desenvolvimento ideal e tenha resultados satisfatórios de produtividade. As raízes do feijão comum são caracterizadas por possuírem sua raiz principal (n+1) mais desenvolvida em relação às demais, que são dispostas de maneira semelhante ao sistema fasciculado (n+2, n+3), sendo que a

raiz primária não é uma raiz pivotante típica e a maioria das raízes situa-se nos primeiros 20 cm do solo, sendo 62% a 87% nos 10 cm superficiais (VIEIRA, 1967).

Estudos têm mostrado que as plantas que possuem tolerância cruzada envolvem deficiência hídrica e excesso de calor ou vice-versa (RIZHSKY et al., 2002). Conforme apontam Taiz e Zeiger (2009), a deficiência hídrica, por exemplo, muitas vezes está associada ao estresse por calor nas folhas (resultante de diminuição do esfriamento evaporativo devido à baixa transpiração). Altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar aumentam a demanda de água pela planta (PORTES, 1988).

Portanto, plantas que possuem raízes capazes de absorverem água, frente às situações de deficiência hídrica seguida por altas temperaturas poderão manter o potencial produtivo ideal. No atual cenário de mudanças climáticas, situações extremas relacionando água e temperatura serão mais comuns e serão determinantes para a produção agrícola.

O feijão comum é amplamente cultivado em diferentes territórios do Brasil, inclusive no Cerrado, que possui como característica os veranicos seguidos de altas temperaturas e a Caatinga que, historicamente, passa por período de secas e calor. Nestes dois ecossistemas há relativo acréscimo de temperatura e decréscimo da disponibilidade de água no solo, que diretamente reduz o potencial de água na planta. Dessa forma, para produzir, o feijão comum precisa acionar mecanismos que minimizem esses efeitos climáticos extremos.

A seleção dos genótipos resistentes a altas temperaturas exige trabalho criterioso, uma vez que a resistência/tolerância frente a situações adversas envolve uma rede complexa de mecanismos biológicos, influenciados por diferentes condições ambientais. O desafio da pesquisa em condições de altas temperaturas é o de encontrar plantas que possuam mecanismos que não resultarão na perda significativa do seu potencial produtivo.

Conhecer a rica diversidade genética dos acessos de feijão comum é um pré-requisito para o melhoramento do germoplasma no futuro desta espécie (TAKEDA; MATSUOKA, 2008; TESTER; LANGRIDGE, 2010). Assim, a conservação *ex situ*, através do acervo genético presente nos bancos de germosplasma é estratégico para a identificação de materiais relacionados à determinada característica de interesse.

Os acessos coletados são reunidos em várias e na maioria das vezes grandes coleções, com alta variabilidade. O tamanho das coleções às vezes impedem que os melhoristas utilizem materiais com alto potencial para determinado interesse para os programas de melhoramento por falta de informações sobre as características de determinado acesso.

A coleção nuclear é um subconjunto de acessos, que representam, com o mínimo de redundância possível, a diversidade genética de uma espécie cultivada (BROWN; 1989). As coleções nucleares são concebidas para facilitar o acesso de usuários a amostras de pequeno tamanho, representativas da variabilidade genética contida em uma espécie (BROWN; 1995).

Entretanto, algumas delas são maiores que o esperado por usuários potenciais, como programas de melhoramento. O grande tamanho das coleções nucleares perpetua o problema para o qual originalmente elas deveriam solucionar (PESSOA-FILHO et al., 2010).

Nesse contexto, característica prioritária do BAG Arroz e Feijão é formar coleções temáticas de feijão focadas nos principais problemas da cultura como: seca, calor, escurecimento e endurecimento de grãos, eficiência nutricional em baixo fósforo, fixação biológica de nitrogênio, arquitetura de planta, tolerância a doenças, qualidade de grãos e produtividade, e o desenvolvimento de linhagens contrastantes para fatores bióticos e abióticos visando estudos genéticos.

Com estas coleções menores, é possível a caracterização de um maior número de atributos da planta, assim como uma diminuição na redundância dos acessos. Além disso, pode-se focar em caracteres com maior potencial para aumentar a produção sob condições de mudança climática (LONG; ORT, 2010).

As coleções temáticas oferecem uma alternativa para as restrições de tamanho impostas por grandes coleções nucleares, concentrando o esforço na obtenção de coleções compactas com alta diversidade genética caracterizada, morfologicamente e agronomicamente, para uma característica ou tema de interesse, constituindo-se em verdadeiros bancos de caracteres (RANGEL et. al., 2013). De acordo com Pessoa Filho et al. (2010), o desenvolvimento de coleções temáticas responde a uma demanda dos programas de melhoramento genético de espécies cujos bancos de germoplasma possuem milhares de acessos.

O objetivo desse trabalho foi o de caracterizar os acessos de feijão comum do tipo mulatinho, para formar coleção temática para condições de elevadas temperaturas, com a finalidade de subsidiar o uso direto se possível de acessos com potencial uso, ou no desenvolvimento de cultivares que atendam tanto os pequenos produtores e os agricultores de base familiar, quanto o empresarial, buscando as características para maior tolerância à alta temperatura, possibilitando a incorporação de áreas produtoras desfavorecidas pelas mudanças climáticas.

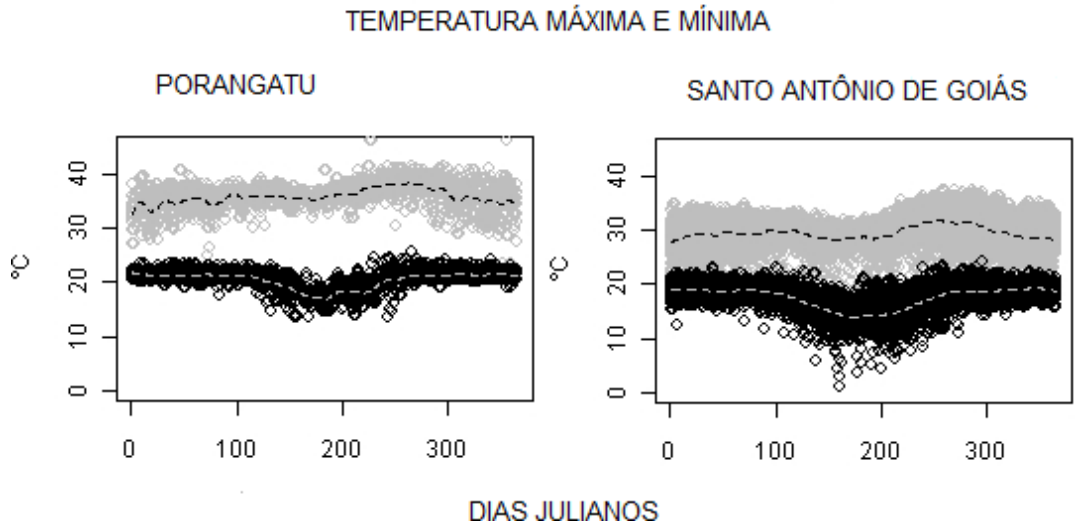
2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho de pesquisa foi conduzido em condições de campo na estação da Emater-GO, no município de Porangatu-GO, Latitude 13º 27', Longitude 49º 10', altitude 391 m e na Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás-GO Latitude 16º 28', Longitude 49º 17', altitude 823 m onde também foram efetivadas as análises e caracterização, no Laboratório de pós-colheita.

Para a consecução do objetivo proposto, foram realizados dois experimentos, com a finalidade de comparar os genótipos da coleção em ambientes distintos, ambos conduzidos no inverno de 2015.

O experimento de Porangatu-GO, foi considerado como de altas temperaturas e o de Santo Antônio de Goiás- GO, ambiente adequado. Na figura 2-1, foi possível verificar os dados históricos de observação dos dados climáticos avaliados referentes à temperatura para cada um dos ambientes no qual cada experimento foi conduzido (HEINEMANN, et al., 2007).

Figura 2-1- Valores extremos, máximos e mínimos de temperatura encontrados na série histórica em Porangatu/GO (1999 – 2005) e Santo Antônio de Goiás/GO (1983 – 2005).



Fonte: adaptado HEINEMANN et al., 2007.

O experimento foi formado por 96 genótipos de feijão comum do tipo mulatinho, utilizando o delineamento experimental, em blocos aumentados de Federer, e ajuste de parcela para uma linha de quatro metros. Para fins de comparação, foi realizada a caracterização utilizando as variáveis: produção por parcela, número de vagens normais, número de sementes normais, produção por planta, tomadas em cinco plantas ao acaso e massa de 100 sementes.

Foram utilizadas duas testemunhas: a cultivar BRS Agreste e uma variedade tradicional armazenada no BAG, a BGF15900, ambos do grupo comercial mulatinho, e as parcelas foram constituídas de três linhas de 3,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,50 m e densidade de quinze sementes por metro. Os dados foram coletados na linha central de cada parcela, em 10 plantas aleatórias, que para a discussão dos dados de produtividade, o peso obtido foi expresso em kg ha^{-1} (corrigido para 13% de umidade).

Experimento 1: O plantio em Porangatu ocorreu no dia 15/06/2015, a emergência se deu no dia 20/06/2015. A adubação de plantio foi 400 kg ha^{-1} da formulação N – P_2O_5 – K_2O. Para a adubação de cobertura no dia 13/07/2015 foi utilizado 100 kg ha^{-1} de sulfato de amônio.

As aplicações de agrotóxicos foram realizadas no dia do plantio com ocarfosulfano 40% 1 L ha^{-1} e125 mL ha^{-1} e no dia 23/06/2015 de tiametoxam a 14%

para vaquinha e no dia 08/07/2015 foi realizada aplicação de 150 g ha^{-1} do diflubenzuroma 25% para controle da lagarta. Para a limpeza da área foi utilizado herbicida com 250 g L^{-1} fomesafem 1L ha^{-1} e 250 g L^{-1} fluazifop−p−butil 0,75 l ha^{-1} no dia 07/07/2015.

O período de floração foi do dia 24/07/2015 até 29/07/2015. Foram semeadas duas linhas de três metros para cada acesso, com 18 sementes por metro sem desbaste. A colheita manual foi realizada de acordo com o grau de maturação fisiológica de cada acesso, até o dia 09/09/2015.

Experimento 2: A semeadura na Fazenda Capivara, Santo Antônio de Goiás-GO, ocorreu no dia 18/06/2015, a emergência se deu no dia 22/06/2015. A adubação de plantio foi 400 kg ha^{-1} da formulação N – P_2O_5 – K_2O, para a adubação de cobertura no dia 15/07/2015 foi utilizado 100 kg ha^{-1} de sulfato de amônio.

As aplicações de agrotóxicos foram realizadas no dia do plantio com ocarfosulfano 40% 1 L ha^{-1} e125 mL ha^{-1} e no dia 28/06/2015 de tiametoxam a 14% para vaquinha e no dia 12/07/2015 foi realizada aplicação de 150 g ha^{-1} do diflubenzuroma 25% para controle da lagarta. Para a limpeza da área foi utilizado herbicida com 250 g L^{-1} fomesafem 1L ha^{-1} e 250 g L^{-1} fluazifop−p−butil 0,75 l ha^{-1} no dia 10/07/2015.

O período de floração foi do dia 03/08/2015 até 30/08/2015. Foi semeada uma linha de quatro metros para cada acesso, com 18 sementes por metro sem desbaste. A colheita manual foi realizada de acordo com o grau de maturação fisiológica de cada acesso, até o dia 20/06/2015.

Nas análises iniciais foi aplicada apenas estatística descritiva. O índice de tolerância ao estresse (ITE), que é a razão entre a variável no ambiente de estresse e o ambiente normal, foi calculada para fins de seleção de genótipos tolerante a altas temperaturas.

Os dados das informações agronômicas foram submetidos à análise estatística multivariada utilizando o aplicativo SAS® 9.2 (SAS Institute Inc., 2011) e os acessos foram agrupados por meio de análise multivariada de acordo com o método de Ward (1963).

Foi utilizada para o cálculo das medidas de similaridade entre os acessos pelo coeficiente de similaridade que desconsidera a ausência conjunta: Jaccard (Jaccard, 1908), e é calculado pela seguinte fórmula, o intervalo de ocorrência é [0,1]:

$$x = \frac{a}{a + b + c}$$

Onde, a é o número de marcas para os quais ambos os genótipos tiveram código 1 (presença), b é o número de códigos 0 para o genótipo i e 1 para ogenótipo j , c é o número de códigos 1 para o genótipo i e 0 para o genótipo j , a + b + c é o número total de caracteres (ou marcas) binários estudados. O coeficiente de Jaccard, que compara o número de presenças de bandas comuns e o número total de bandas envolvidas, excluindo o número de ausências conjuntas (MEYER, 2002).

O ensaio para caracterização radicular foi conduzido na EMBRAPA Arroz e Feijão, localizada em Santo Antônio de Goiás-GO. Foram avaliados os 30 acessos de feijão comum tipo mulatinho selecionados para a coleção temática em rizotrons com o objetivo de caracterização da arquitetura do sistema radicular (asr).

Rizotrons são placas que possuem uma face de acm (alumino composto) e outra de vidro, que permite visualizar o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular. Cada rizotron é considerado como unidade experimental (parcela) com 80cm de comprimento, 50cm de largura e 1,2cm de espessura (Figura 1 e 2).

Os rizotrons foram instalados em casa de vegetação em ambiente controlado, com temperatura entre 22°C e 32°C e umidade relativa do ar de 74% (Figura 3-1). A casa de vegetação possui capacidade para 210 rizotrons e suas funcionalidades já foram validadas em experimentos com algodão (*Gossypium hirsutum* L.), nomeada como plataforma de fenotipagem de raízes de alto desempenho (Martins et al., 2016). Essa plataforma conta com tecnologias de processamento de imagens para caracterização de raízes.

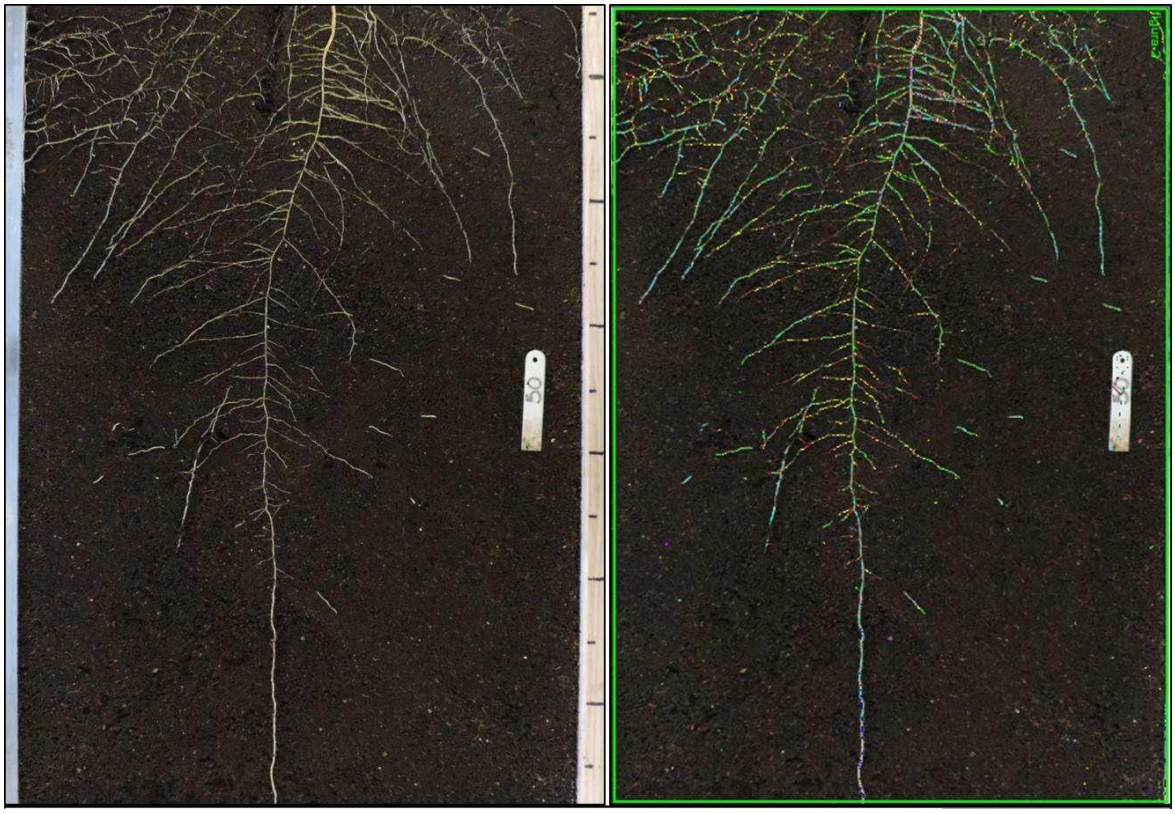
A aquisição das imagens dos rizotrons ocorreu aos 15 dias após semeadura utilizando uma câmera fotográfica digital (Nikon-Coolpix-p520), posicionada a 90° em relação aos rizotrons, em cabine construída especificamente para esse fim.

Por meio do software *WinRHIZO PRO 2013*, programa desenvolvido para análise de imagens, foram analisadas todas as imagens, obtendo informações quantitativas de variáveis como: profundidade máxima atingida pelas raízes (p_max), comprimento total de raiz (com_total), área projetada (area_proj), volume total (vol) e diâmetro médio (diam) (Figura 2-3).

Figura 2-2 Visão geral da casa de vegetação na Embrapa equipada com sistema de rizotrons. Avaliação de acessos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L. tipo mulatinho, da coleção temática para altas temperaturas, do BAG (2016-2017).

O substrato foi preparado através de uma betoneira (mistura homogênea) de substrato (Terral 25 kg), adubo NPK formulado 4-30-16 (377g) e adubo nitrogenado (sulfato de amônia, 100g), sabendo-se que cada unidade experimental foi preenchida com aproximadamente 4,5 kg desta mistura.

Figura 2-3 Sistema de análise da arquitetura do sistema radicular em feijoeiro. A: Imagem do sistema radicular no rizotron obtida da câmera digital; B: estimativa da arquitetura do sistema radicular, analisada pelo software WinRhizo.



Antes da semeadura, os rizotrons foram irrigados até atingirem total saturação, que equivale a 100% da capacidade de campo. Após a semeadura, cada rizotron foi irrigado, quando necessário, visando atingir e manter a capacidade de campo a 70%. Para isso, cinco rizotrons testemunhas foram alocados aleatoriamente no ensaio, os quais eram pesados diariamente para obter a perda de agua diária. Essa quantidade de agua foi reposta manualmente em todos os rizotrons.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos ao acaso com três repetições. Os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância e os pressupostos foram avaliados graficamente e através de testes como: distribuição normal dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilks; Independência dos resíduos, teste de Durbin-Watson; homogeneidade de variância, teste de Bartlett e teste de aditividade pelo teste de Tukey.

O Teste de Tukey a 5% de probabilidade entre as médias também foram efetuados. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico

(R Core Tem 2016).

2.3 RESULTADOS

A média de produtividade de grãos por acesso foi respectivamente, de 2068,88 e 1227,19 kg ha^{-1}, para os ambientes de Santo Antônio de Goiás-GO e Porangatu-GO, como pode ser observado nas tabelas 2-1 e 2-2. A produção como era de se esperar, foi maior no ambiente normal, embora se deva ressaltar que onze genótipos apresentaram ITE igual ou maior que 1. Valor de ITE igual ou maior que 1, é indicativo de genótipo superior, ou seja, genótipo tolerante ao estresse de alta temperatura.

Tabela 2-1 Dados agronômicos, número de vagem normal (VN), número de vagem anormal (VAN), número de sementes normais (NSM), número de sementes abortadas (NSAB), número de sementes anormais (NSAN), produção por planta individual (PPI), peso de 100 sementes (P100S) e produtividade (PROD) obtidos no experimento de campo com 96 acessos de feijão comum mulatinho em Santo Antônio de Goiás - GO, 2015.

Santo Antônio de Goiás								
Parâmetros	VN	VAN	NSN	NSAB	NSAN	PPI	P100S	PROD
Med	16,00	10,97	95,55	10,05	9,05	20,06	21,98	2068,88
Máx	80,80	40,80	605,00	41,75	58,60	47,90	29,42	4800,00
Mín	3,75	0,00	30,80	1,00	0,00	6,70	17,62	575,00
DP	12,56	7,64	65,38	6,14	10,19	7,93	2,69	746,68

Tabela 2-2 Dados agronômicos, número de vagem normal (VN), número de vagem anormal (VAN), número de sementes normais (NSM), número de sementes abortadas (NSAB), número de sementes anormais (NSAN), produção por planta individual (PPI), peso de 100 sementes (P100S) e produtividade (PROD) obtidos no experimento de campo com 96 acessos de feijão comum mulatinho em Porangatu - GO, 2015.

Porangatu								
Parâmetros	VN	VAN	NSN	NSAB	NSAN	PPI	P100S	PROD
Med	6,36	3,91	38,26	4,69	6,65	7,89	20,16	1227,19
Máx	20,00	13,20	156,60	14,20	23,40	17,19	26,38	2400,00
Mín	1,60	0,00	9,00	1,00	1,00	2,09	14,78	466,67
DP	3,55	2,34	18,35	2,69	4,74	2,92	2,48	378,69

Para número de vagens normais, a média foi de 6,36 e 16,00 vagens/planta, respectivamente para os ambientes de Porangatu-GO e Santo Antônio de Goiás-GO.

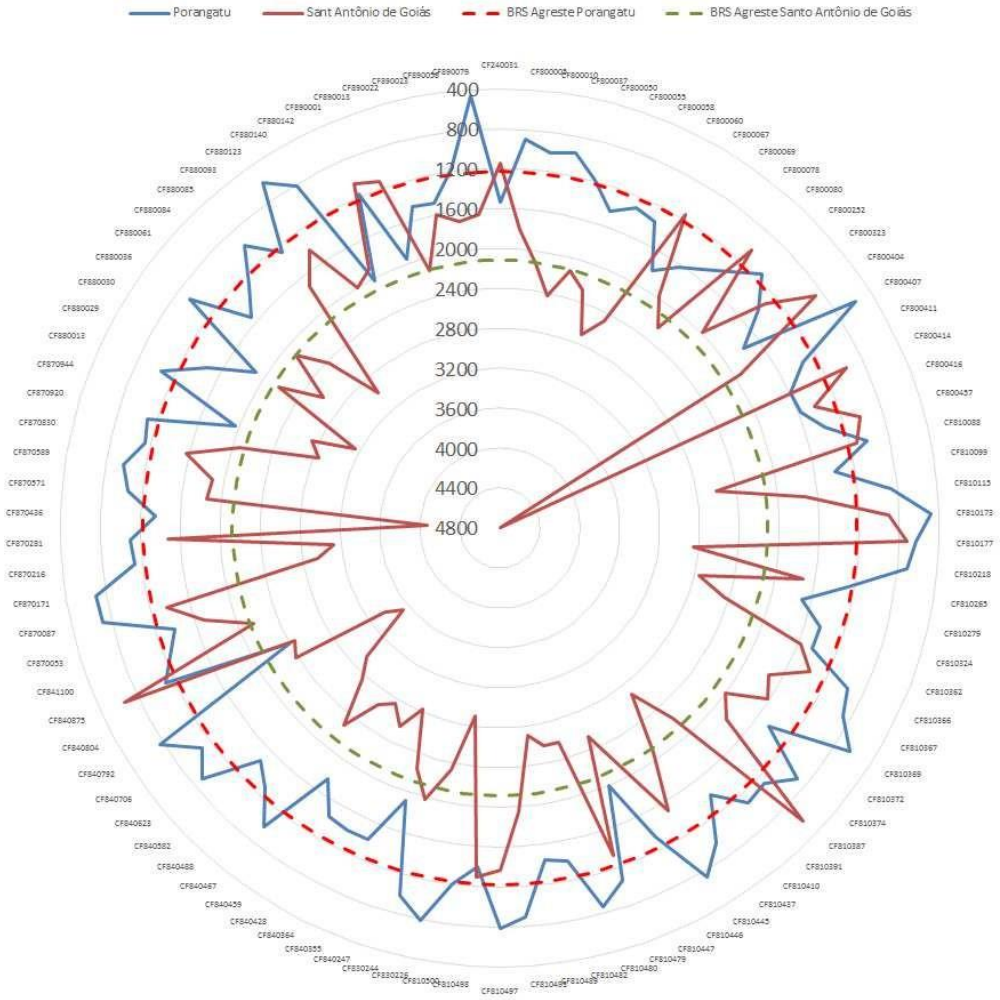
Já para o número médio de sementes por planta, os números apresentados foram de 38,26 e 95,55, para os ambientes de Porangatu-GO e Santo Antônio de Goiás-GO, respectivamente.

A produção por planta no ambiente de Porangatu-GO foi de 7,89 g. Já no ambiente de Santo Antônio de Goiás-GO, a produção por planta foi de 20,06 g.

A massa de 100 sementes, no ambiente de Porangatu-GO foi de 20,16g, enquanto que no ambiente de Santo Antônio de Goiás-GO, a massa foi de 21,98 g. Observou-se, por fim, que tamanho das sementes foi bem próximo nos dois ambientes.

Na figura 2-4 foi possível observar a produtividade dos acessos em cada ambiente no qual foi conduzido o experimento. De acordo com a figura constatou-se que alguns acessos obtiveram resultados de maior produtividade que aquela alcançada pela testemunha nos dois ambientes. Quanto mais ao centro maior o nível de produtividade. Verificou-se também que houve acessos mais produtivos apenas em ambiente normal, assim como houve acessos tão produtivos em ambiente normal como em ambiente considerado de altas temperaturas. Em uma menor escala também foi possível observar acessos que alcançaram maiores níveis de produtividade no ambiente considerado estressante, com alta temperatura.

Figura 2-4 Produtividade (kg ha-1) em feijão comum tipo mulatinho em dois ambiente, Santo Antônio de Goiás/GO e Porangatu/GO, 2015.



Para selecionar a coleção temática, além dos dados agronômicos obtidos, foi levado em consideração o estudo que já havia sido realizado anteriomente com os descritores morfológicos. Tendo 30 materiais sido selecionados para formar a coleção temática.

Os acessos selecionados têm a origem em cinco unidades federativas, sendo eles: Alagoas, Bahia, Goiás, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, nos quais foram representados por 10%, 23%, 10%, 54% e 3%, respectivamente. Nas figuras 2-5 e 2-6 foi possível visualizar como os acessos se distribuíram em relação às unidades federativas.

Figura 2-5 Distribuição territorial dos 96 acessos do BAG Arroz e Feijão acessos de feijão comum do tipo mulatinho armazenados no BAG Arroz e Feijão 2015- 2016.

Figura 2-6 Distribuição territorial dos 30 acessos de feijão comum do tipo mulatinho que compõem a Coleção Temática para alta temperatura coletados e armazenados no BAG Arroz e Feijão (2015 – 2016).

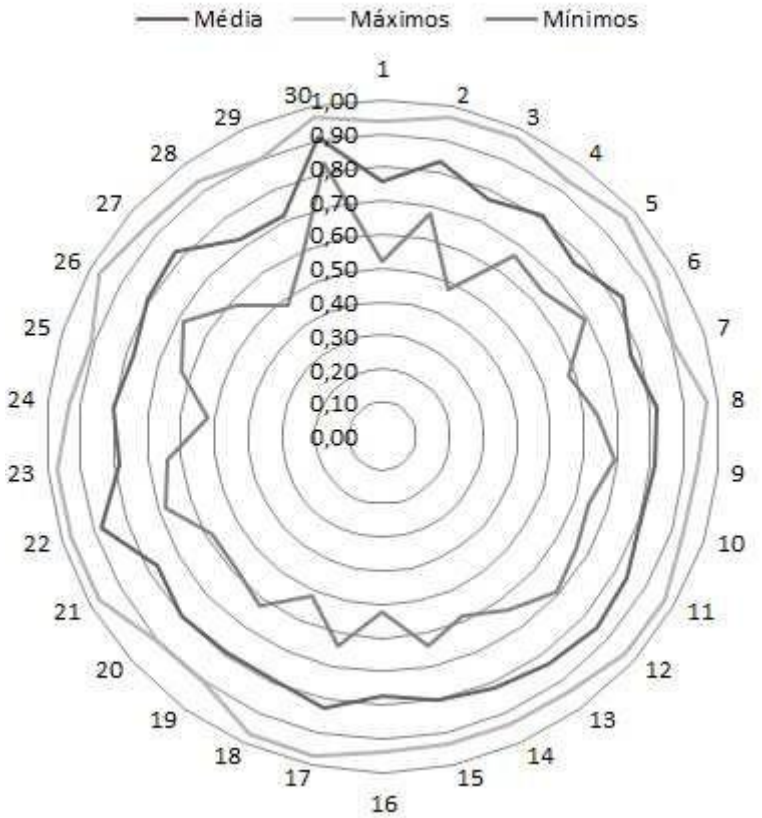
Na coleção temática dos 30 acessos selecionados apareceram cinco com o nome de Bico de Ouro, oito com o nome Mulatinho, três com a denominação de Mulatinho Vagem Roxa. Porém, apesar de possuírem a mesma dominação, são acessos que possuem características que os distingue como sendo do tipo mulatinho, compondo uma coleção temática mesmo com a diversidade existente.

Em relação ao grau de similaridade entre os acessos, observou-se que a distância mínima por acesso variou de 0,48 a 0,83 e máxima de 0,90 a 0,97 com médias de 0,72 e 0,91, respectivamente, como é possível observar na Figura 2-7. A grande variação nos valores observados mostra que a distância de Djaccard foi

eficiente para detectar o nível de parecença entre acessos sendo uma ferramenta de decisão e definição para a identificação de genótipos similares, bem como seleção de acessos divergentes.

Por fazerem parte do mesmo *pool* gênico era esperado que mesmo divergentes os acessos tivessem alto grau de similaridade. Dessa forma foi verificado que os acessos com alto grau de similaridade foram CF800069 e CF810489; CF800078 e CF810500; CF810099 e CF870171; CF810362 e CF840623; CF870171 e CF840706; CF890079 e CF870436; CF890079 e CF870087; CF890079 e CF870944. Os mais divergentes foram CF880036 e o CF800078; CF840582 e CF800067; CF840706 e CF870571.

Figura 2-7 Distâncias de similaridade máximas, mínimas e médias, por acesso obtidas da obtidas da matriz de similaridade pela distância de Djaccard dos 30 acessos de coleção temática do feijão mulatinho, do BAG Feijão – da EMBRAPA, 2015-2016.



A produtividade média do material selecionado para a coleção temática em Porangatu-GO foi de 1271,48 kg ha^{-1} e em Santo Antônio de Goiás-GO foi de 2400,83 kg ha^{-1}. Constatou-se que as médias da coleção temática foram maiores

que aquelas obtidas com a coleção inicial de 96 genótipos. Registrou-se uma depressão da produtividade de 47% entre o ambiente considerado normal em Santo Antônio de Goiás e o ambiente de altas temperaturas, em Porangatu. Nas tabelas 2-3 e 2-4 foi possível observar os dados de produção da coleção temática.

Tabela 2-3 Dados agronômicos número de vagem normal (VN), número de vagem anormal (VAN), número de sementes normais (NSM), número de sementes abortadas (NSAB), número de sementes anormais (NSAN), produção por planta individual (PPI), peso de 100 sementes (P100S) e produtividade (PROD) obtidos no experimento de campo com 30 acessos de feijão comum mulatinho em Santo Antônio de Goiás - GO, 2015

Santo Antônio de Goiás								
Parâmetros	VN	VAN	NSN	NSAB	NSAN	PPI	P100S	PROD
Med	15,69	13,60	101,53	10,58	10,12	21,92	21,49	2400,83
Max	76,80	35,40	201,00	24,60	42,33	47,90	27,76	4800,00
Min	4,40	1,75	47,20	1,00	1,00	10,19	17,62	725,00
Dp	12,76	8,44	42,33	5,74	10,31	9,13	2,76	883,92

Tabela 2-4 Dados agronômicos número de vagem normal (VN), número de vagem anormal (VAN), número de sementes normais (NSM), número de sementes abortadas (NSAB), número de sementes anormais (NSAN), produção por planta individual (PPI), peso de 100 sementes (P100S) e produtividade (PROD) obtidos no experimento de campo com 30 acessos de feijão comum mulatinho em Porangatu - GO, 2015.

Porangatu								
Parâmetros	VN	VAN	NSN	NSAB	NSAN	PPI	P100S	PROD
Med	6,81	3,98	37,93	4,89	7,53	8,49	19,74	1271,48
Max	20,00	9,00	79,80	13,60	23,40	17,19	26,38	2400,00
Min	1,60	1,00	9,00	1,00	1,33	2,09	15,24	466,67
Dp	3,87	2,39	16,37	3,18	5,73	4,02	2,41	486,50

Para todos os caracteres avaliados das raízes, os pressupostos da análise de variância foram atendidos. A análise de variância (Tabela 3-2) exibiu efeito significativo de genótipos, para um dos caracteres avaliados: profundidade máxima atingida pelas raízes ($p<0,09$), para os outros caracteres avaliados (comprimento total, área projetada, diâmetro e volume de raízes) não houve efeito significativo.

A maioria dos caracteres avaliados não foram significativos, o que era esperado, pois apesar de pertencerem a uma coleção temática que assegura a diversidade genética do grupo inicial do feijão comum do tipo mulatinho do BAG Arroz e Feijão que era composto por 745 acessos, os materiais estudados fazem

parte do mesmo tipo de feijão comum, os quais, provavelmente, compartilham do mesmo *pool* gênico.

O coeficiente de variação experimental (CV) foi uma estimativa do erro experimental em relação à média geral do caráter. Considera-se que, quanto menor a estimativa de CV, maior foi a precisão do experimento (CARGNELUTTI ; STORCK, 2009).

As estimativas deste coeficiente foram entre 6% e 42% (Tabela 2-5), e segundo a classificação proposta por Pimentel-Gomes (2000), essas estimativas variam desde baixa até muito alta. Demonstrando que a precisão experimental poderia ser melhor. No caso do estudo de raiz desse trabalho, essa variação dentro do CV pode ter acontecido devido ao baixo número de repetições, nesse caso três, aliado ao desbalanceamento que foi 15% das parcelas.

Tabela 2-5 Resumo da análise de variância para os caracteres da arquitetura do sistema radicular em feijão comum tipo mulatinho. BAG Feijão da EMBRAPA, 2015 – 2016.

Caráter	SQ	QM	F	P-valor		CV(%)
p_max	2515,5300	93,1678	1,60	0,0823	*	17,56
com_total	3844355,0000	142383,5185	1,16	0,3276	ns	34,37
area_proj	47491,0000	1758,9259	1,05	0,4280	ns	37,05
Diam	0,1279	0,0047	1,08	0,3999	ns	6,19
Vol	402,4900	14,9070	0,97	0,5205	ns	41,58

p_max: profundidade máxima atingida pelas raízes em cm; com_total: comprimento total em cm; area_proj: área projetada em cm^2; diam: diâmetro médio em mm; e vol: volume das raízes cm^3. CV(%): coeficiente de variação experimental. *: significativo a 9% pelo teste de F, ns: não significativo.

Na Tabela 2-6, foram apresentadas as médias dos acessos para os caracteres de desenvolvimento radicular avaliados. Observou-se que os acessos apenas diferiram entre si, para os dados de profundidade máxima segundo teste de Tukey, para os caracteres. Os acessos CF870436 e CF810099 tiveram maior comprimento total de raízes e se diferiram dos demais genótipos. O acesso CF870436 teve, para este caráter, o menor valor de comprimento de raiz entre os acessos avaliados.

Tabela 2-6 Médias dos caracteres de arquitetura do sistema radicular em 29 acessos de feijão comum tipo mulatinho. BAG Feijão da EMBRAPA, 2015 – 2016.

rank[2]	Acessos	p_max	com_total	area_proj	diam	Vol

1	CF810173	54,83	a[1]	1219,83	a	1219,83	a	1,08	a	12,13	a
2	CF810099	53,67	a	1453,66	a	1453,66	a	1,05	a	12,77	a
3	CF810362	50,25	ab	773,33	a	773,33	a	1,12	a	7,80	a
4	CF810500	48,50	ab	1115,98	a	1115,98	a	1,03	a	9,30	a
5	CF880061	48,50	ab	1228,02	a	1228,02	a	1,01	a	9,84	a
6	CF800069	48,25	ab	1400,38	a	1400,38	a	1,11	a	14,11	a
7	CF810177	48,25	ab	945,88	a	945,88	a	1,10	a	8,90	a
8	CF840247	47,23	ab	1063,96	a	1063,96	a	1,13	a	12,25	a
9	CF840459	46,00	ab	1305,09	a	1305,09	a	1,05	a	10,99	a
10	CF840582	46,00	ab	937,74	a	937,74	a	1,03	a	7,81	a
11	CF810489	45,83	ab	1144,89	a	1144,89	a	1,04	a	10,12	a
12	CF800411	45,25	ab	899,20	a	899,20	a	0,99	a	6,65	a
13	CF840706	45,17	ab	1021,46	a	1021,46	a	1,15	a	10,81	a
14	CF870571	44,83	ab	951,15	a	951,15	a	1,08	a	8,78	a
15	CF870944	43,70	ab	926,13	a	926,13	a	1,04	a	8,02	a
16	CF870920	43,40	ab	766,03	a	766,03	a	1,02	a	6,31	a
17	CF890079	42,17	ab	1279,39	a	1279,39	a	1,09	a	11,85	a
18	CF810445	42,00	ab	974,18	a	974,18	a	1,05	a	8,38	a
19	CF880036	41,25	ab	963,73	a	963,73	a	1,21	a	11,70	a
20	CF840623	41,00	ab	1240,71	a	1240,71	a	1,12	a	12,10	a
21	CF870087	40,87	ab	1286,96	a	1286,96	a	1,08	a	11,96	a
22	CF810447	40,83	ab	1087,21	a	1087,21	a	1,09	a	9,91	a
23	CF800067	40,33	ab	705,22	a	705,22	a	1,03	a	5,86	a
24	CF870171	38,00	ab	980,44	a	980,44	a	1,09	a	9,24	a
25	CF840364	37,50	ab	588,19	a	588,19	a	1,09	a	5,60	a
26	CF840804	34,25	ab	981,72	a	981,72	a	1,03	a	8,15	a
27	CF800078	30,00	ab	741,95	a	741,95	a	1,08	A	6,99	a
28	CF870436	28,17	b	544,79	a	544,79	a	1,08	A	5,29	a
	Média geral	43,43		1018,83		1018,83		1,07		9,41	

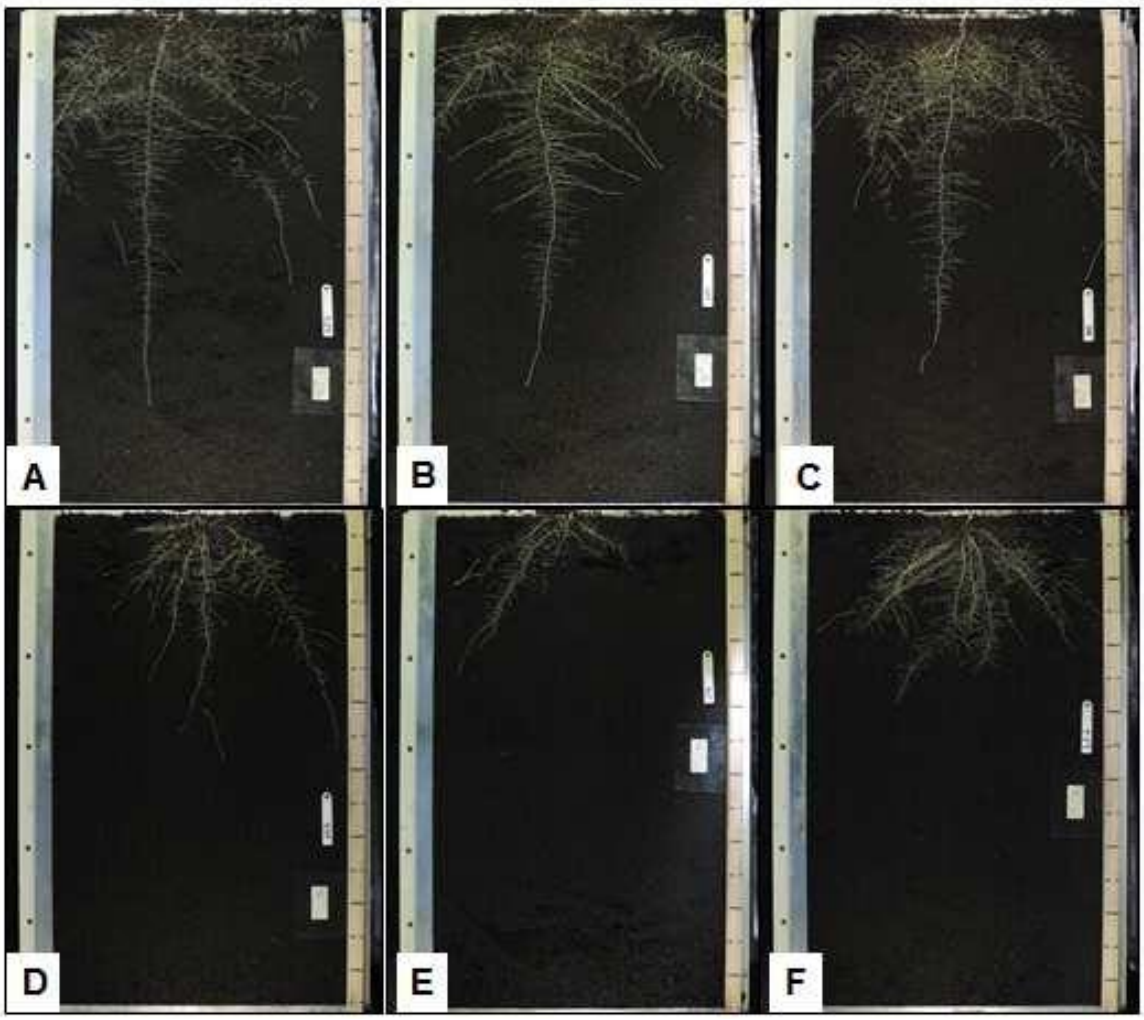
[1]: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; p_max: profundidade máxima atingida pelas raízes em cm; com_total: comprimento total em cm; area_proj: área projetada em cm^2; diam: diâmetro médio em mm; e vol: volume das raízes cm^3. [2]: ranqueado por p_max.

Em relação ao caráter comprimento total em cm, área projetada em cm^2; diâmetro médio em mm; volume das raízes cm^3 os acessos não diferenciaram na Tabela 2-6. Visualmente foi possível ver diferenças expressivas, que refletiram as características da arquitetura das raízes dos diferentes acessos.

Na figura 2-8 foi possível visualizar os acessos de feijão comum CF810173, CF810099 e CF800069 apresentaram raízes mais robustas (Figuras 2-8A, 2-8B e 3-

8C). Já os menores sistema radiculares foram observados nos acesso=s CF870436, CF800078 e CF840804 (Figuras 2-8D, 2-8E e 2-8F).

Figura 2-8 A, B e C são acessos de feijão comum que apresentaram raízes mais robustas, sendo os acessos: CF810173, CF810099 e CF800069 respectivamente. D, E e F são os acessos que apresentaram raízes menores: CF870436, CF800078 e CF840804. Foto dos ryzotrons com as raízes de acessos de feijão comum tipo mulatinho. BAG Feijão da EMBRAPA, 2015 – 2016.



A produção desses genótipos que tiveram maior profundidade de raízes não necessariamente foram maiores no experimento realizado no campo, há variabilidade nesse comportamento. O que demonstra que estudos mais aprofundados relacionando raízes, produção precisam ser realizados com um maior número de avaliações e caracterizações.

A coleção temática manteve a diversidade genética inicial do grupo de acessos de feijão comum tipo mulatinho. Ela teve representatividade produtiva nos 4 quartis, demostrando também a diversidade agronômica (Figura 3-4).

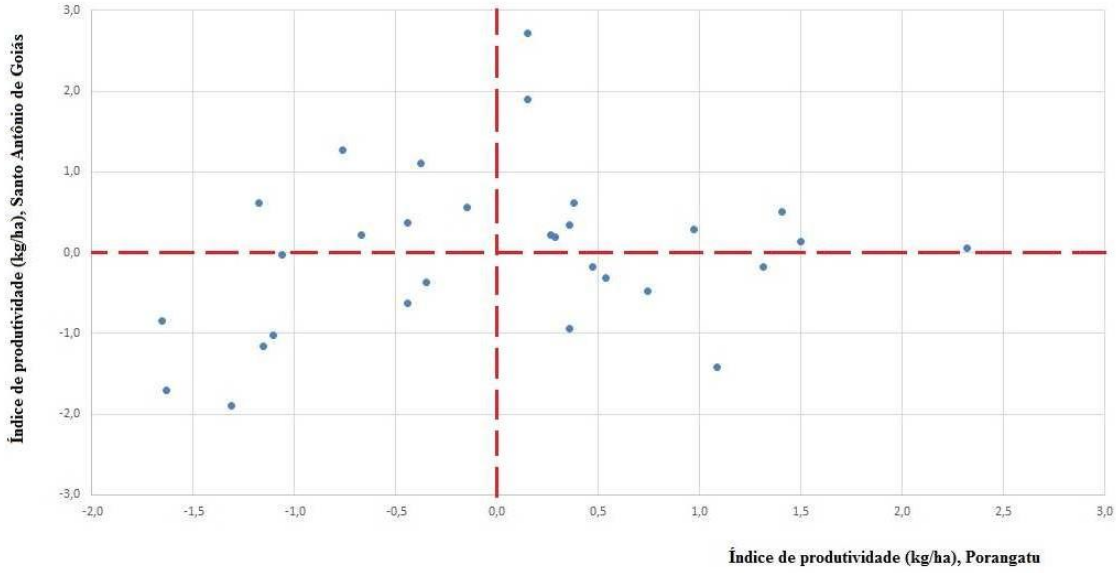
De acordo com os dados obtidos no campo, apresentados nesse capítulo pelo gráfico de quartis, o acesso que possui raízes robustas CF810173 comparando

com os demais acessos apresentados na figura 2-8 foi o menos produtivo nos dois ambientes. O acesso CF800069 mais produtivo no ambiente com altas temperaturas e menos produtivo no ambiente considerado normal. CF810099 foi mais produtivo nos dois ambientes.

Em relação aos acessos nos quais foram verificadas raízes menores, foi possível observar que o CF870436 foi mais produtivo nos dois ambientes, CF800078 mais produtivo em Porangatu que em Santo Antônio de Goiás e CF840804 mais produtivo nos dois ambientes.

Foi observado que 33% dos genótipos avaliados apresentaram melhor potencial produtivo, tanto no tratamento com temperatura adequada como sob alta temperatura e que 20% mantiveram a alta produção apenas em condições de temperatura favorável. Observou-se que 23,3% do material avaliado obteve melhor potencial produtivo em ambiente com alta temperatura e 23,3% do material avaliado estiveram com baixo potencial produtivo nos dois ambientes nos quais o experimento foi avaliado. A distribuição realizada em diferentes quartis foi possível ser visualizada na figura 2-9

Figura 2-9 Distribuição dos genótipos em quartis definidos pelas médias das produtividades com e sem altas temperaturas.



A representatividade de cada estado dentro de cada quartil é variável. Nos quatros quartis tem acessos coletados em Minas Gerais. Os acessos de feijão comum do tipo mulatinho coletados na Bahia foram verificados em três quartis, não constando apenas no quartil 3, que representa os materiais com baixo potencial

produtivo nos dois ambientes. Em relação aos materiais coletados em Alagoas foram identificados em dois quartis, sendo eles o grupo mais produtivo em ambiente normal e o outro no ambiente com alta temperatura. Os acessos coletados em Goiás compuseram dois quartis, sendo eles o mais produtivo nos dois ambientes e o menos produtivo nos dois ambientes. Por último, o único material coletado no Rio Grande do Sul compõe o quartil com os materiais mais produtivos no ambiente de alta temperatura.

2.4 DISCUSSÕES

A definição da coleção temática para altas temperaturas foi concretizada por seleção de acessos e, em seguida, por distâncias genéticas em pares. A coleção de núcleos temática resultante reflete potencialmente a riqueza máxima de alelos com um menor tamanho de amostra que o da coleção nuclear, nesse caso do feijão mulatinho composto por 745 genótipos. A coleção temática para altas temperaturas manteve a diversidade de genótipos, mesmo que em menor tamanho.

Em trabalho realizado por Pessoa-Filho et al. (2010), foi observado que a coleção temática obtida atendeu aos requisitos mínimos para uma amostra básica - manutenção de pelo menos 80% da riqueza alélica do material total do BAG, aproximadamente, 15% do seu tamanho.

Não foi possível assegurar a riqueza alélica da coleção temática do feijão comum do tipo mulatinho porque não foi realizada análise molecular. No entanto, foi possível definir o tamanho da coleção temática a partir de cada avaliação realizada ao longo das atividades experimentais.

A coleção temática de alta temperatura foi de 4% do tamanho total da coleção total de acessos do feijão comum tipo mulatinho do BAG.

Após realização de primeiro trabalho prevendo a retirada de acessos redundantes, mas mantendo a variabilidade genética, alterou-se o total de acessos de 745 para 240 acessos, a coleção temática de feijão comum tipo mulatinho representou 12% desse grupo. Por fim, quando se obteve o grupo de 100 acessos que compuseram o experimento para definição da coleção temática os 30 acessos correspondeu a 30% da coleção que o precedeu.

Como observado, Minas Gerais foi o Estado com maior representatividade na origem dos materiais que compuseram a coleção temática de

alta temperatura. Verificou-se que neste estado assim como todos os estados produtores de feijão, a produção foi, predominantemente, caracterizada pelo modelo de produção familiar. O sistema de plantio do feijão consorciado com o milho, principalmente, era o dominante na região em Minas Gerais.

Em diagnóstico realizado em 1980 pela EPAMIG, na Zona da Mata Mineira, o feijão roxinho e mulatinho representava 10% do que era produzido nessa região. No Sul do referido estado, o feijão mulatinho junto com o feijão preto representava 14%, com predominância do mulatinho, e uma área de 32% era cultivada com as cultivares ‘Carioca’, ‘Jalo’, ‘Bico de Ouro’ e a ‘Moura Rosa’. Na região do Alto São Francisco, menos de 10% da área total era composta pelo feijão mulatinho, rosinha, rapé, amarelinho e, principalmente, o manteiga, através da variedade “Jalo”. Na região Noroeste, 15% do feijão era representado pelo feijão mulatinho, e na região do Jequitinhonha, o feijão mulatinho era plantado em 21% da área total. Na região do Rio Doce, os principais tipos plantados eram o roxinho e o mulatinho com igual participação de 35% (OLIVEIRA; FELICIO FILHO; MOURA, 1980).

Neste mesmo diagnóstico verificou-se que 77% dos produtores da região do Vale do Rio Doce cultivavam especialmente essas variedades devido à sua boa adaptação à região. Os dados apontavam também que 26% dos produtores de feijão comum do tipo mulatinho produziam essa cultivar pela facilidade de comercialização com Nordeste e 22% produziam pela praticidade de comercialização com Belo Horizonte, além do fato do feijão comum do tipo mulatinho possuir boa aceitação no mercado e ser tradicionalmente consumido (OLIVEIRA; FELICIO FILHO; MOURA, 1980).

Em levantamento realizado pela Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento,em 1995, constatou-se que havia grande diversidade dos feijões plantados, tanto do tipo de cores como do tipo preto. E que era preponderante no estado de Minas Gerais o plantio do feijão comum do tipo “cores”, entre os quais, os tipos Manteigão, Roxinho, Mulatinho, Rosinha, Pardo, Bico de Ouro, Amarelo e Carioca, sendo este o principal feijão plantado, estimando-se 60% do plantio. Ainda ressaltava que nas diversas regiões do estado, os plantios de variedades tradicionais com denominação popular e regional e variedades com interesses comerciais localizados eram passadas de uma geração para outra (MINAS GERAIS, 1995).

A Comissão Brasileira do Feijão indicava, em 1973, ao Serviço de Extensão e Promoção, as cultivares para os estados brasileiros. Foi observado, naquele contexto, que alguns dos genótipos indicados são aqueles que compõem a Coleção Temática de feijão comum do tipo mulatinho para altas temperaturas, como o Mulatinho vagem roxa, em Irecê, na Bahia, e que também eram indicados para o Pernambuco, em especial, para a Zona da Mata Pernambucana. A 'Bico de Ouro' também aparece e era indicado para todo o Estado de São Paulo em 1973. Em Goiás e Minas Gerais, a indicação era da 'Rico 23', 'Mulatinho Paulista', 'Pintado' e 'Preto 143' (CAMPOS; CANÉCHIO FILHO, 1973).

Nos estados da Bahia e Pernambuco verifica-se a preferência por feijões com cores claras, como o Mulatinho. As variedades mais conhecidas nessa região são o 'Rim de Porco', a 'Vagem Roxa' e 'Favinha'.

Segundo os resultados apresentados pelo Estudo Nacional da Despesa Familiar (ENDEF), o feijão mais consumido no Brasil em 1973-1974 era o de corda, com 15,4 kg anuais. Em segundo lugar o mulatinho (13,6kg) e depois o preto com 12,9 kg anuais. Nos últimos anos observou-se um decréscimo de consumo de feijão em toda a região brasileira, e constata-se uma substituição significativa de variedades de feijão de cores pelo feijão carioca. Em pesquisa similar àquela realizada pelo ENDEF, denominada Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009, foi observado que o consumo de feijão na Região Nordeste, foi em média de 12 kg, enquanto a média nacional ficou em 9 kg. Cabe mencionar, que nesta pesquisa já não se diferenciou por cores de feijão.

A primeira cultivar de feijão comum do tipo mulatinho foi desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) em 1974, oriunda do cruzamento entre as cultivares 'Costa Rica' e 'L.3.0.50', com resistência à ferrugem e ao mosaico comum, denominada IPA 74-19 (MIRANDA et al., 1979).

O IPA tem um histórico significativo de lançamentos de cultivares de feijão comum do tipo mulatinho, sendo que em 1981 lançava o 'IPA-5', já em 1985, a cultivar 'IPA-6', em 1990 lançou o 'IPA-8', e em 1992 foi lançada a 'IPA-9', além de outras cultivares lançadas posteriormente, conforme demonstra Costa e Lopes (1999).

Sobre o desenvolvimento de cultivares de feijão comum do tipo mulatinho no Nordeste, os autores demostram que os treze materiais iniciais eram 'Flor Branca de Cacho', 'Flor Branca Ramador', 'Café', 'Manguito', 'Mão Curta', 'Vagem Roxa',

‘Boca Funda’, ‘Nove Caroços’, ‘Mulatão de Moita’, ‘Cearense’, ‘L.3.0.50’, ‘Chato Mineiro’ e ‘Mulatão Ramador’, dado que a preferência sempre foi pelo feijão comum do tipo mulatinho (COSTA; LOPES, 1999).

Desses acessos, destacaram-se, inicialmente, a introdução e a avaliação de cultivares selecionadas como as importantes progenitores: ‘Costa Rica’, ‘L.3.0.50’, ‘Gordo’ e ‘Rico 23’, cujas linhagens parentais resultaram em várias das cultivares lançadas pelo IPA. Outros materiais foram sendo incluídos e trabalhados no programa,através intercâmbio com a EMBRAPA e com o Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT (COSTA; LOPES, 1999).

O histórico de lançamento de cultivares de feijão mulatinho pela Embrapa é a cultivar Bambuí em 1993, a linhagem A 774 com o nome fantasia ‘BRS Marfim’, em 1996, e por último a ‘BRS Agreste’ em 2008. Atualmente na Embrapa Arroz e Feijão, têm-se 745 genótipos de feijão mulatinho, havendo redundância em alguns nomes com materiais coletados em lugares divergentes, como ‘Rim de Porco’, ‘Mulatinho’, ‘Mulato’ e ‘Bico de Ouro’.

Oliveira et al. (2008), avaliando 11 linhagens e 2 variedades (testemunhas) de feijão comum, do grupo comercial mulatinho, em diferentes munícipios do Nordeste brasileiro, observaram que os rendimentos médios de grãos oscilaram de 1.705 kg/ha a 3.253 kg/ha. Segundo os autores, essas variações na produtividade de grãos observadas entre os municípios ocorreram, predominantemente, em função da distribuição das chuvas e do tipo de solo das áreas experimentais, indicando variação nas condições ambientais onde foram realizados os ensaios.

O potencial produtivo de algumas cultivares do feijão mulatinho chega a 3.851 kg/ha como a BRS Marfim, porém, a produtividade oscila e se mantém baixa, especialmente, nos Estados do Nordeste, por fatores como a qualidade da semente utilizada, a situação do sistema de cultivo, do espaçamento utilizado, irregularidade das chuvas e de outros fatores.

Em 1996, o pesquisador Paulo Miranda, do Instituto de Pesquisa Agronômica Pernambuco (IPA), iniciou os trabalhos de melhoramento do feijão para obter cultivares altamente produtivas do tipo Mulatinho utilizando como progenitores o ‘Costa Rica’, um feijão da cor preta introduzido de Cuba, a ‘Turrialba1’ e a cultivar ‘L-3-050’, todos com excelente grão no aspecto comercial. Os resultados destes trabalhos foi o lançamento das variedades ‘IPA 74-19’, ‘IPA 1’ e ‘IPA 2’.

Na tabela 2-7, pode-se observar as cultivares melhoradas e variedades tradicionais cultivadas até 1983, em diferentes regiões do Brasil. O feijão ‘Bico de Ouro’ e o ‘Mulatinho’ estão classificados como feijões “creme – bege” no banco de germoplasma do CIAT, no BAG da Embrapa Arroz e Feijão eles estão no mesmo grupo.

Tabela 2-7 Cultivares melhoradas e tradicionais de feijão que se cultivavam no Brasil até 1983 (VOYEST, 1983).

Estado	Cultivares Melhoradas	Variedades Tradicionais
Alagoas	IPA 74-19	Mulatinho vagem roxa, Rim de porco e favinha
Bahia	IPA 74-19, Carioca, Iguaçu, Costa Rica	Mulatinho vagem roxa, Grosso Favinha, Mulatinho Irecé, Mulatinho Simetrico, Mulatinho Gorda, Vila Nova, Roxo, Bagajo
Goiás	Carioca, Costa Rica, Jalo 558, Rio, Tibagi, Rico 23	Roxinho, Rapé, Enxofre, Bico de Ouro, Preto Comum, Jalo
Minas Gerais	Carioca, Costa Rica, Rico 23,Jalo EEP 558, S 182 N, Manteigão Fosco 11, Rico Baio 1014, Pintado, Mulatinho, Paulista, Paraná Palmital Precoce, Rosinha G2	Goiano Precoce, Roxinho, Rapé, Enxofre, Amarelinho, Paraná, Opaquinho, Preto Comum, Mulatinho, Bico de Ouro, Rosinha Baetão, Pardo, Manteigão, Amendoim, Caeté, Vinagrinho, Caroatá, Vermelho Rajado
Rio Grande do Sul	Turrialba4, Guateian 6662, Rio Tibagi, Cuva 168 N, Rico 23	Cubano, Cavalo Claro, Chileno, Branco Grande

Estudos com ênfase na parte radicular contribuem de forma ampla para elucidar o comportamento dos caracteres em função dos genótipos avaliados. A herdabilidade reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada (FALCONER, 1987); dessa maneira, quantifica a confiabilidade do valor fenotípico como guia para o valor genético. Jacquard (1983) fez uma importante consideração sobre este parâmetro genético, ressaltando que a herdabilidade não caracteriza o caractere, mas sim a estrutura da população estudada.

O sistema radicular é um caráter constitutivo da planta, ou seja, está sob controle genético. Mas fatores como qualidade química física do solo (TAYLOR; ARKIN, 1981) e temperatura, estrese hídrico e diferentes práticas culturais (ROSOLEM, 1996; FAGERIA; STONE, 1999) podem afetar no seu desenvolvimento e crescimento.

Em trabalho realizado por Teixeira (2014), testando 47 acessos de feijão comum do banco de germoplasma do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), buscou-se através das avaliações das características do sistema radicular encontrar divergência entre os acessos e verificar se a dissimilaridade dos acessos de cada grupo refletia em diferentes desempenhos produtivos diante da aplicação de déficit hídrico. Constatou-se em seu trabalho que a análise de correlação revelou significâncias positivas entre as características de raiz, massa seca, área superficial e volume com o componente de produtividade de grãos. E que as características como número de verticilos e número de raízes basais apresentaram correlação negativa e significativa para número de sementes e número de vagens por planta.

No entanto, nesta pesquisa foi possível perceber que ocorreram diferenças nas características das raízes avaliadas no experimento. Porém não se pode concluir uma correlação direta entre a produtividade alcançada no campo em Porangatu para altas temperaturas e as diferenças genotípicas em feijão comum que ocorreram em relação à massa de raiz e sua arquitetura no experimento realizado em casa de vegetação em Santo Antônio de Goiás.

Estudos que abordam a questão de altas temperaturas e sistema radicular ainda são incipientes, mas devem ser aprofundados uma vez que está associado não só esse estresse, mas também à deficiência hídrica. Condições de cultivo de estresse, ainda mais evidentes no contexto de mudanças climáticas. Um sistema radicular mais superficial diminuirá a capacidade de adquirir recursos, como água, quando localizados em um solo mais profundo (VIEIRA, et al, 2008).

Bouma et al.; (2000) afirma que o comprimento da raiz é que vai garantir a capacidade da planta de adquirir água e outro nutrientes. Dessa forma. a partir das informações geradas pela caracterização e avaliação do sistema radicular ,conjuntamente com os dados de produtividade alcançada em campo, foi possível identificar os acessos que apresentam as características potenciais para produção em condições de estresse. Contribuindo diretamente para a identificação de genótipos superiores que apresentem adaptabilidade e características exigidas pela cadeia produtiva da cultura.

A coleção temática formada para altas temperaturas manteve a diversidade genética da coleção inicial de base, mas por pertencerem ao mesmo tipo de feijão comum, o mulatinho, apresentam proximidades em relação a certas características. Principalmente àquelas sob controle genético, como o sistema radicular. Já em relação à produtividade foi possível perceber diferenças significativas no material testado.

O caráter de produtividade é importante aparecer em estudos de caracterização de plantas porque é um filtro importante para a seleção de acessos tanto para programa de melhoramento como para identificação de acessos que possam ser disponibilizados diretamente aos produtores de feijão comum. Porém características desejáveis de raízes, e outros aspectos avaliados contribuem para a caraterização tecnológica do feijão comum.

De maneira geral, concluiu-se que a coleção temática manteve a diversidade genética inicial do grupo de acessos do feijão tipo mulatinho.

É possível constatar que a coleção temática tem representatividade produtiva, demostrando também possuir diversidade genética.

Pode-se concluir, portanto, que existe variabilidade entre os genótipos, de maneira tal que, há possibilidades de seleção de genótipos superiores para tolerância a estresse de alta temperatura e, assim sendo, justifica-se a formação da coleção temática com tolerância a alta temperatura.

A caracterização morfoagronômica do sistema radicular foi eficiente. O sistema de ryzotrons demonstrou ser uma ferramenta eficaz na caracterização do feijão comum mulatinho. As metodologias adotadas permitiram selecionar acessos mais adequados para cultivos em altas temperaturas.

REFERÊNCIAS

BALARDIN, R.S.; COSTA, E.C.C. & RIBEIRO, N.D., eds. **Feijão, recomendações técnicas para cultivo no Rio Grande do Sul.** 2000. Santa Maria, Comissão Estadual de Pesquisa do Feijão – CEPEF, 2000. 80p.

BOUMA TJ, NIELSEN KL, KOUTSTAAL B. **Sample preparation and scanning protocol for computerised analysis of root length and diameter**. Plant and Soil. 2000;218:185–196.

BROWN, A.H.D: **Core collections: A practical approach to genetic resources management.**Genome, v. 31, p. 818-824, 1989.

BROWN, A.H.D: **The core collection at the crossroads.** In: HODGKIN, T.; BROWN, A.H.D.; VAN HINTUM, Th.J.L.; MORALES, E.A.V. (Orgs) **Core collections of plant genetic resources**. John Wiley& Sons, 1995. p. 3-19.

CAMPOS, T. e CANÉCHIO FILHO, V. **Principais culturas 2**. Ed. Campinas, Instituto Agronômico Campineiro de Ensino Agrícola, 1973.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. **Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.17-24, 2007.

COSTA, A. F. da.; LOPES, L. H. de O. **Recursos genéticos e melhoramento do feijoeiro comum em Pernambuco**. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Arido; Brasilia, DF: Embrapa Recursos Geneticos e Biotecnologia, 1999.

DICKSON, M.H.; PETZOLDT, R. **Heat tolerance and pod set in green beans**.Journal American Society Horticulture Science, Alexandria, v.114, n.5, p.833-836, 1989.

DIDONET, A. D.; AIDAR, H.; THUNG, M.; KLUTHCOUSKI, J.; SOARES, D. M. **Efeitos da alta temperatura do ar**. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 51-66.

DIDONET, A.D.; MADRIZ, P.M. **Abortamento de flores e vagens no feijoeiro: efeito da temperatura e da radiação solar.** In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002. Viçosa, MG. Anais... Viçosa: UFV, 2002. 842p. p.55- 58.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: EmbrapaCNPAF,1999. 42p. (Documentos, 92).

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**, Trad. SILVA, M.A. & SILVA, J.C. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1987. 279p.

HAMMER, G. L.; DONG, Z.; MCLEAN, G.; DOHERTY, A.; MESSINA, C.; SCHUSSLER, J.; ZINSELMEIER, C.; PASZKIEWICZ, S.; COOPER, M. **Can changes in canopy and/or root system architecture explain historical maize yield trends in the US corn belt**? Crop Science, Madison, v. 49, n. 1, p. 299-312, 2009.

KONSENS, I. et al.**The effect of temperature on the production and abscission of flowers and pods in snap bean** (*Phaseolus vulgaris* L.).Annals of Botany, London, v.67, n.5, p.391- 399, 1991.

LONG, S.P.; ORT, D.R.**More than taking the heat: crops and global change.Current Opinion** in PlantBiology, v. 13, p. 1–8, 2010.

MARTINS, S. M.; BOLDT, A. S.; TRIPODE, B. M. D.; GONÇALVES, W. C.; DUARTE, J. B.; SILVA FILHO, J. L.; GIBAND, G. A **Root Phenotyping Platform for the Study of Root System Architecture in Cotton: Features and Validation**. In: Word Cotton Research Conference-6, Goiânia, **Anais**... Goiânia, GO: WCRC-6/ICGI, 2016.

MEYER, S, A. **Comparação de coeficientes de similaridade usados em análises de agrupamento com dados de marcadores moleculares dominantes.** 2002. 118f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração: Estatística e Experimentação Agronômica- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MINAS GERAIS, Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cenário futuro do negócio agrícola de Minas Gerais** – Belo Horizonte, 1995. 14 v.”

OLIVEIRA, J. P. de.; DEL PELOSO, M. J., MORAIS, O. P. de, MELO, L. C., SILVA, H. T. da, FONSECA, J. R., SILVA, S. C. da.**Parecença entre acessos tradicionais de feijão carioca utilizando o método de Ward.** In: Congresso Nacional De Pesquisa De Feijão, 9., 2008, Campinas. Ciência e tecnologia na cadeia produtiva do feijão. Campinas: Instituto Agronômico, 2008.

OLIVEIRA, A. C. S. de; FELÍCIO FILHO, A. e MOURA, P. A. M. de. **Diagnóstico da cultura do feijão em Minas Gerais.** Belo Horizonte, EPAMIG, 1980. p. (Série programação, 6)”.

PESSOA-FILHO, M.; RANGEL, P.H.N.; FERREIRA, M.E. **Extracting samples of high diversity from thematic collections of large gene banks using a genetic-distance based approach**. BMC Plant Biology, v. 10, p. 127-136, 2010.

PESQUISA DE ORÇAMENTOS FAMILIARES (POF) 2008-2009, **Aquisição alimentar domiciliar per capita Brasil e Grandes Regiões.**

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. São Paulo: Nobel, 2000. 479p.

PORTES, T.A. **Ecofisiologia**. In: ARAÚJO, R.S. et al. Cultura do feijoeiro comum no Brasil Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p.101-137.

RANGEL, P. H. N.; OLIVEIRA, P. J.; COSTA, J. G. C.; FERREIRA, M. E.; ABREU, A. G. **Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão : passado, presente e futuro.** Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 68 p. : il. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 288).

R CORE TEAM . R: **A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria. 2015. Disponívelem: <http://www.R-project.org/>. Acessoem: 23 out. 2015.

RIZHSKY, L.; LIANG, H.; MITTLER, R. **The combined effect of drought stress and heat shock on gene expression in tobacco**. Plant Physiology, v.130, p. 1143-1151, 2002.

ROSADO, R. D. S. **Caracterização do sistema radical do feijoeiro e seu uso no melhoramento genético**. Viçosa, MG. Tese de Doutorado – 2012.

ROSOLEM, C.A.; BICUDO, S.J.; MARUBAYASHI, O.M. **Soybean yield and root growth as affected by lime rate and quality**. In: Date, R.A.; Grundon, N.J.; Rayment, G.E.; Probert, M.E. (Eds.). Plant soil interactions at low pH: Principles and management. Dordrech: Kluwer, 1995. p.543-547.

SHONNARD, G.C.; GEPTS, P. **Genetic of heat tolerance during reproductive development in common bean.**Crop Science, Madison, v.34, n.5, p.1168-1175, 1994.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Irrigação do feijoeiro**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 2001. 230 p.

TAKEDA, S., MATSUOKA, M. **Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes**. Nature Review Genetics, v. 9, p. 444–57, 2008.

TAYLOR, D.; ARKIN, G.F. **Root zone modification fundamentals and alternatives**. In: TAYLOR, H.M.; ARKIN, G.F. (Eds.). Modifying the root environment to reduce crop stress. St. Joseph : ASAE, 1981. p.3-16.

TESTER, M.; LANGRIDGE, P. **Breeding technologies to increase crop production in a changing world**.Science, v. 327, p. 818–22, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

TEIXEIRA, A. **Caracterização radicular de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e correlação com o déficit hídrico**. Dissertação, Campinas – SP. Melhoramento Vegetal e Biotecnologia, 2014.

VERSLUES, P.E.; AGARWAL, M.; KATIYAR-AGARWAL, S.; ZHU, J.; ZHU, J. K. **Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status**. The Plant Journal, Oxford, v. 45, p.523–539, 2006.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR T. J.; BORÉM A. **Feijão**.2., ed. Viçosa - MG: Editora UFV, 2006.

VOYEST, O. **Veriedade de frijol em América latina y suorigen.** Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 1983, 87 p.”

WARD, J.H. **Hierarchical grouping to optimize an objective function**. Journal of the American Statistical Association, Washington, n.58, p.236, 1963.

WinRHIZO.**Regent Instruments Canada Inc**. Basic, Reg, Pro & Arabidopsis For Root Measurement, Quebec, April, 2013.

CONDISERAÇÕES FINAIS

De maneira geral pode-se concluir que a maioria dos acessos introduzidos de feijão comum de grão mulatinho mostrou considerável grau de dissimilaridade fenotípica. Os 240 acessos de feijão-comum mulatinho podem ser resumidos a 96 acessos, assegurando a conservação de alelos distintos presentes no grupo. Os dados agronômicos obtidos nesses experimentos juntamente com o banco de dados de caracterização ecogeográfica e morfológica, após analisados conjuntamente, constituíram o estudo de elaboração e caracterização, possibilitando formação de uma coleção nuclear temática em condições de elevadas temperaturas.

A coleção temática resultante reflete potencialmente a riqueza máxima de alelos com o menor tamanho de amostra de uma coleção nuclear. O método de rizotrons para avaliar crescimento e desenvolvimento radicular do feijão comum, forneceu subsídios para a caracterização e discriminação de genótipos que compuseram a coleção temática para altas temperaturas, visando apoiar decisões a serem tomadas por melhoristas em programas de seleção.

É necessário que se faça maiores estudos visando caracterização fenotípica associada à tolerância para qual se formou a coleção temática, a fim de aprofundar o conhecimento, o que pode ser um diferencial para a tomada de decisão sobre o acesso destinado diretamente aos agricultores que cultivam em condições de altas temperaturas, como para pesquisadores melhoristas genéticos com trabalhos nesta área.

REFERÊNCIAS

ACOSTA-GALLEGOS, J. A.; KELLY, J. D.; GEPTS, P**. Prebreeding in Common Bean and Use of Genetic Diversity from Wild Germplasm**.Crop Science, v. 47, p. S44-S59, 2007.

ARAÚJO, E.; DORNELES, G. V.; LIMA, A. A.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA FILHO, J. J. **Avaliação das qualidades sanitárias e fisiológicas das sementes usadas para o plantio no Estado da Paraíba**. In.:Congresso Brasileiro de Sementes, Campinas, SP. 1983. Resumos. Campinas: ABRATES, 1983. P. 76.

ASFAW, A.; ALEMAYEHU, F.; GURUM, F.; ATNAF, M. **AMMI and SREG GGE biplot analysis for matching varieties onto soybean production environments in Ethiopia**. Scientific Research and Essay, v.4, p.1322-1330, 2009.

ASSAD, E.D.; PINTO, H.S. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil.** São Paulo: Embrapa, 2008. 84p.

BRASIL **Lei nº de 11.326, de 24 de julho de 2006**. Disponível em:> Acesso em junho de 2015.

BEEBE, S.E.; ROJAS-PIERCE, M.; YAN, X.; BLAIR, M.W.; PEDRAZA, F.; MUÑOZ, F.; TOHME, J.; LYNCH, J. P. **Quantitative trait loci for root architecture traits correlated with phosphorus acquisition in common bean**. Crop Sci. 2006; 46: 413–423.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E. de S. **A Cultura**. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM, A. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais. Viçosa: Editora UFV, 1998. p.13-17.

BIODIVERSITY INTERNATIONAL. **Descritores de** *Phaseolus vulgaris* (L.) Walp.),2007.

CLEMENTE, C.; ROCHA, S.F.R.; COLE, D.M.; VIVAN J.L. Conservação on farm. In: Nass, L.L.(Ed.) Recursos Genéticos Vegetais. Brasília: Embrapa, 2008. p. 511-543.

CAMPOS, C. S. S. **Pobreza e exclusão feminina nos territórios do agronegócio : o caso de Cruz Alta/RS.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Tese, Doutorado – 2009.

CARVALHO, L.P.; LANZA, M.A.; FALLIERI, J.; SANTOS, J.W. **Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1149–1155, 2003.

CARVALHO, H. M. **O camponês, guardião da agrobiodiversidade**. Disponível em: <http://www.reformaagrariaemdados.org.br/sites/default/files/O%20campon%C3%AA

s,%20guardi%C3%A3o%20da%20agrobiodiversidade%20-%20Horacio%20Martins%20de%20Carvalho%20-%202013.pdf> Acesso em: junho de 2015.

COSTA, J. G. C. da; SANTIAGO, C. M.; OLIVEIRA, J. P. de; MORAES, A. da C. **Expedições de coletas de feijão comum** (*Phaseolusvulgaris*) **no Brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012.

COSTA, J. G. C. da; OLIVEIRA, J. P. de; ABREU, A. G. de. **Expedição de coleta de variedades tradicionais de feijão comum** (Phaseolusvulgaris) no Estado do Ceará. Documentos, 295 16 p. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013.

COSTA, J. G. C. da; OLIVEIRA, J. P. de; ABREU, A. G. de. **Coleta de variedades tradicionais de feijão-comum** (*Phaseolusvulgaris* L.) **no Estado de Santa Catarina**. Documentos, 305 20 p. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015.

DEBOUCK, D.G. *Phaseolus* **germoplasm exploration**. In: GEPTS, P (ed.). Genetic resources of Phaseolus beans. Dordrecht. Kluwer, p. 3-29, 1988.

FAO.**Monitoring the implementation of the global plan of action for the conservation and sustainable utilization of plant genetic resources for food and agriculture.** Working paper presented to the Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Roma, 2002. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/MEETING/008/Y8004E/Y8004E00.HTM> Acesso em: 01 abr. 2017.

FONSECA, J. R.; COSTA, J. G. C. da; ANTUNES, I. F.; SILVA, H. T. da.**Coleta de germoplasma do feijoeiro comum** (*Phaseolusvulgaris* L.) **no litoral médio e sul do Rio Grande do Sul**. Documentos on-line, 201 20 p. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2007.

GEPTS, P.; BLISS, F. A. **Phaseolin variability among wild and cultivated common beans** (*Phaseolus vulgaris*) from Colombia. Economic Botany, v. 40, n. 4, p. 469–478, 1986.

GEPTS, P.L. **Nutritional and evolutionary implications of phaseolin seed protein variability in common bean (***Phaseolus vulgaris* **L.)**. Madison: University of Wisconsin- -Madison, 1984.209 p.

IBGE [**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**]. Disponível em <<ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201703.pdf>> Acessado em abril de 2017.

KARIA, C. T. **Caracterização genética e morfoagronômica de germoplasma de** *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) SW. 2008. 138f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. 2008.

LEMOS, L.B.; MINGOTTE, F.L.C.; FARINELLI, R. **Cultivares; In Aspectos gerais da cultura do feijão** *Phaselusvulgaris* L. Editores técnicos: ARF, O. et al.; Botucatu: FEPAF, 2015. 433 p.

JARAMILLO, S.; BAENA, M. *Ex situ* **conservation of plant genetic resources: training module**. International Plant Genetic Resources Institute, Cali, Colombia, 2002.

JOSE, S. C. B. R. **Manual de curadores de germoplasma - vegetal: conservação** *ex situ.* Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 19 p. 2010.

MACHADO, A. T.; SANTILLI, J.; MAGALHÃES, R. **A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas**. Embrapa, Brasília, n.34, p.104, 2008.

MACHADO, A. T. **Manejo da agrobiodiversidade, direito dos agricultores e propriedade intelectual**. In: ENCONTRO NACIONAL DE AGROECOLOGIA, 2002, Rio de janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos emAgricultura Alternativa: FASE; Viçosa: Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata, 2003. p.97-102.

MANOS, M. G.; OLIVEIRA, M. G. C.; MARTINS, C. R. **Reunião da Comissão Técnica Norte/Nordeste Brasileira de Feijão** (17.:2012 Aracaju, SE).

Informações Técnicas para o Cultivo do Feijoeiro Comum na Região Nordeste Brasileira 2013-2014 / **17ª Reunião de Comissão Técnica Norte/Nordeste Brasileira de Feijão - CNTNBF** / - Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 199 p. : il. - (Documentos / Embrapa Tabuleiros, ISSN 1678-1953; 181)

NODARI, R. O. **A ameaça dos transgênicos. Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 3, p. 26-31, out. 2007. Entrevista concedida a Gabriel B. Fernandes e Paula Almeida.

PBMC: **Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas.** Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil, 2013, 28 p.

PELOSO, M. J. DEL; WANDER, A. E.; STONE, L. F. **Feijão comum: impulsionando a produção e a produtividade de grãos na agricultura brasileira**. In: Albuquerque, A. C. S.; Silva, A. G. da eds. Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.219-233.

PESSOA-FILHO, M.; RANGEL, P.H.N.; FERREIRA, M.E. **Extracting samples of high diversity from thematic collections of large gene banks using a genetic-distance based approach**. BMC PlantBiology, v. 10, p. 127-136, 2010.

PETERSEN, P.; SOGLIO, F. K.; CAPORAL, F. R. **A construção de uma Ciência a serviço do campesinato**. In.: PETERSEN, PAULO (org.) Apoios: Agricultura familiar camponesa na construção do futuro - Rio de Janeiro: AS-PTA, 2009. 168p.

PORTUGAL, J. R.; PERES, A. R.; RODRIGUES, R. A. F. **Aspectos climáticos no feijoeiro; In Aspectos gerais da cultura do feijão***Phaselusvulgaris* L. Editores técnicos: ARF, O. et al.; Botucatu: FEPAF, 2015. 433 p.

RANGEL, P. H. N.; OLIVEIRA, P. J.; COSTA, J. G. C.; FERREIRA, M. E.; ABREU, A. G. **Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão : passado, presente e futuro.** Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 68 p. : il. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 288).

SANTONIERI, L. **Agrobiodiversidade e conservação** *ex situ*: **reflexões sobre conceitos e práticas a partir do caso da Embrapa**/ Brasil. 2015. 503 f. Tese (Doutorado em Antropologia Social) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2015.

SANTONIERI, L.; BUSTAMANTE, P. G. **Conservação** *ex situ* **e** *onfarm* **de recursos genéticos: desafios para promover sinergias e complementaridades**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 11, n. 3, p. 677-690, set.-dez. 2016.

SILVA H.T. **Descritores mínimos indicados para caracterizar cultivares/variedades de feijão comum** (*Phaseolusvulgaris* L.). Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005, 32p.

SINGH, S.P.; GEPTS, P.; DEBOUCK, D.G. **Races of common bean** (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). Economic Botany, New York, v. 45, n. 3, p. 379–396, 1991.

STONE, L. F., FERREIRA, E. P. B., DIDONET, A. D., HEINEMANN, A. B., OLIVEIRA, J. P. **Correlação entre a produtividade do feijoeiro no sistema de produção orgânica e atributos do solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.17, n.1, p.19–25, 2013 Campina Grande, PB, UAEA/UFCG.

TERÁN, H.; SINGH, S. **Selection for drought resistance in early generations of common bean populations**.CanadianJournalofPlant Science, v. 82, p. 491-497, 2002.

TOHME, J.; GONZALEZ, D. O.; BEEBE, S.; DUQUE, M. C. **AFLP analysis of gene pools of a wild bean core collection**. Crop Science, Madison, v. 36, p. 1375-1384, 1996.

VIEIRA, C. *Phaseolus* **genetic resources and breeding in Brazil**. In: GEPTS, P. (ed.) Genetic resources of *Phaseolus* beans. Kluwer, Dordrecht. p. 467–483, 1988.

VIEIRA, E.S.N. **Similaridade genética entre cultivares de feijão do grupo carioca por meio de marcadores morfológicos e moleculares visando a certificação da pureza genética.** 2000. 84f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Larvas, Lavras, 2000.

ANEXOS

Etapas da caracterização do feijão mulatinho em casa de vegetação.

a) b)

Anexo 1. a) Semeadura do feijão mulatinho, vasos com resíduo vegetal de arroz, sistema de rotação dentro da casa de vegetação e b) Casa de Controle de Sistema de Irrigação das casas de vegetação do BAG (JULHO, 2014).

Anexo 2. Avaliação de medida de folhas (SETEMBRO, 2014)

a) **b)**

Anexo 3. Avaliação de coloração das folhas do acesso 10 e 12, folhas violetas e brancas, respectivamente. (SETEMBRO, 2014).

a) **b)**

Anexo 4. Avaliação pós colheita das vagens e sementes. (DEZEMBRO, 20014).

ANEXO 5. Genótipos que compõe a coleção nuclear temática de feijão comum tipo mulatinho, Embrapa Arroz e Feijão- 2017.

	GENÓTIPO	UF	NOME	MUNICÍPIO
1	CF880013	AL	RIQUEZA	BELÉM
2	CF880036	AL	MULATINHO	CACIMBINHAS
3	CF880061	AL	IPA	CANAPI
4	CF810362	BA	MULATINHO VAGEM ROXA	CIPÓ
5	CF810445	BA	MULATINHO	QUIJINGUE
6	CF810447	BA	MULATINHO VAGEM ROXA	QUIJINGUE
7	CF810489	BA	MULATINHO BRILHANTE	SERRA PRETA
8	CF810500	BA	BICO DE OURO	RIBEIRA DO POMBAL
9	CF840364	BA	VAGEM ROXA	IRECÊ
10	CF840459	BA	MULATINHO FOSCO	IRECÊ
11	CF810099	GO	AMARELO CANÁRIO	PIRACANJUBA
12	CF810173	GO	ROSINHA	SILVÂNIA

13	CF810177	GO	FRANGUINHO	SILVÂNIA
14	CF800067	MG	MULATO	RIO PARDO DE MINAS
15	CF800069	MG	NÃO IDENTIFICADO	RIO PARDO DE MINAS
16	CF800078	MG	CACHINHO	ITINGA
17	CF800411	MG	VAGEM RAJADA	SANTO ANTÔNIO DO JACINTO
18	CF840582	MG	BICO DE OURO/FLOR VERMELHA	ITUIUTABA
19	CF840623	MG	MULATINHO	BARÃO DE MONTE ALTO
20	CF840706	MG	MULATINHO/VAGEM ROXA	DIVINO
21	CF840792	MG	BICO DE OURO	MATIPÓ
22	CF840804	MG	BICO DE OURO	MATIPÓ
23	CF870087	MG	MULATINHO	CRUCILÂNDIA
24	CF870171	MG	MULATINHO BICO DE OURO	CRUCILÂNDIA
25	CF870436	MG	MULATINHO	ITAPECERICA
26	CF870571	MG	ROSINHA	CLÁUDIO
27	CF870920	MG	MULATINHO	PASSA TEMPO
28	CF870944	MG	MULATINHO	CARMÓPOLIS DE MINAS
29	CF890079	MG	ROXINHO	TURVOLÂNDIA
30	CF840247	RS	AMARELINHO BRILHANTE	SANANDUVA