



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE IPAMERI
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal



**DIVERSIDADE GENÉTICA, PRODUÇÃO E
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
GENÓTIPOS ARBUSTIVOS DE FEIJÃO-VAGEM**

BRUNA SANTOS DE OLIVEIRA

**M
E
S
T
R
A
D
O**

**Ipameri-GO
2015**

BRUNA SANTOS DE OLIVEIRA

**DIVERSIDADE GENÉTICA, PRODUÇÃO E QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS ARBUSTIVOS
DE FEIJÃO-VAGEM**

Orientador: Prof. Dr. Warley Marcos Nascimento
Coorientador: Prof. Dr. Nei Peixoto

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri
2015

Oliveira, Bruna Santos de.

Diversidade genética, produção e qualidade fisiológica de sementes de genótipos arbustivos de feijão-vagem/ Bruna Santos de Oliveira. - 2015.

62 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Warley Marcos Nascimento.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri 2015.

Bibliografia.

1. Ciências Agrárias. 2. Agronomia. 3. Feijão-vagem.
I. Título.



Câmpus de Ipameri
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal
Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, 75780-000 Ipameri-GO
www.ppgpv.ueg.br e-mail: ppgpv.ipameri@gmail.com
Fone: (64)3491-5219



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

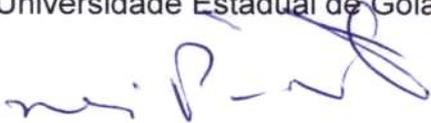
TÍTULO: “DIVERSIDADE GENÉTICA, PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS ARBUSTIVOS DE FEIJÃO-VAGEM”

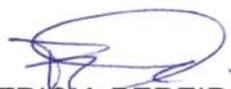
AUTORA: Bruna Santos de Oliveira

ORIENTADOR: Warley Marcos Nascimento

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:


Prof. Dr. WARLEY MARCOS NASCIMENTO
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO


Prof. Dr. NEI PEIXOTO
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO


Dra. PATRÍCIA PEREIRA DA SILVA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Embrapa Hortaliças

Data da realização: 31 de julho de 2015.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus;

À minha mãe Maria Ilma dos Santos e minha bisavó Maria dos Prazeres Eustáquio (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por me dar força, discernimento nas decisões a tomar e no caminho a seguir.

À minha mãe, pelo amor, carinho, orações, e por sempre estar ao meu lado acompanhando a minha caminhada e me apoiando;

À Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Ipameri pelos ensinamentos, estrutura física e concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Dr. Warley Marcos Nascimento pelas oportunidades que me concedeu, principalmente por tornar possível a realização de parte do meu projeto na Embrapa Hortaliças.

Ao meu coorientador, professor Dr. Nei Peixoto, pela oportunidade de aprendizado com sua experiência, dedicação, amizade, paciência e pelas sugestões essenciais para condução e conclusão deste trabalho.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UEG – Câmpus Ipameri, pela importante contribuição em meu crescimento científico.

À Embrapa Hortaliças, em especial à Dra. Patrícia Pereira, Dra. Maria Esther Boiteux e Dr. Leonardo Boiteux; aos técnicos dos laboratórios: Jorge, Chico e Damião; e à estagiária: Lucinéia; pela amizade e ajuda prestada na condução deste trabalho.

Ao meu namorado Eduardo Guirao, por todo apoio, amor, compreensão e incentivo nas horas mais difíceis.

Ao meu querido tio José Maria, que sempre está presente e torce muito por mim.

Aos amigos João Paulo de Moraes Oliveira, Edinilson Gomes, Thulio Ferreira França e Marcelo Nascimento, pelo auxílio, amizade e companheirismo.

Enfim, agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho e de minha formação como pessoa e profissional.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	4
CAPÍTULO 1: DIVERSIDADE GENÉTICA DE GERMOPLASMA DE GENÓTIPOS ARBUSTIVOS DE FEIJÃO-VAGEM VIA SISTEMA DE MARCADORES RAPD	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Material vegetal.....	11
3.2 Extração de DNA genômico.....	13
3.3 Triagem inicial de uma coleção de <i>primers</i> rapd em busca de polimorfismos entre dois acessos de feijão-de-vagem contrastantes	13
4 RESULTADOS	16
5 DISCUSSÃO.....	19
6 CONCLUSÕES.....	20
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO 2: PRODUÇÃO DE SEMENTES DE GENÓTIPOS ARBUSTIVOS DE FEIJÃO-VAGEM.....	24
RESUMO	25

ABSTRACT	26
1 INTRODUÇÃO.....	27
2 OBJETIVOS.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4 RESULTADOS	32
5 DISCUSSÃO.....	38
6 CONCLUSÕES.....	40
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
CAPÍTULO 3: QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS ARBUSTIVOS DE FEIJÃO-VAGEM EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ÉPOCAS DE AMAZENAMENTO.....	43
RESUMO	44
ABSTRACT	45
1 INTRODUÇÃO.....	46
2 OBJETIVOS.....	48
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
4 RESULTADOS	51
5 DISCUSSÃO.....	56
6 CONCLUSÕES.....	58
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CONCLUSÕES GERAIS	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

RESUMO

O feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) é utilizado como hortaliça de que são consumidas vagens imaturas e com baixo teor de fibras, dentro das quais se desenvolvem as sementes. Avanços importantes no melhoramento desta espécie podem ser obtidos através da caracterização, identificação e seleção de genótipos contrastantes e complementares, visando o aumento do rendimento e da qualidade. O uso de marcadores moleculares acoplados com estratégias de análise de agrupamento tem permitido a seleção de genitores de acordo com critérios de similaridade/dissimilaridade, o que aumenta consideravelmente a eficiência dos programas de melhoramento. É desejável também, o conhecimento e busca por materiais genéticos com boas características de adaptação a determinadas regiões. Assim como, o controle da qualidade fisiológica das sementes que é um dos fatores principais para obtenção de sementes de alta qualidade. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a diversidade genética de genótipos de feijão-vagem por meio de marcadores RAPD; avaliar e identificar genótipos de feijão-vagem com elevada capacidade de produção de sementes, nas condições edafoclimáticas do cerrado; gerar informações que possam contribuir para o armazenamento de sementes de feijão-vagem; e fornecer informações a programas de melhoramento genético de feijão-vagem. As cultivares apresentaram ampla diversidade, tanto pelos dados quantitativos quanto qualitativos, portanto tais resultados obtidos servirão para orientar possíveis cruzamentos que possibilitarão a seleção de novas cultivares arbustivas de feijão-vagem. Quanto ao armazenamento, pôde-se concluir que tanto as condições como as embalagens plásticas utilizadas no trabalho não interferiram drasticamente na qualidade fisiológica das sementes, mesmo para aquelas armazenadas por um maior período de tempo.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; Marcador molecular; Produtividade; Germinação.

ABSTRACT

The snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is used as vegetables that are eaten immature pods and low in fiber, within which grow seeds. Important advances in the improvement of this species can be obtained through the characterization, identification and selection of contrasting and complementary genotypes, in order to increase the yield and quality. The use of molecular markers coupled with cluster analysis strategies has allowed the selection of parents according to criteria of similarity / dissimilarity, which greatly increases the efficiency of breeding programs. It is also desirable, knowledge and search for genetic material with good features to adapt to specific regions. As well as control of seed quality is a major factor for obtaining high quality seeds. The objectives of this study were to evaluate the genetic diversity of snap bean genotypes using molecular markers; evaluate and identify snap bean genotypes with high seed production capacity in the cerrado soil and climatic conditions; generate information that can contribute to the storage snap bean seeds; and provide information to breeding programs of snap beans. The cultivars showed wide diversity both the quantitative and qualitative data, so these results will serve to guide possible crossings that enable the selection of new cultivars of bush snap beans. As for storage, it can be concluded that both conditions such as plastic containers used at work did not interfere drastically in the physiological quality of seeds, even those stored for a longer period of time.

Key-words: *Phaseolus vulgaris*; Molecular marker; Productivity; Germination.

INTRODUÇÃO

O gênero *Phaseolus* está amplamente distribuído pelo mundo, cultivado em regiões tropicais, subtropicais e temperadas. Em alguns países da África e da América, a vagem da espécie *Phaseolus vulgaris* L. é considerada alimento indispensável para a população (CIAT, 1993; SILBERNAGEL, 1986).

O feijão-vagem e o feijão comum são classificados na mesma espécie botânica *Phaseolus vulgaris* que é anual, herbácea, autógama, domesticada há mais de sete mil anos, em dois centros de origem: a Mesoamérica (México e América Central) e a região Andina e pertencente à família Fabaceae. As principais diferenças entre o feijão comum e o feijão-vagem é que este é utilizado como hortaliça de que são consumidas vagens imaturas, tenras e com baixo teor de fibras, dentro das quais se desenvolvem as sementes (SILVA E OLIVEIRA, 1993; VIEIRA, 1988; PEIXOTO, 2001; FILGUEIRA, 2003).

Considerando os hábitos de crescimento, o feijoeiro classifica-se em quatro tipos principais, em função, especialmente, da orientação de suas ramificações (VILHORDO et al., 1996).

O Tipo I, de crescimento determinado, floresce do ápice para base; arbustivo e porte da planta ereto. As variedades apresentam inflorescência nas gemas apicais e laterais e altura em torno de 50 cm. Normalmente, o período de floração é curto e a maturação é mais ou menos uniforme. Além disso, apresentam menos de 12 nós na haste principal. O Tipo II, de crescimento indeterminado, floresce da base para o ápice; arbustivo, porte da planta ereto e caule pouco ramificado. Apresentam mais de 12 nós na haste principal, com altura média de 70 cm e maturação das vagens uniforme. O Tipo III, de crescimento indeterminado, apresenta ramificação bem desenvolvida e aberta. As variedades enquadradas nesse tipo apresentam tendência trepadora. As ramas laterais são numerosas; as vagens apresentam, na maturação, relativa desuniformidade. A altura das hastes principais pode atingir até 120 cm. O Tipo IV, também de crescimento indeterminado e trepador, tem caule com forte dominância apical e número reduzido de ramos laterais; são pouco desenvolvidos. Conhecidos como variedades trepadoras, com poucas ramas laterais, apresentam a haste principal possuindo de 20 a 30 nós e atingem mais de 2 m de comprimento. São mais adaptadas para plantio consorciado e para colheita manual.

A obtenção de cultivares com hábito de crescimento determinado é desejável, mesmo que no Brasil, as principais cultivares de feijão-vagem recomendadas sejam as de crescimento indeterminado, por atingirem maiores produções. Porém necessitam de cuidados mais intensos em relação à condução da cultura, possuem grande exigência em mão de obra, pois necessitam de tutoramento, e, por terem ciclo maior, são mais sujeitas a ataques de pragas e doenças, o que aumenta os custos de produção (FILGUEIRA, 2003; FRANCELINO et al., 2011).

Já as cultivares de crescimento determinado apresentam o florescimento em um curto período de tempo, o que permite melhor concentração da produção. O ciclo menor auxilia na racionalização ao uso do solo e de mão de obra, contribuindo para facilitar o cultivo e, principalmente, reduzindo os custos e aumentando a renda do produtor de vagens. Outra vantagem é a possibilidade de se efetuar uma única colheita, arrancando as plantas no campo e, posteriormente, separando as vagens (FILGUEIRA, 2003). O reduzido ciclo da cultura e a possibilidade de mecanização total, da semeadura à colheita, constituem um excelente atrativo para a produção de feijão-vagem (COSTA E RAVA, 2003; MOREIRA et al., 2009).

Além de elevada produtividade e o tipo de planta ereto, as cultivares de feijão-vagem devem possuir outras características agronômicas desejáveis, incluindo inserção alta das vagens inferiores. O acamamento e/ ou a inserção baixa das vagens inferiores ocasionam o contato das mesmas com o solo, resultando no seu apodrecimento ou favorecendo o surgimento de doenças, que depreciam a qualidade do produto (COSTA E RAVA, 2003).

Entre outros fatores, o sucesso de qualquer cultura depende do emprego de sementes de boa qualidade no plantio, o que exige rigoroso controle de qualidade na produção, colheita, processamento e armazenamento das sementes. A qualidade da semente é definida como sendo o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, os quais influenciam a sua capacidade de originar plantas de elevado potencial produtivo (POPINIGIS, 1985).

As sementes produzidas e utilizadas pelos agricultores devem apresentar sempre boa sanidade, vigor e pureza física, o que evita a disseminação de doenças, pragas, sementes de plantas daninhas, e garantia de estabelecimento das plantas no campo. É importante também que os produtores de sementes utilizem variedades que sejam adaptadas às condições ambientes da região onde se deseja produzir sementes de alta qualidade e que seja feito um bom manejo da cultura (VIGGIANO, 1990).

Segundo Carvalho e Oliveira (2006), a avaliação da qualidade fisiológica das sementes é fundamental para os diversos segmentos que compõem um sistema de produção de sementes. Desta forma programas de controle da qualidade de sementes e a utilização de testes específicos são fundamentais e constituem primeiro passo para a disponibilização ao agricultor de sementes com bom desempenho no campo.

Pesquisas, visando ao melhoramento da cultura do feijão vagem, tanto com interesse em produção quanto de qualidade da vagem são de elevada importância. Para tanto, há necessidade de investimentos em recursos humanos e financeiros em instituições de pesquisa que conduzam programas de melhoramento para que possam contribuir com a geração de genótipos superiores, maximizando os retornos econômicos aos agricultores e consumidores.

OBJETIVOS

Avaliar a diversidade genética de genótipos de feijão-vagem por meio de marcadores RAPD;

Avaliar e identificar genótipos de feijão-vagem com elevada capacidade de produção de sementes, nas condições edafoclimáticas do cerrado;

Gerar informações que possam contribuir para o armazenamento de sementes de feijão-vagem;

Fornecer informações a programas de melhoramento genético de feijão-vagem.

**CAPÍTULO 1: DIVERSIDADE GENÉTICA DE GENÓTIPOS ARBUSTIVOS DE
FEIJÃO-VAGEM VIA SISTEMA DE MARCADORES RAPD**

RESUMO

As cultivares de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte determinado e arbustivo são, em geral, mais precoces, com florescimento mais concentrado, podendo permitir uma única colheita e viabilizar a completa mecanização da cultura. Avanços importantes no melhoramento podem ser obtidos através da caracterização, identificação e seleção de genótipos contrastantes e complementares, visando o aumento do rendimento e da qualidade do feijão-vagem. O uso de marcadores moleculares acoplados com estratégias de análise de agrupamento tem permitido a seleção de genitores de acordo com critérios de similaridade/dissimilaridade, o que aumenta consideravelmente a eficiência dos programas de melhoramento. O sistema RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) tem sido uma das estratégias mais simples para estimar a variabilidade genética/molecular de coleções de germoplasma de diferentes espécies vegetais, incluindo o feijoeiro. No entanto, poucos estudos foram conduzidos explorando esta metodologia para estimar diversidade em germoplasma de feijão-vagem de porte arbustivo. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a diversidade genética via o sistema de marcadores RAPD de 38 acessos de feijão-vagem com preponderância de materiais com crescimento arbustivo/determinado. Os resultados indicaram que o sistema RAPD foi eficaz em traçar um panorama sobre os níveis de relacionamento genético de diferentes acessos de feijão-vagem e que se mostrou em concordância com o histórico do pedigree desse grupo de acessos. Os dados também sugerem que o germoplasma amostrado apresenta uma base genética relativamente ampla, com alguns acessos com maior divergência podendo ser claramente subdivididos em pelo menos três grupos e sete subgrupos. Esta análise fornece elementos mais confiáveis aos programas de melhoramento visando à escolha de parentais contrastantes e complementares. Desta forma, a seleção pode ser conduzida nos diferentes grupos de diversidade levando em conta à capacidade dos diferentes genótipos de aportarem características complementares, visando obter progênies segregantes com o maior número possível de genes de interesse.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; Marcador molecular; Arquitetura de planta.

ABSTRACT

Snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar with determinate and/or bushy type are, in general, more precocious with more concentrated flowering, which allows for one single harvest making viable the complete mechanization of this vegetable crop. Important advances in snap bean breeding can be obtained via characterization and identification of superior genotypes with contrasting and complementary genetic attributes. The employment of molecular markers in association with clustering analyses has allowed the selection of parental lines according to genetic similarity/dissimilarity, which can increase the breeding program efficiency. The marker system RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) is one of the most employed strategies aiming to estimate genetic/molecular diversity of germplasm collection of a range of plant species, including *P. vulgaris*. However, relatively few diversity studies with bushy-type snap bean germplasm were carried out exploring this methodology. The main objective of the present work was to evaluate the genetic diversity via RAPD of a collection of 38 snap bean accessions with a predominance of bushy-type materials. The results indicated that the generate RAPD profile was able to provide a coherent panorama about the relationship levels among the snap bean accessions, being in overall concordance with the pedigree of the accessions under evaluation. Our data also indicated a relatively large genetic diversity with the accessions being clustered in three large groups and seven smaller subgroups. This set of analyses provides more reliable elements for appropriate selection of parental lines with contrasting and complementary genetic attributes. Therefore, this selection can be carried out based upon genetic diversity plus the peculiar phenotypic attributes of each accession in order to have breeding populations segregating for the largest number of useful genes/traits.

Key-words: *Phaseolus vulgaris* L.; Molecular markers; Plant architecture.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L. família Fabaceae, tribo Phaseoleae, subfamília Papilionoideae) é um grupo varietal especial dentro dos feijoeiros cultivados que se caracteriza por possuir vagens comestíveis com reduzido teor de fibras, mesocarpo suculento contendo sementes imaturas, sendo esses frutos apropriados para consumo *in natura* ou para processamento industrial (MYERS e BAGGETT, 1999). O feijão-vagem é uma hortaliça relevante no ponto de vista econômico e social, sendo importante fonte de renda para pequenos produtores e se constituindo em uma fonte alternativa de proteína de origem vegetal na nutrição humana (MYERS e BAGGETT, 1999). Os ideótipos buscados para as cultivares de feijão-vagem envolvem plantas vigorosas e produtivas; com níveis elevados de resistência às principais doenças e pragas; vagens de coloração atrativa, qualidades organolépticas superiores, com teores reduzidos de fibras e com comprimento/formato/espessura de acordo com as demandas definidas pelos diferentes subgrupos varietais e/ou classes de mercado (CASTELLANE et al. 1988; KELLY, 2000; BLANCO et al., 1997; MYERS e BAGGETT, 1999).

Os principais objetivos no melhoramento do feijão-vagem tem sido aumentar a produtividade e a qualidade, ampliar a adaptabilidade de cultivares as diferentes condições ambientais e “piramidar” fatores de resistência a pragas e doenças (MYERS e BAGGETT, 1999). Avanços mais significativos neste sentido envolvem uma mais refinada caracterização de germoplasma permitindo um planejamento mais eficiente na escolha de métodos de melhoramento bem como dos genitores capazes de aportar o maior número de características de interesse, maximizando os potenciais ganhos de seleção (SKROCH e NIENHUIS, 1995a; MIKLAS et al. 2006). De fato, o maior impacto do conhecimento da diversidade genética reside no fato de fornecer parâmetros para a identificação de genitores que, quando cruzados, possibilitariam maior efeito heterótico na progênie e aumentariam a frequência de genótipos superiores nas gerações segregantes subsequentes (CRUZ e REGAZZI, 2001).

Técnicas multivariadas tais como a análise por componentes principais, variáveis canônicas e de agrupamento têm sido ferramentas importantes para discriminar materiais genéticos em diferentes grupos desde que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (MOREIRA et al., 2009). Em feijão-vagem, as técnicas de análises multivariadas utilizando dados fisiológicos, morfológicos, agrônômicos e

moleculares têm sido aplicadas em uma ampla gama de estudos (MALUF e FERREIRA, 1983; RODRIGUES et al., 1998; FONSECA e SILVA 1999; EMYGDIO et al., 2003, TEIXEIRA et al., 2004; ABREU et al., 2004; SILVA et al., 2005), incluindo genótipos arbustivos (PEIXOTO et al., 1993) e determinados (MOREIRA et al., 2009).

Entre essas estratégias de análise, a técnica de agrupamento tem por objetivo dividir um grupo original de observações em vários grupos, segundo algum critério de similaridade ou dissimilaridade (CRUZ e REGAZZI, 2001). O uso de marcadores moleculares tem permitido a seleção de genitores no monitoramento das progênes desses novos cruzamentos, o que aumenta consideravelmente a eficiência de um programa de melhoramento. Marcadores moleculares podem ser posteriormente empregados em programas de melhoramento mesmo que não tenham sido mapeados, caso seja demonstrado alguma associação com uma região cromossômica ou a um fenótipo de interesse (MILACH, 1998). Em plantas, o sistema RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) implementado via PCR (*Polymerase chain reaction*) (WELSH e McCLELLAND, 1990; WILLIAMS et al., 1990) tem facilitado à condução de estudos em genética e melhoramento, permitindo gerar com facilidade e rapidez um grupo robusto de marcadores moleculares úteis para diversas aplicações em plataformas de melhoramento assistido (FALEIRO, 2007). De fato, o sistema RAPD tem sido uma das estratégias mais simples para estimar a variabilidade genética/molecular de coleções de germoplasma de diferentes espécies vegetais, incluindo o feijoeiro comum (FRANCO et al., 2001; MACIEL et al., 2001; MIKLAS et al., 2006) e o feijão-vagem (SKROCH e NIENHUIS, 1995a; 1995b; EMYGDIO et al., 2003a; 2003b; SILVA et al., 2005).

Avanços importantes no melhoramento podem ser obtidos através da caracterização, identificação e seleção de genótipos com potencial para o cultivo e melhoramento, visando o aumento do rendimento e da qualidade do feijão-vagem. O uso de marcadores moleculares acoplados com estratégias de análise de agrupamento tem permitido a seleção de genitores de acordo com critérios de similaridade/dissimilaridade bem como o monitoramento das progênes desses cruzamentos, o que aumenta consideravelmente a eficiência dos programas de melhoramento. No entanto, poucos estudos foram conduzidos explorando esta metodologia para estimar diversidade em germoplasma de genótipos arbustivos de feijão-vagem.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a diversidade genética por meio de marcadores RAPD de 38 genótipos arbustivos e indeterminados de feijão-vagem.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal

O trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Melhoramento Genético de Hortaliças e de Análise Genômica de Hortaliças bem como nas casas de vegetação da Embrapa Hortaliças, com sede em Brasília-DF. A maioria dos 38 acessos que foram analisados (Tabela 1) apresentam uma arquitetura de planta denominada “arbustiva”, tendo alguns acessos porte determinado e alguns acessos com porte indeterminado. Foram utilizados três genótipos de origem brasileira (‘Turmalina’, ‘Macarrão Rasteiro’ e ‘Napoli’), 23 de origem norte-americana (‘Blue Lake 274’, ‘Commodore Improved’, ‘Contender’, ‘Espada Bush’, ‘Festina’, ‘Jade’, ‘Purple Queen’, ‘Tenderette’, ‘Tendergreen’, ‘Tendergreen Improved’, ‘Derby’, ‘Delinel’, ‘Slenderwash’, ‘Strike’, ‘Gold Rush’, ‘Maxibel’, ‘Royal Burgundy’, ‘Stringless Green’, ‘Cherokee Wax’, ‘Improved Gold Wash’, ‘Kentucky Wonder Bush’, ‘Provider’, ‘Rocdor’), dois de origem japonesa (‘Amarelo Japonês’ e ‘Branco Japonês’) e três acessos do programa do melhoramento genético do CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colômbia (‘Hab 1’, ‘Hab 39’ e ‘Hab 46’). Foram incluídos ainda uma cultivar e seis linhagens indeterminadas oriundas do projeto conjunto conduzido pela Empresa HORTIVALE – Sementes do Vale Ltda (HV) e o CNPH. Estas linhagens são derivadas do cruzamento entre a cultivar determinada ‘Fatura’ (Brasil, também incluída no presente estudo) e a variedade indeterminada ‘Macarrão Favorito’ (Brasil). As linhagens resultantes deste cruzamento foram denominadas como ‘HV-CNPH 5.1’, ‘HV-CNPH 6.3’, ‘HV-CNPH 6.4’, ‘HV-CNPH 6.5’, ‘HV-CNPH 33.1’ e ‘HV-CNPH 44.1’ (Tabela 1). A semeadura dos acessos foi feita em bandejas de isopor com 128 células, utilizando um substrato composto por vermiculita expandida, casca de *Pinus* e casca de arroz carbonizada e suplementado com fertilizantes. Colocou-se duas sementes por célula, recobrando-as em seguida com substrato peneirado.

Tabela 1. Acessos de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) empregados no estudo de diversidade genética empregando o sistema de marcadores RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*). Brasília-DF, 2015.

Número do acesso no estudo	Nome ou código do acesso	Observações
01	Amarelo Japonês	Japão
02	Branco Japonês	Japão
03	Blue Lake 274	Estados Unidos
04	Cherokee Wax	Estados Unidos
05	Commodore Improved	Estados Unidos
06	Contender	Estados Unidos
07	Delinel	Estados Unidos
08	Derby	Estados Unidos
09	Espada Bush	Estados Unidos
10	Festina	Estados Unidos
11	Gold Rush	Estados Unidos
12	Hab 1	CIAT, Colômbia
13	Hab 39	CIAT, Colômbia
14	Hab 46	CIAT, Colômbia
15	Improved Golden Wash	Estados Unidos
16	Jade	Estados Unidos
17	Kentucky Wonder Bush	Estados Unidos
18	Macarrão Rasteiro	Brasil
19	Maxibel	Estados Unidos
20	Napoli	Brasil
21	Provider	Estados Unidos
22	Purple Queen	Estados Unidos
23	Rocdor	Estados Unidos
24	Royal Burgundy	Estados Unidos
25	Slenderwax	Estados Unidos
26	Strike	Estados Unidos
27	Stringless Green	Estados Unidos
28	Tendergreen	Estados Unidos
29	Tendergreen Improved	Estados Unidos
30	Tenderette	Estados Unidos
31	Turmalina	Brasil, Programa melhoramento EMGOPA
32	Fartura	Brasil
33	HV-CNPH 5.1	Brasil
34	HV-CNPH 6.3	Brasil
35	HV-CNPH 6.4	Brasil
36	HV-CNPH 6.5	Brasil
37	HV-CNPH 33.1	Brasil
38	HV-CNPH 44.1	Brasil

3.2 Extração de DNA genômico

As amostras foliares foram coletadas de plântulas (com o primeiro par de folhas verdadeiras expandidas) que foram mantidas em casa de vegetação isolada. O DNA total foi extraído individualmente de cada planta de acordo com a metodologia de CTAB 2X e solventes orgânicos, mas com algumas modificações (BOITEUX et al., 1999). Em cada tubo foram colocadas seis esferas metálicas, juntamente com pequena quantidade homogênea de tecido foliar. Acrescentou-se aos tubos 250 μ L de CTAB e as amostras foram trituradas no Precellys[®]24. Após 30 segundos a 5000 rpm, as amostras foram retiradas e colocadas em banho-maria a 65°C durante 10 minutos; acrescentou-se, após esse tempo, 750 μ L de clorofil em cada tubo e as amostras foram agitadas em vortex por aproximadamente 30 segundos, seguido de um ciclo de centrifugação à 9000 rpm durante 5 minutos. Cuidadosamente, os tubos foram retirados da centrífuga e 600 μ L do sobrenadante foram retirados e colocados em novos tubos de micro-centrífuga. Foram acrescentados 300 μ L de isopropanol gelado e com a finalidade de homogeneizar, os tubos foram suavemente agitados de forma manual e posteriormente centrifugados a 13000 rpm durante 13 minutos. O sobrenadante foi eliminado e o ‘pellet’ lavado com álcool 70%, de forma cuidadosa, para evitar a sua ressupensão. Os tubos foram então colocados em estufa a 37°C por 20 minutos e ressuspensos em 100 μ L de TE+RNase, armazenando os tubos na geladeira. No dia seguinte, as amostras foram agitadas no vortex e os DNAs então extraídos foram guardados em freezer (-20°C). As quantificações de DNA foram feitas visualmente através de eletroforese em gel de agarose 1,5%, corado com brometo de etídeo (1,5 μ L/100 mL de gel), comparando com amostras de concentração conhecida de DNA λ (20 a 400 ng).

3.3 Triagem inicial de uma coleção de *primers* rapid em busca de polimorfismos entre dois acessos de feijã-de-vagem contrastantes

Inicialmente foi feita uma triagem utilizando 96 iniciadores (Operon Technologies, Alameda, Califórnia, EUA) da série OPA-01 até OPD-20 e da série OPF01 até OPF-16. Esta triagem foi conduzida visando à seleção de *primers* capazes de gerar amplicons polimórficos e reproduzíveis que pudessem permitir uma inequívoca classificação para presença ou ausência. O *primer* OPQ4, que produz um amplicon de cerca de 1440 bp em estreita ligação

com o gene *Are* de resistência a antracnose (YOUNG e KELLY, 1996), também foi incluído nessa análise, perfazendo um total de 97 *primers* avaliados. Essa triagem exploratória de *primers* polimórficos foi conduzida inicialmente mediante análise comparativa de acessos de diversidade previamente conhecida: um acesso norte-americano de porte determinado ('Blue Lake 274', código #3) e um acesso de porte indeterminado (acesso HV-CNPH 6.4, código #35). Esta estratégia de usar materiais contrastantes para uma triagem inicial foi empregada em estudos anteriores utilizando o sistema RAPD, visando intensificar a busca de *primers* informativos sem, contudo, onerar em demasia os ensaios (SANTOS et al., 2012). As amostras de DNA quantificadas foram diluídas para uma concentração de 20 ng/μL e utilizadas nas reações de RAPD. Todas as reações foram feitas no volume total de 12,5 μL, sendo 1,25 μL de Tampão 10X da enzima *Taq* Polymerase (100 mM Tris-HCl, pH 8,3 e 500 mM KCl, Invitrogen); 0,50 μL de dNTPs (2,5 mM, Invitrogen, preparado da seguinte maneira: 25 μL de cada base dATP, dTTP, dGTP e dCTP, totalizando 100 μL + 900 μL de TRIS 0,01M); 2,0 μL de cada primer RAPD; 0,60 μL de MgCl₂ (50 mM, Invitrogen); 0,2 μL da enzima *Taq* Polimerase (5 U/μL, Invitrogen); 5,95 μL de água Milli-Q e 2 μL de DNA. As amplificações foram efetuadas em termociclador Gene Amp[®] PCR System 9700 programado para 35 ciclos, sendo cada ciclo constituído pelos parâmetros a seguir: etapa inicial de desnaturação a 94°C, durante 2 minutos, seguida por 35 ciclos – desnaturação a 94°C por 30 segundos, anelamento a 36°C por 1 minuto, extensão a 72°C durante 1 minuto e 30 segundos – e finalização com extensão a 68°C por 10 minutos. Os fragmentos de DNA amplificados foram separados por eletroforese em gel de agarose (1,5%), corados por brometo de etídeo. A eletroforese foi feita em tampão TBE (Tris-Borato-EDTA), a 150 V, por um período de aproximadamente três horas. O preparo do TBE foi feito adicionando 108 g de TRIS/1L de água destilada e 55 g de ácido bórico, depois de dissolvido acrescentaram-se 40 mL de EDTA a 0,5 M. Os géis foram fotografados sob luz ultravioleta, tendo-se utilizado o marcador 1 Kb Plus DNALadder[®] (Invitrogen) para análise dos produtos obtidos.

3.4 Matriz de similaridade

Os *primers* que apresentaram polimorfismos estáveis/reproduzíveis (em geral de alta intensidade) foram selecionados e posteriormente utilizados na caracterização dos 38 acessos de feijão-vagem (Tabela 1). Com os dados de presença (1) ou ausência (0) de bandas/amplicons, foi gerada a matriz de similaridade baseada no Coeficiente de Jaccard

(JACCARD, 1908), utilizada para obtenção de um dendrograma pela opção UPGMA (método de agrupamento não ponderado com base na média aritmética) do software NTSYS – PC (ROHLF, 2000). Também por meio desse software, a correlação entre a matriz de valores cofenéticos e a matriz de similaridade foi estimada para verificar a adequação do dendrograma obtido.

4 RESULTADOS

Dos 97 iniciadores utilizados na triagem inicial, 27 (27,8%) foram selecionados por apresentarem polimorfismos (exemplo ilustrado na Figura 1). Somente 20 (20,6%) confirmaram os polimorfismos após a utilização com os 38 acessos. Esse conjunto de 20 iniciadores produziu 202 amplicons, das quais 59 (29%) apresentaram polimorfismos claros (exemplo de caracterização na Figura 2). A média de amplicons capazes de serem inequivocamente anotados por cada iniciador foi de 2,95. A lista de *primers* utilizados nesta análise e um sumário dos indicadores do processo de genotipagem estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2. Lista de iniciadores (*primers*) RAPD (Operon Technologies, Alameda, Califórnia, EUA) utilizados na caracterização de uma coleção de acessos de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). Brasília-DF, 2015

Iniciador	Sequencia	Iniciador	Sequencia
OPA-6	GGTCCCTGAC	OPB-03	CATCCCCCTG
OPA-7	GAAACGGGTG	OPB-04	GGACTGGAGT
OPA-8	GTGACGTAGG	OPB-12	CCTTGACGCA
OPA-9	GGGTAACGCC	OPC-07	GTCCCGACGA
OPA-10	GTGATCGCAG	OPC-13	AAGCCTCGTC
OPA-11	CAATCGCCGT	OPC-17	TTCCCCCAG
OPA-12	TCGGCGATAG	OPD-06	ACCTGAACGG
OPA-14	TCTGTGCTGG	OPF-09	CCAAGCTTCC
OPA-17	GACCGCTTGT	OPF-13	GGCTGCAGAA
OPA-20	GTTGCGATCC	OPQ-04	AGTGCGCTGA

Tabela 3. Sumário dos indicadores do processo de genotipagem de acessos contrastantes de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), usando uma coleção de *primers* RAPD (Operon Technologies, Alameda, Califórnia, EUA). Brasília-DF, 2015

Iniciadores utilizados na triagem inicial	97
Iniciadores com polimorfismo claro na triagem inicial	27
Iniciadores com polimorfismo claro dentro dos 38 acessos	20
Amplicons totais analisados	202
Amplicons por iniciador (valor médio)	10
Amplicons com polimorfismo claro	59
Amplicons monomórficos ou sem polimorfismo claro	143

A análise de agrupamento utilizando o método UPGMA a partir de matriz de similaridade de Jaccard (1908) forneceu um índice de correlação cofenética de 0,843. O dendrograma ilustrado na Figura 3 se pode distinguir claramente os níveis de corte. O

primeiro nível de corte marca uma distância de 0,67 e permite distinguir seis subgrupos (a, b, c, d, e & f). O segundo nível de corte (a uma distancia de 0,71) gerou três grupos. O grupo I é composto dos subgrupos a & b ao passo que o grupo II engloba apenas o subgrupo c e o grupo III compreende os subgrupos d, e & f (Tabela 4).

Tabela 4. Grupos de genótipos resultantes do dendograma obtido com informação derivada dos polimorfismos RAPD observados entre 38 acessos de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). Brasília-DF, 2015

Grupo	Subgrupo	Acessos
I	a	34; 35
	b	10; 32; 33; 36; 37; 38
II	c	18; 20; 22; 24
III	d	03; 05; 09; 16; 25; 26; 30
	e	08; 13; 14; 17; 28
	f	01; 02; 04; 06; 07; 11; 12; 15; 19; 21; 23; 27; 29; 31

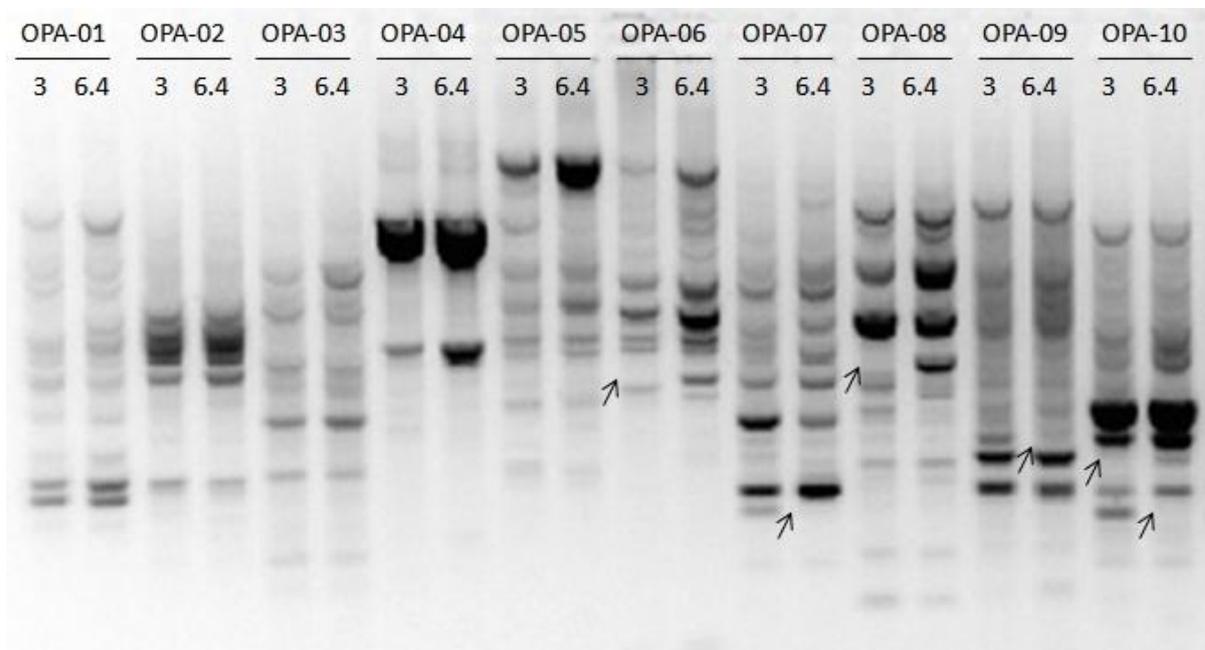


Figura 1. Triagem inicial na busca por polimorfismos de acessos contrastantes de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). Figura ilustra alguns marcadores detectados entre os iniciadores (*primers*) OPA-01 a OPA-10 (Operon Technologies, Alameda, Califórnia, EUA) entre o acesso norte-americano de porte determinado 'Blue Lake 274' (= código #3) e a linhagem brasileira de porte indeterminado 'HV-CNPH 6.4' (= código #6.4 tendo esse genótipo sido codificado com o #35, ver *Tabela 1*). As flechas indicam polimorfismos mais evidentes foram utilizados na caracterização de todos os 38 acessos empregados no presente estudo. Brasília-DF, 2015.

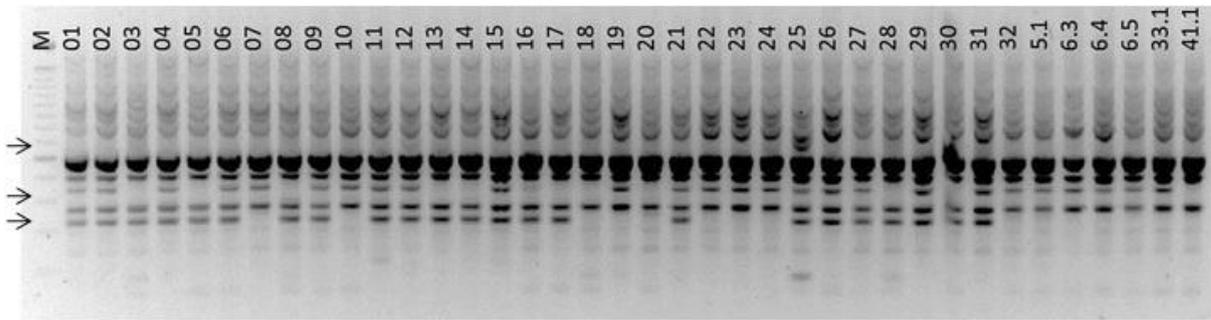


Figura 2. Caracterização dos 38 genótipos de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) empregando o iniciador **OPA-10** (Operon Technologies, Alameda, Califórnia, EUA). As flechas sobre a fileira M (marcador de peso molecular; 100 bp) indicam o tamanho dos polimorfismos utilizados na caracterização dos acessos. Note-se que a flecha superior indica um polimorfismo exclusivo para o acesso código #25 (= cultivar norte-americana de porte determinado ‘Slenderwax’). Brasília-DF, 2015.

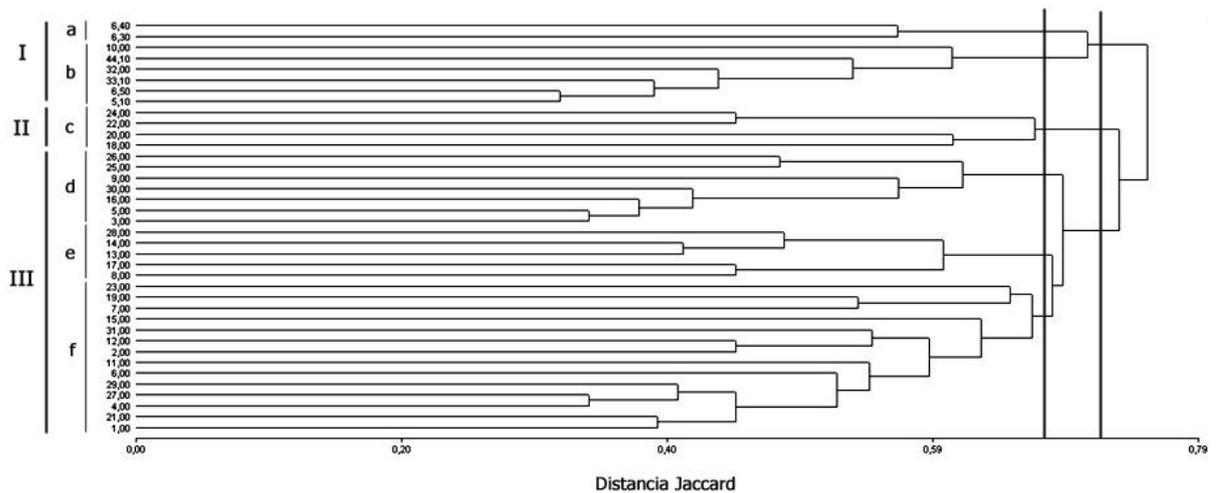


Figura 3. Dendrograma utilizando o método UPGMA obtido com análise de polimorfismos RAPD com 38 acessos de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). Brasília-DF, 2015.

5 DISCUSSÃO

A análise com o *primer* OPQ4 não permitiu detectar o amplicon OPQ4₁₄₄₀ que foi reportado em estreita ligação com o gene *Are* (controlando resistência à antracnose) em germoplasma de feijão comum (YOUNG e KELLY, 1996), sugerindo a ausência desse fator de resistência no germoplasma estudado no presente trabalho.

Os níveis de polimorfismo detectados nesta amostra de 38 acessos de feijão-de-vagem foram mais reduzidos do que aqueles obtidos com distintas coleções de germoplasma de feijoeiro comum (ALZATE-MARIN et al., 2003; EMYGDIO et al., 2003b), no entanto, se mostrou muito similar aos níveis obtidos com um germoplasma estudado em Cuba (MIRANDA-LORIGADOS et al., 2005).

Estas diferenças nos níveis de polimorfismos são de alguma forma esperadas uma vez que podem ser condicionadas por distintos fatores particulares de cada um desses estudos tais como: base genética do germoplasma, o conjunto de iniciadores utilizados para as avaliações e a frequência de amplicons considerados confiáveis para serem incluídos na análise de diversidade.

6 CONCLUSÕES

Verificou-se que o sistema RAPD foi eficaz em traçar um panorama sobre os níveis de relacionamento genético de diferentes acessos de feijão-vagem e que se mostrou, de maneira geral, em concordância com o histórico do pedigree desse grupo de acessos.

Os dados também sugerem que o germoplasma amostrado apresenta uma base genética relativamente ampla, com alguns acessos com maior divergência podendo ser claramente subdivididos em pelo menos três grupos e sete subgrupos. Esta análise fornece elementos mais confiáveis aos programas de melhoramento visando à escolha de parentais contrastantes e complementares.

Desta forma, a seleção pode ser conduzida nos diferentes grupos de diversidade levando em conta à capacidade dos diferentes genótipos de aportarem características complementares, visando obter progênies segregantes com o maior número possível de genes/caracteres de interesse para adaptação as condições brasileiras.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU FB; LEAL NR; RODRIGUES R.; AMARAL-JUNIOR AT; SILVA DJH. Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem de hábito de crescimento indeterminado. **Horticultura Brasileira** 22: p. 547–552, 2004.
- ALZATE-MARIN AL; COSTA MR; SARTORATO A; DEL PELOSO MJ, BARROS EG; ALVES M. Genetic variability and pedigree analysis of Brazilian common bean elite genotypes. **Scientia Agricola** 60: 283.290, 2003.
- BLANCO MCSG; GROppo GA; TESSARIOLI-NETO J. Feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). **Manual Técnico das Culturas**, Campinas-SP, 8: p. 63–65, 1997.
- BOITEUX LS; FONSECA MEN; SIMON PW. Effects of plant tissue and DNA purification method on randomly amplified polymorphic DNA-based genetic fingerprinting analysis in carrot. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 124: p. 32–38, 1999.
- CASTELLANE PD; VIEIRA RF; CARVALHO NM. **Feijão-de-vagem** (*Phaseolus vulgaris* L.): Cultivo e produção de sementes. Jaboticabal: FUNEP/FCAV-UNESP. p.60, 1988.
- CRUZ CD; REGAZZI AJ. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. **Imprensa Universitária**, Viçosa-MG, p. 390, 2001.
- EMYGDIO BM; ANTUNES IF; NEDEL JL; CHOER E. Diversidade genética em cultivares locais e comerciais de feijão baseadas em marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38: p. 1165–1171, 2003.
- EMYGDIO BM; ANTUNES IF; CHOER, E; NEDEL JL. Eficiência de coeficientes de similaridade em genótipos de feijão mediante marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38: p. 243–250, 2003b.
- FALEIRO FG. **Marcadores genético-moleculares aplicados a programas de conservação e uso de recursos genéticos**. Embrapa Cerrados. Planaltina, DF, p.102, 2007.
- FILGUEIRA FAR. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3^a a. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa-MG, p. 412, 2003.
- FONSECA JR; SILVA HT. Identificação de duplicidade de acessos de feijão por meio de técnicas multivariadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 34: p. 409–414, 1999.
- FRANCO MC; CASSINI STA; OLIVEIRA VR; TSAI SM. Caracterização da diversidade genética em feijão por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 36: p. 381–385, 2001.
- JACCARD P. Nouvelles recherches sur a distribution florale. **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles** 44: p. 223–270, 1908.

KELLY JD. Remaking bean plant architecture for efficient production. **Advances in Agronomy** 71: p.109–143, 2000.

MACIEL FL; GERALD LTS; ECHEVERRIGARAY S. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers variability among cultivars and landraces of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) of south-Brazil. **Euphytica**, 120: p.257–263, 2001.

MALUF WR; FERREIRA PE. Análise multivariada da divergência genética em feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). **Horticultura Brasileira** 1: p.31–34, 1983.

MIKLAS PN; KELLY JD; BEEBE SE; BLAIR MW. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding. **Euphytica** 147: p. 105–131, 2006.

MILACH SCK. Marcadores de DNA. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento** 5: p. 14–17, 1998.

MIRANDA-LORIGADOS S; ROSAS-SOTOMAYOR JC; ROCHA LLA; PÉREZ RO; BRITO MP; LABRADA HR. Análisis molecular de la diversidad genética de frijol común manejada por campesinos en Cuba. **Agronomía Mesoamericana** 17: p. 369–382, 2005.

MOREIRA RMP; FERREIRA JM; TAKAHASHI LSA; VANCONCELOS MEC; GEUS LC; BOTTI L. Potencial agrônomo e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado. **Ciências Agrárias** 30: p. 1051–1060, 2009.

MYERS JR.; BAGGETT JR. **Improvement of snap bean**. In: *Common Bean Improvement in the Twenty-first Century*. SINGH SP (Ed.). Springer Dordrecht, The Netherlands, p. 289–329, 1999.

PEIXOTO N; THUNG MDT; SILVA LO; FARIAS JG; OLIVEIRA EB; BARBEDO ASC; SANTOS G. Produção de sementes de linhagens e cultivares arbustivas de feijão-de-vagem em Anápolis-GO. **Horticultura Brasileira** 11: p. 151–152, 1993.

PEIXOTO N; MORAES EA; MONTEIRO JD; THUNG MD. Seleção de linhagens de feijão-vagem de crescimento indeterminado para cultivo no Estado de Goiás. **Horticultura Brasileira** 19: p. 85–88, 2001.

PEIXOTO N; BRAZ LT; BANZATTO DA; MORAES EA; MOREIRA FM. 2002. Características agrônômicas, produtividade, qualidade de vagens e divergência genética em feijão-vagem de crescimento indeterminado. **Horticultura Brasileira** 20: 447–451.

RODRIGUES R.; LEAL NR; PEREIRA MG. Análise dialéctica de seis características agrônômicas em *Phaseolus vulgaris* L. **Bragantia** 57: p. 241–250, 1998.

ROHLF FJ. *NTSYS-pc*: Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Version 2.1. New York: **Exeter Software**. p. 38, 2000.

SANTOS MDM; RAGASSI CF; FONSECA MEN; BUZAR AGR; OLIVEIRA VR; MELO PCT; BOITEUX LS. Diversidade genética em germoplasma tropical de cebola estimada via marcadores RAPD. **Horticultura Brasileira** 30: p.112-118, 2012.

SILVA MP; AMARAL-JÚNIOR AT; PEREIRA MG; RODRIGUES R; DAHER RF; POSSE SCP. Diversidade genética e identificação de híbridos por marcadores RAPD em feijão-de-vagem. **Acta Scientiarum Agronomy** 27: p. 531–539, 2005.

SKROCH PW; NIENHUIS J. Qualitative and quantitative characterization of RAPD variation among snap bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes. **Theoretical and Applied Genetics** 91: p.1078–1085, 1995a.

SKROCH P; NIENHUIS J. Impact of scoring error and reproducibility RAPD data on RAPD based estimates of genetic distance. **Theoretical and Applied Genetics** 91: p.1086–1091, 1995b.

TEIXEIRA AB; AMARAL-JÚNIOR AT; RODRIGUES R; PEREIRA TNS; BRESSAN-SMITH RE. Genetic divergence in snap-bean (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluated by different methodologies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 4: p. 57–62, 2004.

WELSH J; McCLELLAND M. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. **Nucleic Acids Research** 18. p. 7213–7218, 1990.

WILLIAMS JGK; KUBELIK A; LIVAK, KJ; RAFALSKI JA; TINGEY SV. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers re useful as genetic markers. **Nucleic Acids Research** 18: p. 6531–6535, 1990.

YOUNG RA; KELLY JD RAPD markers flanking the *Are* gene for anthracnose resistance in common bean. **Journal of the American Society for Horticultural Science** p. 121, 1996.

**CAPÍTULO 2: PRODUÇÃO DE SEMENTES DE GENÓTIPOS ARBUSTIVOS DE
FEIJÃO-VAGEM**

RESUMO

O desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas regionais depende da introdução, caracterização e seleção de genótipos, para que possam ser traçadas metas a serem alcançadas, por meio de cruzamentos e seleções posteriores. Devido a importância da cultura do feijão-vagem na região de cerrado, é desejável o conhecimento e busca por materiais genéticos com boas características de adaptação e elevada produção. Este trabalho objetivou caracterizar e avaliar o desempenho de trinta e um genótipos de feijão-vagem, a fim de se identificar aqueles que possuem melhores produções e que possam ser cultivados na região de cerrado. O experimento foi implantado na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com trinta e um tratamentos (genótipos) e quatro repetições, cada parcela era composta por 4 fileiras com 3,00 m de comprimento, com plantas dispostas no espaçamento de 0,50 m x 0,10 m. Os genótipos foram avaliados nos estádios de germinação, plântulas, floração, maturação, colheita e pós-colheita, quanto ao: número de plantas emergidas (NPLE); estande final de plantas (EFPL); altura das plantas por ocasião da colheita de vagens secas (ALTP); número de vagens secas por planta (NVSP); número médio de sementes por planta (NSEMP): foi realizado através da contagem de sementes colhidas por planta; número de sementes por vagem (NSEM); peso de 100 sementes (P100SEM); produtividade de sementes (PRODSEM); tipo de vagem; cor das flores; cor das vagens; e cor das sementes. Não houve diferença significativa entre os genótipos de feijão-vagem para as características de número de plantas emergidas aos sete dias, estande final de plantas e número de sementes por vagem. Dentro dos materiais avaliados, a maioria dos genótipos apresentaram produtividades dentro da média de Goiás, que é de 1,5 a 2,8 t ha⁻¹. O desempenho dos genótipos arbustivos de feijão-vagem avaliados indica que as condições edafoclimáticas do cerrado são favoráveis para a produção de sementes.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; Produtividade; Características agronômicas.

ABSTRACT

The development of cultivars adapted to regional climate conditions depends on the introduction, characterization and selection of genotypes, so that goals can be traced to be achieved, by mating and subsequent selections. Because of the importance of snap bean cultivation in the cerrado region, knowledge and search for genetic material with good adaptation and high production features is desirable. This study aimed to characterize and evaluate the performance of thirty-one snap bean genotypes, in order to identify those with the best productions and can be grown in the cerrado region. The experiment was established at the State University of Goiás, Campus Ipameri. The experimental design was a randomized block with thirty-one treatments (genotypes) and four replications, each plot consisted of 4 rows with 3.00 m long, with plants arranged in the spacing of 0.50 x 0.10 m. The genotypes were evaluated in the germination stage, seedlings, flowering, ripening, harvesting and post-harvest, as to: number of emerged plants (NPLE); final plant stand (EFPL); plant height during the dry pods harvest (ALTP); number of mature pods per plant (NVSP); average number of seeds per plant (NSEMP); was performed by counting seeds harvested per plant; number of seeds per pod (NSEMV); weight of 100 seeds (P100SEM); Seed yield (PRODSEM); type of pod; flower color; color of the pods; and color of seeds. There was no significant difference between the snap bean genotypes for plant number of characteristics emerged to seven days, final plant stand and number of seeds per pod. Among the materials evaluated, the majority of genotypes within the average yield of Goiás, which is 1.5 to 2.8 t ha⁻¹. The performance of bush genotypes evaluated snap beans indicates that the cerrado soil and climatic conditions are favorable for seed production.

Key-words: *Phaseolus vulgaris*; Productivity; Agronomic characteristics.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa que está amplamente distribuída no mundo todo e constitui um dos produtos da alimentação protéica básica na dieta diária do brasileiro. De acordo com a ABCSEM (2015), foi produzido um volume total de 34868,30 kg ano⁻¹ para cultivares de crescimento determinado e 86849,09 kg ano⁻¹ para cultivares de crescimento indeterminados e consumo de 0,7 kg pessoa⁻¹ano⁻¹. Com área total de 871,72 ha para cultivo determinado e 7237,42 ha para indeterminado. Dentro das áreas cultivadas em cada estado brasileiro, as principais cultivares utilizadas são de crescimento indeterminado, com vagens de formato cilíndrico ou chato.

Em países mais desenvolvidos, as cultivares arbustivas de feijão-de-vagem são adaptadas à mecanização intensiva, da semeadura até a colheita, com custo de produção reduzido (PINTO et al., 2001). No Brasil, o feijão-de-vagem de hábito determinado é cultivado em pequenas propriedades e tem grande potencial de uso, tanto em rotação de culturas quanto em consórcio.

O feijão-vagem, assim como o feijoeiro comum, possui ampla adaptação a climas quentes e amenos, dentre a faixa térmica de 18 a 30°C. É uma cultura intolerante a fatores extremos do ambiente, como temperaturas elevadas, frio e geadas (FILGUEIRA, 2003).

As temperaturas elevadas podem ocasionar redução significativa da produtividade durante a fase vegetativa inicial, podem causar morte das plântulas e conseqüente redução no estande. Na fase de intenso crescimento vegetativo, o calor excessivo aumenta a fotorrespiração, reduzindo a taxa de crescimento das plantas. Altas temperaturas exercem também influência sobre o aborto de flores, vingamento e retenção final das vagens (SUZUKI et al., 2001; TSUKAGASHI et al., 2003).

As baixas temperaturas quando ocorrem logo após a semeadura, podem atrasar, reduzir ou até mesmo impedir a germinação das sementes e a emergência das plântulas, o que pode resultar em baixa população e baixa produtividade. Durante o crescimento vegetativo, pode ocorrer redução da altura das plantas e ramos, o que acarreta diminuição na produção de vagens por planta (FILGUEIRA, 2003).

O desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas regionais depende da introdução, caracterização e seleção de genótipos, para que possam ser traçadas metas a serem alcançadas, por meio de cruzamentos e seleções posteriores (MOREIRA et al.,

2009). Devido a importância da cultura do feijão-vagem na região de cerrado, é desejável o conhecimento e busca por materiais genéticos com boas características de adaptação e elevada produção.

2 OBJETIVOS

Este trabalho visou caracterizar e avaliar o desempenho de trinta e um genótipos de feijão-vagem, a fim de se identificar aqueles que possuem melhores produções e que possam ser cultivados na região de cerrado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no dia 17 de maio de 2014, na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri, situada à Lat. 17°36'55,1" S, Long. 48°11'43,2" W, e altitude média de 800m. De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Aw, caracterizado por clima tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco. A temperatura média é de 21,9°C, com umidade relativa média do ar variando de 58% a 81% e precipitação pluviométrica anual de 1.447mm, com 80% de incidência de chuvas nos meses de dezembro, janeiro e março, e o restante se distribui principalmente nos meses de outubro, novembro e fevereiro.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, foi previamente corrigido quanto à acidez e teor de cálcio e magnésio, com calcário dolomítico. Como adubação foram utilizados 800 kg ha⁻¹ do formulado 5-25-15, no plantio, e 200 kg ha⁻¹ de ureia, em cobertura, aos 20 dias após a semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com trinta e um tratamentos (genótipos) e quatro repetições, cada parcela era composta por 4 fileiras com 3,00 m de comprimento, com plantas dispostas no espaçamento de 0,50 m x 0,10 m.

Os genótipos utilizados são de origem nacional (Macarrão Rasteiro, Napoli e Turmalina), norte americanas (Blue Lake 274, Cherokee Wax, Commodore Improved, Contender, Delinel, Derby, Espada, Festina, Gold Rush, Improved Gold Wash, Jade, Kentucky Wonder Bush, Maxibel, Provider, Purple Queen, Rocdor, Royal Burgundy, Slenderwax, Strike, Stringless Green Tenderette, Tendergreen e Tendergreen Improved), japonesas (Amarelo Japonês e Branco Japonês) e do CIAT (Hab 1, Hab 39 e Hab 46).

O controle de plantas daninhas foi realizado através de capina manual, e não foi utilizado nenhum controle químico de pragas e/ou doenças. As necessidades hídricas da cultura foram supridas por meio de irrigação por gotejamento, através de tubos gotejadores. A irrigação foi interrompida quando os genótipos mais tardios apresentaram início de secagem das vagens. E no início de setembro de 2014, com incidência de chuvas, foi realizada a colheita manualmente, o que não contribui para uma melhor qualidade das sementes colhidas.

Os genótipos foram avaliados nos estádios de germinação, plântulas, floração, maturação, colheita e pós-colheita, com base nas seguintes variáveis:

- Número de plantas emergidas (NPLE): realizada a contagem do número de plantas emergidas na parcela útil, aos sete dias após a semeadura;
- Estande final de plantas (EFPL): contabilizando o número de plantas da parcela útil, considerando as plantas que permaneceram até o momento da colheita;
- Altura das plantas por ocasião da colheita de vagens secas (ALTP): obtida pela quantificação da altura média de dez plantas da parcela, correspondendo à distância do colo até o final da haste principal, expressa em cm.
- Número de vagens secas por planta (NVSP): expresso pelo número médio de vagens colhidas em plantas individuais;
- Número médio de sementes por planta (NSEMP): foi realizado através da contagem de sementes colhidas por planta;
- Número de sementes por vagem (NSEMV): obtido pela contagem do número de sementes em uma amostra de dez vagens por planta;
- Peso de 100 sementes (P100SEM): foram separadas 100 sementes dentro de cada bloco e pesadas em balança de precisão devidamente regulada, expresso em gramas;
- Produtividade de sementes (PRODSEM): obtida pela razão entre a quantificação do peso de todas as sementes de cada parcela, expressa em kg ha^{-1} ;
- Tipo de vagem: as vagens de cada parcela eram analisadas quanto ao formato das vagens, em cilíndricas ou achatadas;
- Cor das flores: obtida quando as fores estavam abertas, atribuindo-se a seguinte graduação: branca, amarela ou roxa;
- Cor das vagens: determinada na colheita das vagens imaturas completamente expandidas, onde as vagens eram classificadas em: verdes, amarelas ou roxas.
- Cor das sementes: determinada na pós-colheita das vagens maduras, onde as cores das sementes secas foram determinadas com o auxílio de tabelas de cores padrões de Munsell color charts (1952).

Os dados foram submetidos à análise de variância para cada uma das características avaliadas e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do Programa SISVAR[®] (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS

As cultivares Contender, Improved Golden Wax e Rocdor apresentaram flores amarelas; Cherokee Wax, Purple Queen, Royal Burgundy e Tendergreen apresentaram flores roxas e os demais genótipos flores brancas (Tabela 5).

Quanto a cor das vagens, os genótipos Cherokee, Gold Rush, Improved Golden Wash, Rocdor e Slenderwash apresentaram vagens amarelas; as cultivares Purple Queen e Royal Burgundy apresentaram vagens roxas, e os demais genótipos apresentaram vagens verdes.

As cultivares Cherokee Wax, Rocdor, Royal Burgundy, Stringless Green e Tenderette e Turmalina, apresentaram vagens achatadas e os demais genótipos apresentaram vagens cilíndricas.

Quanto a cor das sementes, o genótipo Amarelo Japonês apresentou sementes amarelas; Contender e Royal Burgundy apresentaram sementes bege; Cherokee Wax, Delinel e Rocdor apresentaram sementes pretas; Branco Japonês, Blue Lake, Commodore Improved, Derby, Espada Bush, Festina, Gold Rush, Hab 1, Jade, Kentucky Wonder Bush, Macarrão Rasteiro, Napoli, Slenderwax, Strike, Tendergreen Improved, Tenderette e Turmalina apresentaram sementes brancas; Provider apresentou sementes roxa-escuro; Hab 39 e Stringless Green, apresentaram sementes marrom-escuro; Hab 46 apresentou sementes marrom-escuro com bege; Maxibel apresentou sementes marrom com bege; Purple Queen apresentou sementes marrom-claro; Tendergreen apresentou sementes preto com bege; e Improved Golden Wash apresentou sementes branca com marrom.

As médias do número de plantas emergidas, do estande final de plantas, e do número de sementes por vagem, não obtiveram diferenças significativas entre os genótipos, com médias gerais de 34,89 plantas, 63,45 plantas e 5,57 sementes, respectivamente.

Os valores médios da altura das plantas por ocasião da colheita de vagens secas, do número de vagens secas por plantas, e o número médio de sementes por planta para cada genótipo avaliado em campo, e suas respectivas comparações (agrupamentos), encontram-se na Tabela 6.

Para altura de plantas, os genótipos mostraram ser diferentes entre si, separando-se em dois grupos. O primeiro grupo é o grupo dos genótipos com maior comprimento, representado pela cultivar Amarelo Japonês com 54,07 cm, seguida da Tendergreen Improved (51,32 cm), Cherokee Wax (50,90 cm), Kentucky Wonder Bush (50,90 cm), Turmalina (50,30 cm), e

outras 11 cultivares que também se igualaram estatisticamente. No segundo grupo formado, obtiveram-se valores menores, onde a cultivar Slenderwax foi a com menor altura, com 37,57 cm, seguida do Macarrão Rasteiro (37,92 cm) e de outras 13 cultivares com altura variando entre 38,72 a 44,30 cm.

As médias do número de vagens secas por plantas e do número médio de sementes por planta, se dividiram em dois grupos também.

Para a variável número de vagens secas por plantas, as cultivares Slenderwax (15,50), Amarelo Japonês (15,32), Napoli (14,67), Strike (14,40), Macarrão Rasteiro (13,65), Improved Golden Wash (13,57) e a linhagem Hab 1(12,80) obtiveram as maiores médias, se destacando das demais. Enquanto que a cultivar Stringless Green apresentou a menor média (8,12).

As cultivares Napoli, Amarelo Japonês, Slenderwax, Improved Golden Wash, Hab 1, Macarrão Rasteiro, Strike, Provider e Kentucky Wonder Bush apresentaram respectivamente as maiores médias do número médio de sementes por planta. Enquanto que Hab 46, Rocdor, Delinel, Festina, Blue Lake, Branco Japonês, Jade, Turmalina, Derby, Contender, Commodore Improved, Purple Queen, Espada Bush, Gold Rush, Cherokee Wax, Maxibel Tendergreen, Stringless Green, Royal Burgundy, Hab 39, Tenderette e Tendergreen Improved, obtiveram as menores médias.

Na Tabela 7, está representado peso de 100 sementes, que apresentou formação de cinco grupos distintos, com médias variando de 22 a 44,75 gramas. Observa-se que Contender proporcionou um bom rendimento em peso, com valor de 45,25 gramas, como também Stringless Green (44,75), Cherokee Wax (41,50) e Tendergreen Improved (40,75) que se destacaram com os maiores valores em peso de 100 sementes, sendo pertencentes ao primeiro grupo.

O segundo grupo, foi formado pelas cultivares Tendergreen, Hab 39, Improved Golden Wash e Hab 46. Com valores que variaram de 39,00 gramas para Tendergreen a 35,75 gramas para a linhagem Hab 46.

O terceiro grupo intermediário, mais numeroso, foi representado pelas cultivares Tenderette, Blue Lake, Commodore Improved, Royal Burgundy, Kentucky Wonder Bush, Hab 1, Derby, Branco Japonês, Purple Queen, Turmalina, Provider, Jade, Espada Bush e Amarelo Japonês que apresentaram valores de P100SEM que variaram de 34,75 gramas para Tenderette a 31,25 gramas para Amarelo Japonês.

O quarto grupo, foi formado por Strike, Festina, Gold Rush, Macarrão Rasteiro e Delinel, com valores que variaram de 29,75 gramas para Strike a 28,75 gramas para Delinel.

As cultivares Slenderwax, Rocdor, Maxibel e Napoli, representam o quinto grupo. Apresentaram rendimento inferior aos demais grupos formados, variando de 26,75 gramas para Slenderwax a 22,00 gramas para a última, Napoli.

Conforme evidencia também a Tabela 7, para a produtividade de sementes, ocorreram diferenças significativas entre os genótipos, os dividindo em dois grupos. Foram encontrados valores que variam de 2640,68 kg ha⁻¹ para a linhagem Hab 46 até valores de 2138,68 kg ha⁻¹ para Branco Japonês, que compreende as cultivares Macarrão Rasteiro, Strike, Amarelo Japonês, Hab 1, Kentucky Wonder Bush, Contender, Festina, Tendergreen Improved, Derby, Improved Golden Wash, Hab 39 e Tendergreen, correspondendo ao primeiro grupo com as médias mais altas, e estatisticamente semelhantes em termos de produtividade de sementes. Já o grupo dois, que compreendem os demais genótipos, com produção que varia de 1992,92 kg ha⁻¹ para Delinel até 1186,00 kg ha⁻¹ para a última do grupo Rocdor.

Tabela 5. Características morfológicas de flor, vagem e semente, de genótipos de feijão-vagem em Ipameri, GO, 2014.

Genótipos	Cor da flor	Cor da vagem	Tipo de vagem	Cor da semente
Amarelo Japonês	Branca	Verde	Cilíndrica	Amarela
Branco Japonês	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Blue Lake 274	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Cherokee Wax	Roxa	Amarela	Achatada	Preta
Commodore Improved	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Contender	Roxa	Verde	Achatada	Bege
Delinel	Branca	Verde	Cilíndrica	Preto
Derby	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Espada Bush	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Festina	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Gold Rush	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Hab 1	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Hab 39	Branca	Verde	Cilíndrica	Marrom-escuro
Hab 46	Branca	Verde	Cilíndrica	Marrom-escuro com bege
Improved Golden Wash	Amarela	Amarela	Cilíndrica	Branca com marrom
Jade	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Kentucky Wonder Bush	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Macarrão Rasteiro	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Maxibel	Branca	Verde	Cilíndrica	Marrom com bege
Napoli	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Provider	Branca	Verde	Cilíndrica	Roxa escura
Purple Queen	Roxa	Roxa	Achatada	Marrom-claro
Rocdor	Amarela	Amarela	Achatada	Preta
Royal Burgundy	Roxa	Roxa	Achatada	Bege
Slenderwax	Branca	Amarela	Cilíndrica	Branca
Strike	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Stringless Green	Branca	Verde	Achatada	Marrom-escuro
Tendergreen	Roxa	Verde	Cilíndrica	Preto com bege
Tendergreen Improved	Branca	Verde	Cilíndrica	Branca
Tenderette	Branca	Verde	Achatada	Branca
Turmalina	Branca	Verde	Achatada	Branca

Tabela 6. Altura das plantas por ocasião da colheita de vagens secas (ALTP), número de vagens secas por planta (NVSP), número médio de sementes por planta (NSEMP) e número de sementes por vagem (NSEMV), com os respectivos coeficientes percentuais da variação (CV%), dos genótipos de feijão-vagem em Ipameri, GO, 2014.

Genótipos	ALTP (cm)	NVSP	NSEMP
Amarelo Japonês	54,07 a	15,32 a	87,50 a
Branco Japonês	47,60 a	9,82 b	61,00 b
Blue Lake 274	42,30 b	11,50 b	61,00 b
Cherokee Wax	50,90 a	8,70 b	55,75 b
Commodore Improved	39,20 b	11,00 b	57,25 b
Contender	43,17 b	9,92 b	57,50 b
Delinel	46,07 a	11,35 b	62,50 b
Derby	47,95 a	9,82 b	58,00 b
Espada Bush	42,52 b	11,70 b	56,00 b
Festina	40,57 a	10,67 b	61,00 b
Gold Rush	43,22 b	10,57 b	56,00 b
Hab 1	46,92 a	12,80 b	74, 25 a
Hab 39	48,48 a	9,02 b	43,25 b
Hab 46	40,82 b	8,35 b	65,25 b
Improved Golden Wash	44,30 b	13,57 a	77, 50 a
Jade	41,50 b	12,07 b	59,50 b
Kentucky Wonder Bush	50,90 a	11,07 b	69,75 a
Macarrão Rasteiro	37,92 b	13,65 a	71,00 a
Maxibel	49,20 a	9,67 b	54,25 b
Napoli	45,35 a	14,67 a	88,25 a
Provider	43,27 b	12,02 b	69,75 a
Purple Queen	43,72 b	11,22 b	56,50 b
Rocdor	47,12 a	10,97 b	64,50 b
Royal Burgundy	45,52 b	9,77 b	49,25 b
Slenderwax	37,57 b	15,50 a	80,75 a
Strike	43,75 b	14,40 a	70,50 a
Stringless Green	46,65 a	8,12 b	50,50 b
Tendergreen	46,17 a	10,42 b	52,50 b
Tendergreen Improved	51,32 a	8,45 b	38,00 b
Tenderette	38,72 b	9,30 b	43,75 b
Turmalina	50,30 a	9,47 b	59,50 b
CV(%)	12,98	28,04	27,59

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Peso de 100 sementes (P100SEM), produtividade de sementes (PRODSEM), com os respectivos coeficientes percentuais da variação (CV%), dos genótipos de feijão-vagem em Ipameri, GO, 2014.

Genótipos	P100SEM (g)	PRODSEM (kg/ha)
Amarelo Japonês	31,25 c	2418,90 a
Branco Japonês	32,75 c	2138,68 a
Blue Lake 274	34,75 c	1599,48 b
Cherokee Wax	41,50 a	1422,84 b
Commodore Improved	35,50 c	1931,12 b
Contender	45,25 a	2337,41 a
Delinel	28,75 d	1992,92 b
Derby	33,25 c	2279,17 a
Espada Bush	31,25 c	1815,57 b
Festina	29,75 d	2325,68 a
Gold Rush	29,25 d	1269,72 b
Hab 1	33,75 c	2407,78 a
Hab 39	37,00 b	2233,90 a
Hab 46	35,75 b	2640,68 a
Improved Golden Wash	36,75 b	2237,12 a
Jade	31,50 c	1882,01 b
Kentucky Wonder Bush	33,75 c	2358,55 a
Macarrão Rasteiro	28,75 d	2635,97 a
Maxibel	24,50 e	1830,64 b
Napoli	22,00 e	1750,49 b
Provider	31,50 c	1445,78 b
Purple Queen	32,75 c	1781,26 b
Rocdor	26,25 e	1186,00 b
Royal Burgundy	34,25 c	1269,72 b
Slenderwax	26,75 e	1415,77 b
Strike	29,75 d	2615,72 a
Stringless Green	44,75 a	1965,96 b
Tendergreen	39,00 b	2220,91 a
Tendergreen Improved	40,75 a	2290,84 a
Tenderette	34,75 c	1762,87 b
Turmalina	31,50 c	1624,04 b
CV(%)	9,22	27,86

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

5 DISCUSSÃO

Observou-se que não houve diferença significativa entre os genótipos de feijão-vagem para as características de número de plantas emergidas aos sete dias, estande final de plantas e número de sementes por vagem.

As cultivares Amarelo Japonês, Tendergreen Improved, Cherokee Wax, Kentucky Wonder Bush e Turmalina apresentaram as maiores alturas, sendo que apenas a cultivar Amarelo Japonês teve tendência ao acamamento. No cultivo de feijão-vagem, plantas com porte muito elevado podem acarretar problemas no manejo e de colheita principalmente, quando apresentam caule prostrado, sujeito ao acamamento, características indesejáveis para a cultura. Entretanto o porte da planta deve ser suficiente para suportar uma produção desejável.

Dentre as características associadas com a produção da cultura, uma das mais importantes é o número de vagens por planta, pois segundo Araújo et al. (2011) esta característica tem maior efeito direto com a produtividade de vagens. No presente trabalho, mostrou ser característica diretamente relacionada ao número médio de sementes por planta.

Já se tratando do número de sementes por vagem, pode-se avaliar que não existiu uma relação direta com o número de vagens produzidas pela planta, pois as cultivares que se destacaram no número de vagem produzido por planta não corresponderam, na mesma sequência, aos dados obtidos em relação ao número de sementes por vagem.

Diferentemente dos resultados encontrados neste trabalho, Francelino et al. (2011) em Bom Jesus do Itabapoana, para a característica número de sementes por vagem apresentou efeito significativo das linhagens de feijão vagem utilizadas em 5% de probabilidade pelo teste F, o que permitiu a formação de três classes distintas.

Segundo Almeida et al. (2011), uma característica importante e também avaliada no seu trabalho foi o peso de 100 sementes, que é uma característica que está ligada à produção da cultura, ou seja, para esta característica foi possível a formação de cinco grupos pelo teste de Scott-Knott, porém o peso de sementes não influenciou a produtividade de sementes dos 31 genótipos avaliados.

Os resultados de produtividade encontrados em quatorze genótipos apresentaram produtividade de sementes acima de 2138,68 kg ha⁻¹, valores superiores à média nacional de sementes de feijão-vagem, que varia de 800 a 1200 kg ha⁻¹, e pode atingir 1600 kg ha⁻¹ (VIGGIANO, 1990). Em Goiás, o feijão-vagem arbustivo apresenta produtividade de semente

de 1,5 a 2,8 t ha⁻¹ (PEIXOTO et al., 1993). Apenas Cherokee Wax, Gold Rush, Provider, Rocdor, Royal Burgundy e Slenderwax apresentaram médias de produtividades inferiores à média produzida em Goiás.

6 CONCLUSÕES

Dentro dos materiais avaliados, a maioria dos genótipos apresentaram produtividades dentro da média de Goiás, que é de 1,5 a 2,8 t ha⁻¹.

O desempenho dos genótipos arbustivos de feijão-vagem avaliados indica que as condições edafoclimáticas do cerrado são favoráveis para a produção de sementes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S.N.C. **Avaliação de características morfológicas e agronômicas de linhagens de feijão de vagem em Bom Jesus do Itabapoana-RJ, com potencial de recomendação.** Tese de Mestrado – Produção Vegetal. Campos dos Goytacazes – RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, p. 61, 2011.

ARAÚJO, L.C. **Avaliação de Linhagem Melhoradas de Feijão de Vagem em Bom Jesus do Itabapoana-RJ.** Tese de Mestrado – Produção Vegetal. Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense. Fevereiro, p. 46, 2011.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa: Editora UFV. p. 402, 2003.

FRANCELINO, F.M.A., GRAVINA, G. DE A., MANHÃES, C.M.C., CARDOSO, P.M.R., ARAÚJO, L.C. DE Avaliação de linhagens de feijão-de-vagem para as regiões Norte e Noroeste Fluminense. **Revista Ciência Agrônômica.** 2011.

MOREIRA, R.M.P., FERREIRA, J.M., TAKAHASHI, L.S.A., VANCONCELOS, M.E.C., GEUS, L.C., BOTTI, L. **Potencial agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado.** 2009.

MUNSELI Color charts for plant tissues. Baltimore, USA: **Munsell Color Charts Company**, 1952.

PEIXOTO N. **Interação genótipos x ambiente e divergência genética em feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.).** UNESP, Jaboticabal-SP. p.67, 2001. (Tese doutorado)

PEIXOTO N; SILVA LO; THUNG MDT; SANTOS G. Produção de sementes de linhagens e cultivares arbustivas de feijão-vagem em Anápolis-GO. **Horticultura Brasileira**, 11: p.151-152, 1993.

PINTO, C.M.F., VIEIRA, R.F., VIEIRA, C., CALDAS, M.T. Idade de colheita do feijão-vagem anão cultivar Novirex. **Horticultura Brasileira**, 19(1): 163-167, 2001.

SUZUKI, K., TAKEDA, H., TSUKAGUCHI, T., EGAWA, Y. Ultrastructural study on degeneration of tapetum in anther of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under heat stress. **Sex Plant Reprod.** 2001.

TSUKAGUCHI, T., KAWAAMITSU, Y., TAKEDA, H., SUZUKI, K., EGAWA, Y. Water status of flower buds and leaves as affected by high temperature in heat-tolerant and heat-sensitive of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant Prod. Sci.** 2003.

VIGGIANO, J. Produção de sementes de feijão-vagem. In: CASTELLANE, P.D.; NICOLosi, W.M. & HASEGAWA, M. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, p.127-140. 1990.

**CAPÍTULO 3: QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS
ARBUSTIVOS DE FEIJÃO-VAGEM EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ÉPOCAS DE
AMAZENAMENTO**

RESUMO

O controle da qualidade fisiológica das sementes é um fator fundamental, principalmente para a obtenção de sementes de alta qualidade, trazendo reflexos diretos na produtividade. A qualidade das sementes de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo o armazenamento, o qual pode interferir diretamente na sua viabilidade e longevidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de genótipos arbustivos de feijão-vagem, submetidos a diferentes períodos de armazenamento. O experimento foi desenvolvido nos meses de janeiro à março de 2015, no laboratório de sementes da Embrapa Hortaliças, Brasília – DF. Foram utilizadas amostras de dois lotes de sementes de 29 genótipos de feijão-vagem, produzidas nas safras de 2013 e 2014, possuindo 16 meses e 4 meses de armazenamento, respectivamente. Para a qualidade fisiológica e vigor das sementes armazenadas, foram realizadas as seguintes avaliações: teste de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. A análise estatística foi realizada separada para cada teste, seguindo o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico Sisvar. Foi possível confirmar, com o teste de germinação, que a maioria das sementes armazenadas por diferentes períodos atenderam ao padrão mínimo exigido para a comercialização, que é de 80%. Independente do período de armazenamento, mais da metade dos genótipos apresentaram sementes com boa germinação, no teste de envelhecimento acelerado. As sementes produzidas na safra de 2014 e armazenadas por quatro meses apresentaram maior vigor pelo teste de condutividade elétrica. As condições de armazenamento das sementes em embalagens plásticas usadas no laboratório de sementes da UEG – Câmpus Ipameri pode ser considerada uma boa alternativa sustentável de conservação, não interferindo drasticamente na qualidade de sementes de feijão-vagem.

Palavras-chaves: *Phaseolus vulgaris*; Germinação; Vigor.

ABSTRACT

Control of seed quality is a key factor, especially for obtaining high quality seeds, bringing direct impact on productivity. The quality of snap bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) can be influenced by several factors, including storage, which can directly affect the viability and longevity. This study aimed to evaluate the physiological quality of seeds of bush genotypes snap beans, subjected to different periods of storage. The experiment was conducted from January to March 2015 in the seed laboratory of the Embrapa Hortaliças, Brasília - DF. Samples of two seed lots of snap bean 29 genotypes were used, produced in 2013 and 2014 harvest, possessing 16 months and 4 months of storage, respectively. For the physiological quality and vigor of stored seeds, the following evaluations were performed: germination test, first count, accelerated aging and electrical conductivity. Statistical analysis was performed separately for each test, following the completely randomized design with four replications. Means were compared by the Scott-Knott test at 5% probability, the statistical program Sisvar. It was confirmed, with the germination test, that most seeds stored for different periods attended the minimum standard required for the sale, which is 80%. Regardless of the storage period, more than half of genotypes seed with good germination, accelerated aging test. The seeds produced in the 2014 harvest and stored for four months showed greater force by the electrical conductivity test. The storage conditions of seeds in plastic containers used in the seed laboratory of UEG - Campus Ipameri can be considered a good sustainable alternative for conservation, not dramatically interfering with the quality of snap bean seeds.

Key-words: *Phaseolus vulgaris*; Germination; Vigor.

1 INTRODUÇÃO

A obtenção de altas produtividades no feijão-vagem não está estreitamente relacionada só com a utilização de variedades melhoradas e um manejo adequado da cultura, mas também com a qualidade das sementes colocadas à disposição do produtor.

Um dos fatores importantes que tendem a deixar as sementes sempre próximas dos seus níveis originais de germinação e vigor são as boas condições de armazenamento. A temperatura e a umidade relativa do ar são fatores ambientais que atuam diretamente sobre as sementes, afetando o seu metabolismo. Altas temperaturas e umidade relativas do ar, dentro de limites toleráveis, contribuem para acelerar a atividade respiratória das sementes, resultando no consumo desnecessário de energia (NASCIMENTO, 2004). Condições próximas de 20°C e 50% de umidade conservam sementes ortodoxas, como as do feijão-vagem, por um período de 18 a 20 meses.

As garrafas plásticas são uma alternativa para os pequenos agricultores armazenarem sementes. Essas garrafas devem estar limpas e totalmente secas, a fim de evitar interferência na qualidade das sementes e no seu potencial fisiológico.

O potencial fisiológico de um lote de sementes é resultado das características que determinam seu valor para a semeadura (MARCOS FILHO, 2005). Segundo ISTA (1981), o vigor das sementes é a soma das propriedades determinantes do nível potencial de atividade e desempenho de uma semente, ou de um lote de sementes, durante a germinação e emergência da plântula.

No entanto, torna-se difícil a utilização de apenas um teste que indique com precisão o potencial de desempenho das sementes nas mais diversas condições, existindo, então, testes que avaliam aspectos bioquímicos e outros que identificam diferenças fisiológicas (MARCOS FILHO, 2005).

O teste de germinação é um dos mais utilizados e difundidos entre os diversos testes empregados na análise de sementes, é designado para estimar o número máximo de sementes que irão produzir plântulas normais por meio de resultados que sejam passíveis de repetibilidade (KARRFALT, 2008). No Brasil, as instruções para condução dos testes são apresentadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Paralelamente ao teste de germinação, podem ser conduzidos testes de vigor, os quais procuram detectar diferenças no potencial fisiológico de lotes, com germinação semelhante (MARCOS FILHO, 2005).

O teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais utilizados para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de várias espécies, proporcionando informações com alto grau de consistência (TEKRONY,1995). O princípio está baseado na aceleração artificial da taxa de deterioração das sementes, pela sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS-FILHO, 1999). Nessa situação, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando redução diferenciada da viabilidade.

Já o teste de condutividade elétrica é um meio rápido e prático para avaliar o vigor de sementes, podendo ser utilizado na maioria dos laboratórios, havendo baixo custo de equipamento e treinamento de pessoal (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999). É amplamente utilizado e pesquisado nos últimos tempos, principalmente, na agricultura, apesar de não ter sido adotado como prática de rotina, exceto em algumas áreas especializadas, considerado padronizado para sementes de ervilha (KARRFALT, 2008).

A condutividade elétrica é baseada na premissa de que o progresso de deterioração das sementes começa com a diminuição da rigidez das membranas celulares e o aumento na permeabilidade à água, permitindo que o conteúdo celular passe para a solução com água e aumente seu valor (COPELAND e MCDONALD, 1995). Por meio da avaliação da quantidade de lixiviados liberados pelas sementes para a solução de embebição, associado ao grau de deterioração das mesmas, pode-se inferir sobre o nível de vigor daquelas sementes ou lote ou, pelo menos, o seu destino final (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

Desse modo, trabalhos que visem identificar a qualidade fisiológica de sementes durante o armazenamento, são de larga importância para fornecer maior segurança e informações precisas nos resultados obtidos de germinação e vigor para produtores e técnicos.

2 OBJETIVOS

Objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de genótipos arbustivos de feijão-vagem, submetidos a diferentes períodos de armazenamento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nos meses de janeiro à março de 2015, no laboratório de sementes da Embrapa Hortaliças, Brasília – DF. Foram utilizadas amostras de dois lotes de sementes de 29 genótipos de feijão-vagem, produzidas nas safras de 2013 e 2014, possuindo 16 meses e 4 meses de armazenamento, respectivamente. Ambas as sementes estavam armazenadas em embalagens plásticas devidamente tampadas, em ambiente de laboratório com temperatura oscilante entre 20 e 22 °C, na UEG – Câmpus Ipameri.

Para a qualidade fisiológica e vigor das sementes armazenadas, foram realizadas as seguintes avaliações:

- **Teste de germinação:** para cada tratamento foram utilizadas 200 sementes (quatro repetições de 50 sementes), as quais foram previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 2% durante dez minutos, em seguida lavadas com água destilada, para diminuir a ação de patógenos durante a germinação. Após esse procedimento, foram colocadas sobre duas folhas de papel “germitest”, previamente umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e colocadas para germinar na temperatura alternada de 20-30°C em BOD, computando-se a porcentagem de plântulas normais aos 5 e 9 dias após a semeadura, sendo as avaliações feitas de acordo com as Regras para Análise de Sementes-RAS (BRASIL, 2009).
- **Primeira contagem de germinação:** foi conduzido simultaneamente com o teste de germinação e computado a porcentagem de plântulas normais no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009).
- **Envelhecimento acelerado:** foram utilizadas caixas tipo gerbox com compartimento individual, que possuíam no interior uma bandeja com tela onde as sementes, após pesadas em balança de precisão, foram distribuídas de maneira a formarem uma camada uniforme. Dentro de cada gerbox foram adicionados 40 ml de solução salina, essa solução foi obtida por 40 g de NaCl/100 ml de água, após isso, as caixas foram tampadas e colocadas em uma câmara tipo BOD, regulada à temperatura constante de 41° C, onde permaneceram por um período de 48 horas. Transcorrido esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, sendo a avaliação da porcentagem de plântulas normais, realizada aos cinco dias após a instalação do teste (JIANHUA e McDONALD, 1997).

- **Condutividade elétrica** – foi conduzida com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, sendo que as sementes foram pesadas e imersas em 75 ml de água destilada e mantidas por 24 horas em germinador a 20°C. Após esse período foi avaliado a condutividade elétrica da solução em condutivímetro e o resultado foi expresso em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^1\cdot\text{g}^1$ (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

A análise estatística foi realizada separada para cada teste, seguindo o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS

Na Tabela 8 constam os percentuais médios dos valores da primeira contagem de germinação e porcentagem do teste de germinação, das sementes de feijão-vagem.

As cultivares Turmalina, Amarelo Japonês, Improved Golden Wash, Espada Bush e Tenderette, todas da safra de 2013, apresentaram maiores porcentagens de germinação na primeira contagem, variando de 96 a 91%, e considerado significativamente iguais. Os melhores resultados para a variável primeira contagem foram encontrados em sua maioria nos genótipos da safra de 2013, indicando maior vigor das sementes. As cultivares da safra de 2014, Contender, Strike, Tendergreen Improved, Tendergreen, Stringless Green e Purple Queen, apresentaram os percentuais mais baixos de germinação na primeira contagem, com valores médios de 34,5 a 19%, não diferindo estatisticamente entre si.

Para a porcentagem do teste de germinação houve diferença significativa, dividindo em dois grupos. Dentro do grupo principal, se destacaram aquelas com altos valores de germinação, encontrados nas cultivares Turmalina (97,50%), Slenderwax (96,50%), Tenderette (96,00%) e Tendergreen Improved (96,00%) da safra de 2013, demonstram a viabilidade da produção de sementes de alta qualidade fisiológica encontrada no primeiro grupo. Não diferindo significativamente de outros 20 tratamentos, com médias de 95,50% a 87,50%.

O segundo grupo foi constituído pelos outros 33 tratamentos restantes, estatisticamente semelhantes entre si, com médias entre 87,00% a 63,50%. O segundo grupo engloba 7 tratamentos com germinação inferior a 80%, sendo eles: Blue Lake – safra 2014 (79,00%), Commodore Improved – safra 2014 (79,00%), Provider – safra 2013 (76,50%), Contender – safra 2014 (76,50%), Improved Golden Wash – safra 2014 (75,50%), Stringless Green – safra 2013 (75,00%), e Conteder – safra 2013 (63,50%).

Tabela 8. Valores médios da primeira contagem de germinação e teste de germinação das sementes de feijão-vagem das safras de 2013 e 2014. Brasília, DF, 2015.

Genótipos	Primeira Contagem (%)		Germinação (%)	
	2013	2014	2013	2014
Amarelo Japonês	92,00 a	91,00 a	95,50 a	91,50 a
Branco Japonês	81,00 a	67,00 b	85,00 b	94,00 a
Blue Lake 274	79,50 a	65,00 b	81,50 b	79,00 b
Cherokee Wax	72,00 b	77,00 a	80,00 b	86,00 b
Commodore Improved	85,50 a	77,50 a	85,50 b	79,00 b
Contender	63,00 b	34,50 d	63,50 b	76,50 b
Delinel	79,60 a	71,00 b	88,40 a	86,00 b
Derby	88,66 a	74,00 b	92,66 a	95,00 a
Espada Bush	91,50a	59,00 b	91,50 a	86,50 b
Festina	88,00a	55,00 c	90,50 a	81,50 b
Gold Rush	76,00 a	73,50 b	88,00 a	92,00 a
Hab 1	82,00 a	74,50 b	84,50 b	87,50 a
Hab 39	78,00 a	84,50 a	84,50 b	93,50 a
Hab 46	80,00 a	55,00 c	82,00 b	90,50 a
Improved Golden Wash	92,00a	47,50 c	95,00 a	75,50 b
Jade	88,50 a	76,00 a	92,50 a	81,00 b
Kentucky Wonder Bush	60,00 b	54,50 c	83,00 b	86,00 b
Maxibel	88,00 a	74,50 b	92,50 a	81,50 b
Provider	63,00 b	49,50 c	76,50 b	81,50 b
Purple Queen	89,50a	19,00 d	93,00 a	80,00 b
Rocdor	79,00 a	68,00 b	81,00 b	82,00 b
Royal Burgundy	87,00 a	61,00 b	95,00 a	90,50 a
Slenderwax	90,00a	82,00 a	96,50 a	85,00 b
Strike	80,50 a	34,00 d	86,50 b	80,00 b
Stringless Green	64,50 b	24,50 d	75,00 b	95,50 a
Tendergreen	83,50 a	30,50 d	86,00 b	86,00 b
Tendergreen Improved	84,00 a	33,00 d	96,00 a	85,50 b
Tenderette	91,00a	61,50 b	96,00 a	80,50 b
Turmalina	96,50a	65,50 b	97,50 a	89,50 a
CV (%)		17,60		8,10

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A porcentagem de germinação do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 9) teve a maior variação entre os tratamentos, formando assim o maior número de grupos possíveis para esta característica, em um total de sete grupos diferentes dentro do agrupamento realizado.

Dentre os tratamentos, 20 apresentaram germinação inferior a 80%. As maiores porcentagens de germinação foram do primeiro grupo, variando as médias percentuais de 96,50 a 86,50%, destacando-se as cultivares Provider – safra 2014 e Contender – safra 2013, com 96,50 e 96% de germinação, respectivamente. As menores porcentagens de germinação, foram do grupo sete, com apenas duas cultivares, Rocdor (19,50%) e Kentucky Wonder Bush(10,00%), ambas da safra de 2013.

Os resultados obtidos no teste de condutividade elétrica são apresentados na tabela 10. Foi possível observar a formação de quatro grupos, mostrando a diferença estatística entre as médias. Analisando os resultados, verifica-se que as cultivares da safra de 2013 apresentaram valores médios de 73 a 120 $\mu\text{S.cm/g}$, indicando maior liberação de eletrólitos, e conseqüentemente consideradas como de menor vigor. Já as cultivares da safra de 2014 apresentaram em sua maioria, valores médios abaixo de 73 $\mu\text{S.cm/g}$, exceto a cultivar Tendergreen (98 $\mu\text{S.cm/g}$), ou seja, apresentaram sementes com melhor vigor se comparadas com as da safra de 2013.

O primeiro grupo é composto pelas cultivares que apresentaram maiores valores de condutividade, com média de 120 a 98,75 $\mu\text{S.cm/g}$, representados por Contender, Strike, Derby, Royal Burgundy, Blue Lake, Stringless Green, Gold Rush, Festina, Tendergree, Cherokee Wax, Branco Japonês, Purple Queen e Tenderette, Hab 1, Kentucky Wonder Bush, Provider, Espada Bush, Tendergreen, Improved, Slenderwax e Tendergreen, todos da safra de 2013.

O quarto grupo é composto apenas por cultivares da safra de 2014 que apresentam maior potencial fisiológico, possuem as menores médias que variam entre 57,50 a 34,50 $\mu\text{S.cm/g}$. Representas consecutivamente pelas cultivares Branco Japonês, Cherokee Wax, Improved Golden Wash, Kentucky Wonder Bush, Turmalina, Slenderwax, Tenderette, Hab 46, Hab 39, Espada Bush, Purple Queen, Provider, Tendergreen Improved, Gold Rush, Stringless Green, Contender, Rocdor, Royal Burgundy e Amarelo Japonês.

Tabela 9. Dados médios (%) de germinação pelo teste de envelhecimento acelerado (EA) de sementes de feijão-vagem, das safras de 2013 e 2014. Brasília, DF, 2015.

Genótipos	EA	
	2013	2014
Amarelo Japonês	79,00 c	90,00 a
Branco Japonês	94,00 a	77,50 c
Blue Lake 274	40,50 e	82,50 b
Cherokee Wax	89,50 a	77,00 c
Commodore Improved	89,00 a	54,50 d
Contender	96,00 a	93,00 a
Delinel	31,60 f	87,00 a
Derby	78,00 c	84,50 b
Espada Bush	43,00 e	82,50 b
Festina	77,00 c	94,50 a
Gold Rush	76,50 c	72,00 c
Hab 1	89,00 a	82,50 b
Hab 39	79,00 c	83,00 b
Hab 46	87,50 a	93,50 a
Improved Golden Wash	68,50 d	82,00 b
Jade	82,50 b	85,00 b
Kentucky Wonder Bush	19,50 g	75,50 c
Maxibel	78,50 c	84,00 b
Provider	66,50 c	96,50 a
Purple Queen	90,50 a	77,50 c
Rocdor	10,00 g	87,00 a
Royal Burgundy	91,50 a	86,50 a
Slenderwax	55,50 d	72,00 c
Strike	82,00 b	84,00 b
Stringless Green	93,50 a	89,00 a
Tendergreen	94,50 a	95,50 a
Tendergreen Improved	94,00 a	94,00 a
Tenderette	93,50 a	84,50 b
Turmalina	94,50 a	92,00 a
CV (%)	9,05	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Dados médios ($\mu\text{S.cm/g}$) obtidos em testes de condutividade elétrica de sementes de feijão-vagem, das safras de 2013 e 2014. Brasília, DF, 2015.

Genótipos	Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm/g}$)	
	2013	2014
Amarelo Japonês	93 b	34 d
Branco Japonês	107 a	57 d
Blue Lake 274	110 a	73 c
Cherokee Wax	107 a	57 d
Commodore Improved	107 a	63 c
Contender	120 a	45 d
Delinel	80 b	62 c
Derby	116 a	63 c
Espada Bush	101 a	50 d
Festina	110 a	63 c
Gold Rush	110 a	47 d
Hab 1	102 a	66 c
Hab 39	87 b	51 d
Hab 46	85 b	51 d
Improved Golden Wash	92 b	57 d
Jade	85 b	66 c
Kentucky Wonder Bush	102 a	56 d
Maxibel	75 c	55 d
Provider	102 a	48 d
Purple Queen	106 a	49 d
Rocdor	73 c	44 d
Royal Burgundy	115 a	42 d
Slenderwax	98 a	55 d
Strike	117 a	64 c
Stringless Green	110 a	46 d
Tendergreen	110 a	98 a
Tendergreen Improved	100 a	47 d
Tenderette	105 a	53 d
Turmalina	93 b	55 d
CV (%)	12,06	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

5 DISCUSSÃO

Com relação aos testes de vigor aplicados às sementes, de primeira contagem de germinação, observam-se maiores percentuais de vigor de plântulas nas cultivares da safra de 2013, Turmalina, Amarelo Japonês, Improved Golden Wash, Espada Bush, Tenderette e Amarelo Japonês da safra de 2014, e por outro lado, menores valores para Contender, Strike, Tendergreen Improved, Tendergreen, Stringless Green, Purple Queen e Macarrão Rasteiro, todos da safra de 2014, resultados estes pouco semelhantes aos verificados no teste de germinação. Este comportamento é comum, visto que trata-se de um teste de vigor, porém, o ideal é que estes sejam mais próximos dos valores do teste de germinação. De acordo com Marcos Filho (2005), o teste de vigor como a primeira contagem apresenta maior correlação com os resultados de campo, sendo, portanto mais realista. Já para Valentini e Pina-Rodrigues (1995), esse teste apresenta eficiência reduzida quanto à detecção de pequenas diferenças de vigor.

Para quase todos os tratamentos, exceto as cultivares da safra de 2013: Provider, Stringless Green e Contender; e da safra de 2014: Blue Lake 274, Commodore Improved, Contender e Improved Golden Wash; a porcentagem de germinação encontrada nos demais tratamentos igualou e superou o padrão para sementes de feijão-vagem, estabelecido pela legislação, de 80% (BRASIL, 2009). Significando que a maioria das sementes produzidas nas duas safras atendem ao padrão mínimo exigido para a comercialização.

O teste de envelhecimento acelerado é considerado pela International Seed Testing Association (1981), Association of Official Seed Analysts (1983) e Carvalho (1986), como um dos mais importantes na avaliação da qualidade fisiológica de sementes. A utilidade deste teste em detectar diferenças na qualidade de sementes, foi observada por Kulik e Yaklich (1982) e Caliari e Marcos-Filho (1990).

Alguns autores constataram maior eficiência do teste de envelhecimento acelerado com o uso de soluções saturadas de sal na classificação dos lotes; entre eles, Panobianco e Marcos-Filho (1998), com sementes de pimentão; Rodo et al. (2000), com cenoura, Bennett et al. (2001), com milho doce e Torres e Marcos-Filho (2003), com melão.

A avaliação do vigor da semente, segundo Krzyzanowski et al., (1999) tem como finalidade complementar o teste padrão de germinação na detecção de diferenças

significativas na qualidade fisiológica, distinguindo e classificando os lotes de acordo com o seu potencial germinativo.

Carvalho e Nakagawa (2000) ressaltam a importância do uso de mais de um teste para determinar o vigor dos lotes de sementes devido à influência dos métodos adotados e uso de situações específicas de estresse para estimar o comportamento relativo dos lotes em campo.

Diversos autores têm considerado também o teste de condutividade elétrica como adequado para a separação eficiente de lotes de sementes com diferentes níveis de vigor (KULICK e YAKLICH, 1982; MARCOS-FILHO et al., 1990; BARROS e MARCOS-FILHO, 1997).

De forma geral, mediante os resultados obtidos no teste de germinação, as sementes da safra de 2013 que estavam armazenadas por 16 meses em embalagens plásticas, na maioria dos genótipos, não promoveram decréscimo da qualidade de sementes. Mesmo tendo resultados com menor vigor pelo teste de condutividade elétrica, as sementes da safra de 2013 se sobressaíram quanto à germinação. Visto que, os menores percentuais de germinação dos genótipos de 2014, podem ser atribuídos ao fato da colheita ter sido postergada por até três dias, tendo como consequência a ocorrência de chuva no material já pronto para ser retirado do campo.

6 CONCLUSÕES

Através do teste de germinação foi possível confirmar que a maioria das sementes armazenadas por diferentes períodos atenderam ao padrão mínimo exigido para a comercialização, que é de 80%.

Quanto ao teste de envelhecimento acelerado, independente do período de armazenamento, mais da metade dos genótipos apresentaram sementes com boa germinação. Já para o teste de condutividade elétrica, as sementes produzidas na safra de 2014 e armazenadas por 4 meses se sobressaíram, mostrando estarem mais vigorosas que as armazenadas por 16 meses.

Pode-se afirmar que as condições de armazenamento das sementes em embalagens plásticas usadas no laboratório de sementes da UEG – Câmpus Ipameri se torna uma boa alternativa sustentável de conservação, não interferindo drasticamente na qualidade de sementes de feijão-vagem.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. Seed vigor testing handbook. **AOSA**, p. 93, 1983.

BARROS, A.S.R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.288-294, 1997.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, p. 398, 2009.

CARVALHO, N.M. Vigor de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord.). Atualização em produção de sementes. Campinas: **Fundação Cargill**, p.207-223, 1986.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). **Handbook of vigour test methods**. Zurich, Switzerland, p. 72, 1981.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, v.25, n.1, p.123-131, 1997.

KARRFALT, R. P. Seed testing. In: BONNER, F. T.; KARRFALT, R. P. (Ed.). The woody plant seed manual. Agriculture Handbook 727. Washington, DC, U.S.: Department of Agriculture, **Forest Service**, p. 97-115, 2008.

KULIK, M.M.; YAKLICH, R.W. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination tests to field performance. **Crop Science**, Madison, v.22, n.4, p.766-770, 1982.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, p. 495, 2005.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVEMBRE, A.D.C.L.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.

VALENTINI, S.R.T.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Aplicação do teste de vigor em sementes. **IF Série Registros**, São Paulo, n.14, p.75-84, 1995.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. 1999. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.s). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **Abrates**, p.4. :1- 4.26. 1999.

NASCIMENTO, W.M, **Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças**, Brasília, Embrapa Hortaliças, p. 12, 2004.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. Seed science and technology. 3.ed. New York: **Chapman & Hall**, p. 409, 1995.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, p.588, 2000.

TEKRONY, D. M. Accelerated ageing test. In: HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. Handbook of vigor test methods. Zürich: **International Seed Testing Association**, p.35-50, 1995.

CALIARI, M.F.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.12, n.3, p.52-75, 1990.

RODO, A. B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 289-292, 2000.

TORRES, S.B.; MARCOS FILHO, J. Accelerated aging of melon seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, p.77-82, 2003.

BENNETT, M.A.; EVANS, A.F.; GRASSBAUGH, E.M. Saturated salt accelerated aging (SSAA) test for assessing and comparing sh2 and sweet corn seed lots. In: CONGRESS OF ISTA, 26., 2001. Angers, Abstracts appendix. Angers: **ISTA**, p.11, 2001.

KRYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **Abrates**, p. 218, 1999.

CONCLUSÕES GERAIS

As cultivares apresentaram ampla diversidade, tanto pelos dados quantitativos quanto qualitativos, portanto tais resultados obtidos servirão para orientar possíveis cruzamentos que possibilitarão a seleção de novas cultivares arbustivas de feijão-vagem.

Quanto ao armazenamento, pode-se concluir que tanto as condições como as embalagens (garrafas pets) utilizadas no trabalho não interferiram drasticamente na qualidade fisiológica das sementes, mesmo para aquelas armazenadas por um maior período de tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, M. L. L.; OLIVEIRA, L. M. Raios X na avaliação da qualidade de sementes, **Informativo Abrates**, Brasília, DF, v.16, n. 1/2, p. 93-99, 2006.
- CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical. **Report**. Cáli, Colômbia. p. 132, 1993.
- COSTA, J. G. C. DA, RAVA, C. A. Linhagens de feijoeiro comum com fenótipos agronômicos favoráveis e resistência ao crestamento bacteriano comum e antracnose. **Ciênc. agrotec.** 27(5): 1176-1182, 2003.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV. p. 402, 2003.
- FRANCELINO, F.M.A., GRAVINA, G. DE A., MANHÃES, C.M.C., CARDOSO, P.M.R., ARAÚJO, L.C. DE Avaliação de linhagens de feijão-de-vagem para as regiões Norte e Noroeste Fluminense. **Revista Ciência Agronômica**. 2011.
- MOREIRA, R.M.P., FERREIRA, J.M., TAKAHASHI, L.S.A., VANCONCELOS, M.E.C., GEUS, L.C., BOTTI, L. **Potencial agronômico e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado**. 2009.
- PEIXOTO N. **Interação genótipos x ambiente e divergência genética em feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.)**. UNESP, Jaboticabal-SP. (Tese doutorado). p. 67, 2001.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, **Agiplan**, 2.ed., p.289, 1985.
- SILBERNAGEL, M. J. Snap breeding. In: BASSET, M. J. (Ed.) **Breeding vegetable crops**. Avi Publishing, p. 243-282, 1986.
- SILVA, P. S. L.; OLVEIRA, C. N. Rendimento de feijão verde e maduro de cultivares de caupi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, 1993.
- VIEIRA, C. Perspectiva da cultura do feijão e de outras leguminosas de grãos no país e no mundo. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: **Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato**. p.02-19, 1988.
- VIGGIANO, J. **Produção de sementes de feijão-vagem**. In: CASTELLANE, P.D.; NICOLSI, W.M. & HASEGAWA, M. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, p.127-140, 1990.
- VILHORDO, B.W.; MIKUSINSKI, O.M.F.; BURIN, M.E.; GANDOLF, V.H. Morfologia. IN: ARAÚJO,R.S., RAVA, C.A.,STONE, L.F., ZIMMERMANN, M.J.O (eds). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. **Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato**, Piracicaba. p. 669-700, 1996.