

**CRUZAMENTOS DIALÉLICOS PARA CARACTERES
AGRONÔMICOS NA CULTURA DE FEIJÃO-DE-VAGEM**

ANDRÉA BARROS SILVA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL – 2013**

**CRUZAMENTOS DIALÉLICOS PARA CARACTERES
AGRONÔMICOS NA CULTURA DE FEIJÃO-DE-VAGEM**

ANDRÉA BARROS SILVA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

Orientador: Prof. Geraldo de Amaral Gravina

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ
ABRIL – 2013

CRUZAMENTOS DIALÉLICOS PARA CARACTERES AGRONÔMICOS NA CULTURA DE FEIJÃO-DE-VAGEM

ANDRÉA BARROS SILVA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

Aprovada em 05 de abril de 2013

Comissão Examinadora:

Prof^a. Taís Cristina Bastos Soares (D.Sc. Bioquímica Agrícola) - UFES

Prof. Fábio Cunha Coelho (D. Sc. Fitotecnia) - UENF

Prof. Rogério Figueiredo Daher (D.Sc.Produção Vegetal) - UENF

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia) - UENF
(Orientador)

*“Bem aventurado o homem que acha a sabedoria, e o
homem que adquire o conhecimento.” Pv 3: 13*

DEDICATÓRIA

Ao Deus do impossível

À minha família,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre esteve comigo e não me deixou frustrar nos momentos difíceis durante todo o curso de mestrado. A ele toda honra, glória e louvor!

Agradeço aos meus pais José Ribamar e Maria Alzira que sempre me deram força e apoio, estimulando a continuar, pelo exemplo de vida e educação. Agradeço aos meus irmãos Anderson e Evanderson pela companhia e paciência durante todos os momentos da construção desse trabalho.

Agradeço a toda minha família que de maneira direta ou indireta me ajudaram durante todo esse curso e a conclusão deste.

Agradeço ao meu orientador, Geraldo de Amaral Gravina que me ajudou e foi fundamental nesse trabalho, pela disposição e eficiência.

Agradeço aos membros da banca: Taís Soares, Rogério Daher e Fábio Cunha pela disponibilidade e interesse em contribuir com o trabalho.

Agradeço a toda família CAUPI, pelos ensinamentos, principalmente ao Dr. Freire, que me ensinou a ter prazer pela pesquisa e rigor nos resultados. Além das experiências vividas, conselhos e incentivos.

Agradeço a IBM e ao Pequeno Grupo “Meninas de Deus”, que sempre oraram e torceram por esta vitória. Em especial Larisse Lima, Nathália Gonçalves, Sammila Barros, Fernanda Monteiro, Amanda Santos, Gabriela Leão, amo cada uma de vocês!

Agradeço às minhas amigas fiéis Hildilane Sousa e Patrícia Setubal, pela amizade, pelos conselhos sábios, pelos estudos bíblicos, que Deus as abençoe sempre!

Agradeço aos meus amigos de graduação, que mesmo com a distância não perdemos o contato, em especial Joseane Inácio, Hortência Kardec, Mara Kallyne, Jhonatas Furtado, Polyana Souza e Isabela Barbosa!

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e ao Programa de Genética e Melhoramento de Plantas pela oportunidade de realizar o curso de mestrado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

Ao técnico Antônio Carlos que muito ajudou na condução do experimento em casa de vegetação;

À família que escolhi em Campos dos Goytacazes, que Deus colocou em minha vida: Claudia Lougon, Cintia Machado, Geovana Entringer, Bianca Machado e Gerbeli Salgado, obrigada pela força!

Aos meus amigos do Piauí que estão aqui, nessa mesma jornada Gislanne Brito, Claudia Roberta, Lígia Renata, Verônica Brito, Raimundo Nonato, Artur Medeiros, Fábio Barros e logo logo Carlos MIsael e Erina Vitória.

Ao meu namorado Fernando Gomes, pelo apoio e por sempre me compreender nos momentos de nervosismo, ansiedade e por acreditar no meu potencial.

A todos que acreditaram que esta realização seria possível.

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| RESUMO..... | VIII |
| ABSTRACT..... | X |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. OBJETIVOS..... | 5 |
| 2.1 Objetivos Gerais..... | 5 |
| 2.2 Objetivos Específicos..... | 5 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 6 |
| 3.1 Origem e Classificação Botânica | 6 |
| 3.2 Melhoramento de feijão-de-vagem..... | 8 |
| 3.3 Características Nutricionais..... | 10 |
| 3.4 Análise Dialélica..... | 11 |
| 3.5 Single Seed Descent (SSD)..... | 12 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 14 |
| 4.1 Material Genético..... | 14 |
| 4.2 Local e Condução do Experimento..... | 15 |
| 4.3 Delineamento Experimental..... | 15 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.4 | Caracteres avaliados durante o Ciclo da Cultura..... | 16 |
| 4.5 | Caracteres Avaliados após a Colheita..... | 17 |
| 4.6 | Análise Genético-Estatísticos..... | 17 |
| 4.6.1 | Análise de Variância..... | 17 |
| 4.6.2 | Teste de comparação de médias Duncan..... | 18 |
| 4.6.3 | Análise Dialélica..... | 18 |
| 5. | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 19 |
| 6. | CONCLUSÕES | 32 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 33 |

RESUMO

SILVA, Andréa Barros; Ms.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Abril, 2013; CRUZAMENTOS DIALÉLICOS PARA CARACTERES AGRONÔMICOS NA CULTURA DE FEIJÃO-DE-VAGEM. Orientador: Geraldo de Amaral Gravina; Conselheiros: Rogério Figueiredo Daher e Antônio Teixeira Amaral Júnior.

O feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma hortaliça rica em fibras, com apreciável quantidade de vitaminas B1 e B2, além de possuir fósforo, potássio, cálcio, ferro e vitaminas A e C, diferindo do feijão comum por apresentar baixo teor de fibra nas vagens e polpa mais espessa. A busca por materiais genéticos com características desejáveis à produção é de elevada importância para o aumento do cultivo e da produção, tal conquista poderia favorecer os produtores do Rio de Janeiro. O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, doze genótipos de feijão-de-vagem, a fim de selecionar os melhores genitores capazes de gerar populações produtivas para avançar gerações através do método SSD (Single Seed Descent) e dar sequência ao programa de melhoramento de feijão-de-vagem da Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF). Em condições de casa-de-vegetação foram realizados os cruzamentos dialélicos obtendo-se as sementes F1 e, em seguida, a geração F2 foi avaliada no delineamento inteiramente casualizado com duas repetições, totalizando 48 tratamentos. As características peso, comprimento, largura e espessura de

vagem, número e peso de sementes foram avaliadas. Utilizou-se um dialelo de meia tabela, sendo que os efeitos dos genótipos foram decompostos nas capacidades geral e específica de combinação por meio do método de Griffing. Os genótipos parentais Top Seed Blue Line, UENF 1445, UENF 7-20-1 e UENF 7-10-1 revelaram-se os mais indicados para melhorar as características relacionadas à produção. As combinações híbridas L3 (Top Seed Blue Line) x L18 (UENF 9-24-2) e L12 (UENF 7-14-1) x L1 (UENF 1445) apresentaram as melhores estimativas de CEC para os caracteres avaliados, indicando grande probabilidade de obter genótipos superiores e avançar gerações a partir do SSD. A eficiência da seleção nos caracteres estudados tem suporte na ação gênica de aditividade e proporciona progressos específicos no melhoramento da cultura de feijão-de-vagem.

ABSTRACT

SILVA, Andréa Barros; Ms.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; April, 2013; DIALLELIC CROSSES FOR AGRONOMIC CHARACTERS IN CULTURE THE JACK BEAN-PODS. Advisor: Geraldo de Amaral Gravina; Consuelors: Rogério Figueiredo Daher e Antônio Teixeira do Amaral.

The jack bean-pods (*Phaseolus vulgaris L.*) is a vegetable rich in fiber, with appreciable amounts of vitamins B1 and B2, also has phosphorus, potassium, calcium, iron and vitamins A and C, differing from common bean for presenting low fiber content in the pods and thicker pulp. The search for genetic material with desirable characteristics related to production is of great significance for the increase of cultivation and production, this conquest could to favor the producers in Rio de Janeiro. The objective of this study was to evaluate, through diallelic crosses twelve genotypes of jack bean-pod in order to select the best genitors able to generate productive populations to advance generations through the SSD method (Single Seed Descent) and to give sequence the program improvement of jack bean-pod in the Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF). In conditions at greenhouse were performed diallelic crosses, obtaining F1 seeds and, then, the F2 generation it was evaluated in the delineation in completely randomized design with two replications, totaling 48 treatments. The characteristics weight, length, width and thickness of pod, number and weight of seeds were evaluated. It was used a diallel half table, that the effects of genotypes

were decomposed in general and specific combining ability by the method of Griffing. The parental genotypes Top Seed Blue Line, UENF 1445, UENF 7-20-1 and 7-10-1 UENF proved the most appropriate to improve the characteristics related to production. The hybrid combinations L3 (Top Seed Blue Line) x L18 (UENF 9-24-2) and L12 (UENF 7-14-1) x L1 (UENF 1445) showed the best estimates of CEC for the characters evaluated, indicating high probability of developing superior genotypes and to advance generations from the SSD. The efficiency of selection on studied characters has support in gene action of additivity and gives specific progress in improving the culture of jack bean-pod.

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) foi introduzido no Brasil, possivelmente, por duas rotas distintas: pela América Central - grãos pequenos - e pelos Andes - grãos grandes (McClellan et al., 1993). É uma espécie que revela multiplicação, predominantemente, por autofecundação e baixa porcentagem de fecundação cruzada (1 a 3%) pode ser verificada, propiciando o surgimento de muitas variantes com o passar dos anos. Além disso, o feijão é cultivado numa grande diversidade de ambientes, o que contribui para a ocorrência de variabilidade.

Como consequência, a biodiversidade obtida adquire uma importância incalculável para a humanidade. Nesse sentido, é importante a avaliação do potencial de uso agrícola e nutricional das cultivares crioulas de feijão – fonte de variabilidade obtida pela seleção natural ou humana. Isso porque as cultivares crioulas - conhecidas como “land varieties” – constituem a base da sustentabilidade da agricultura familiar na Região Sul do país. O reconhecimento desse potencial tem sido explorado na composição de populações de base genética ampla, destinadas à seleção de linhas promissoras sob ambientes diversos (Antunes et al., 1991).

A produtividade do feijão-de-vagem é muito variável, sabendo-se que as cultivares de crescimento indeterminado são mais produtivas, em relação às cultivares rasteiras. No Brasil, a produtividade média gira em torno 12 a 18 t/ha⁻¹ de vagens verdes, com o tipo “manteiga” de crescimento indeterminado (p. ex.: cultivar Teresópolis) podendo chegar a 28 t/ha⁻¹ (Filgueira, 2000).

No ano de 2009 foram comercializadas 7.637,43 toneladas de vagem na CEASA do Rio de Janeiro, sendo que 1.030,16 toneladas foram do tipo Macarrão e 6.607,28 toneladas do tipo Manteiga. Porém, para complementar a demanda, o Estado do Rio de Janeiro importa o produto de estados vizinhos, como Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo (Ceasa, 2010).

As cultivares de hábito de crescimento indeterminado exigem, para maior produção, o tutoramento das hastes, que podem atingir 2,5m de comprimento (Abreu et al., 2000). Isto contribui para onerar a produção, por se tratar de uma prática cultural que exige maior disponibilidade de mão de obra (Peixoto et al., 1997; Filgueira, 2000; Pinto et al., 2001b).

No Brasil, as principais cultivares de feijão-de-vagem recomendadas são os de crescimento indeterminado que atingem maiores produtividades, necessitam de cuidados mais intensos em relação à condução da cultura, possuem grande exigência em mão de obra, já que necessitam de tutoramento e por ter ciclo maior são mais sujeitas a ataques de pragas e doenças, aumentando assim os custos de produção (Brandão, 2001).

O período de colheita inicia-se entre 50 e 70 dias a contar da semeadura e são numerosas e freqüentes (até três vezes por semana), prolongando-se por cerca de 30 dias, dependendo do estado nutricional e fitossanitário das plantas. Já para as cultivares de crescimento determinado, a colheita inicia-se com 45 a 55 dias após semeadura, estendendo-se por duas a três semanas. Aos 60 - 65 dias pós-plantio, pode-se efetuar uma única colheita, com subsequente arranquio das plantas. O ponto ideal de colheita é quando as vagens atingem máximo desenvolvimento, antes de se tornarem fibrosas. Na colheita, as vagens devem estar ainda tenras, com as extremidades podendo ser vergadas e quebradas sem esforço.

O feijão-de-vagem é uma hortaliça de importância mundial (Abreu et al., 2000) e bastante difundida em algumas regiões brasileiras (Coelho et al., 1974). Difere do feijão produzido para consumo de grãos secos por apresentar baixo teor de fibra nas vagens e polpa mais espessa (Filgueira, 2000; Pinto et al., 2001b). A planta apresenta caule volúvel, folhas trifolioladas, raízes superficiais, flores brancas ou róseas, dependendo da cultivar, e vagens alongadas (Filgueira, 2000). Apresenta ampla variabilidade no que diz respeito ao porte da planta,

característica de primordial importância por sua relação com o sistema de condução da cultura.

Entre as leguminosas cultivadas no Estado do Rio de Janeiro, o feijão-de-vagem tem se mostrado bastante promissor. O Estado é considerado um dos maiores centros nacionais de produção e comercialização dessa olerícola. Segundo dados da CEASA – Rio, no ano de 2000 a produção fluminense chegou a 10.246 toneladas, sendo que os municípios que mais contribuíram foram Sumidouro, com 2.852 t de vagem “Manteiga”, e São João da Barra, com 557 t de vagem “Macarrão”. O Mercado do Produtor de Paty do Alferes comercializa 254 t, que corresponde a 3% do produto comercializado em todo o Estado. Apesar dessa elevada produção, o Rio de Janeiro ainda teve que importar 0,6% de feijão-de-vagem, em função da alta demanda existente.

O cultivo de feijão-de-vagem no Rio de Janeiro é tradicional, no que se refere à utilização de cultivares trepadoras. As cultivares rasteiras foram introduzidas mais recentemente, sendo escassos os trabalhos destinados a recomendações de cultivares para as diversas regiões produtoras do interior fluminense, principalmente no que tange ao seu desempenho sob manejo orgânico.

Devido à importância da cultura no contexto da agricultura fluminense, a busca por materiais genéticos com características desejáveis à produção é de elevada importância. A alta produtividade pode ser obtida pelo uso de técnicas de cultivo mais aprimoradas ou pela utilização de cultivares geneticamente superiores, que se entende ser o mais promissor. Sendo de grande importância a utilização de programas de melhoramento para descoberta destas cultivares.

Em programas de melhoramento genético deve ser priorizada a identificação de linhagens de feijão de alto potencial de rendimento de grãos e, depois, realizar a seleção da linhagem pelo teor de fibra (Londero et al., 2006).

O feijão, por ser uma espécie com ciclo anual e desenvolvimento precoce, é mais sensível às variações ambientais (Rosse e Vencovsky, 2000). Assim, alterações nas condições climáticas podem provocar mudanças acentuadas na produtividade; por esse motivo, a identificação de cultivares com adaptação ampla é desejável (Ramalho et al., 1993), e inúmeros trabalhos de avaliação de

adaptação e de estabilidade foram realizados considerando-se unicamente o rendimento de grãos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Obter populações produtivas em feijão-de-vagem, por meio de cruzamentos dialélicos parciais.

2.2 Objetivos Específicos

- I.** Estimar a capacidade geral de combinação de 12 genótipos (3 variedades e 9 linhagens) e a capacidade específica de combinação de 36 híbridos F_1 de feijão-de-vagem de porte indeterminado;
- II.** Avaliar o desempenho de híbridos F_1 ;
- III.** Escolher as melhores combinações híbridas para dar seqüência ao método Descendência por uma única vagem.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origem e classificação botânica

O feijão-de-vagem assim como o feijão comum é uma espécie predominantemente autógama, domesticada há mais de 7 mil anos em dois centros de origem: a Mesoamérica (México e América Central) e a Região Andina (Kaplan, 1981). A espécie (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta anual diploide ($2n = 2x = 22$), originária das Américas, considerado como espécie não cêntrica, com centros de domesticação independentes (Harlan, 1971; 1975).

Existem dois centros primários de origem para o gênero *Phaseolus*, sendo o primeiro mais importante, aquele localizado na América Central, nos altiplanos do México e da Guatemala, e o segundo na Ásia Tropical. A espécie *Phaseolus vulgaris* L. é originária do primeiro centro, onde era cultivada pelos indígenas pré-colombianos desde o Canadá até o Chile e a Argentina, sendo que a domesticação ocorreu há mais de 7.000 anos (Athánázio, 1993).

Segundo De Oca (1987), o feijão-de-vagem teve sua origem na Europa, resultando de mutações genéticas do feijão comum introduzido da América. Sua evolução e o seu melhoramento ocorreram na França e nos Países Baixos, entre outros. As primeiras cultivares apropriadas para colheita de vagens verdes foram obtidas em princípios do século XIX, por meio de cruzamentos entre feijões cultivados na Europa e material genético procedente da América Central. Posteriormente, essas cultivares foram introduzidas na América do Norte, onde

cruzamentos subsequentes foram realizados com feijões da região, obtendo-se novas cultivares de maior potencial produtivo (Carvalho, 1992).

Os centros de diversidade das espécies de *Phaseolus*, especificamente em relação ao feijão comum, estão organizados em *pools* gênicos: primário, secundário, terciário e quaternário (Debouck, 1999). O *pool* primário compreende populações cultivadas e silvestres, sendo as últimas os ancestrais mais próximos do feijão e distribuem-se desde o norte do México até o noroeste da Argentina (Gepts e Bliss, 1986; Toro et al., 1990). Híbridos entre os feijões cultivados e silvestres deste *pool* são férteis e não há barreiras de cruzamento entre eles. O *pool* secundário compreende as espécies *P. coccineus* L., *P. costaricensis* e *P. polyanthus*; o terciário é constituído por *P. acutifolius* L. e *P. parvifolius*, já espécies como *P. filiformis* e *P. angustissimus* podem ser consideradas do *pool* quaternário (Singh, 2001).

O feijão-de-vagem, bem como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) pertence à família Fabaceae que compreende aproximadamente 650 gêneros e 18 mil espécies, distribuídas nas subfamílias Caesalpinoideae, Faboideae e Mimosoideae (Polhill et al., 1981).

Cronquist (1988) classifica-o como pertencente à subclasse Rosidae, ordem Fabales e família Fabaceae. Suas espécies, especialmente o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), são amplamente distribuídas no mundo todo e, além de cultivadas nos trópicos também se desenvolvem em zonas temperadas dos hemisférios Norte e Sul. O número exato de exemplares de *Phaseolus* ainda é desconhecido.

Revisões do gênero indicam que o número de espécies pode variar de 31 a 52, todas originárias do Continente Americano, sendo que somente cinco são cultivadas: *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius* A. Gray e *P. polyanthus* Greeman (Debouck, 1991, 1999). A subfamília Papilionoideae compreende, aproximadamente, 600 espécies que ocupam regiões de savana e cerrado (Polhill 1981; Cuco et al., 2003) sendo a maior entre as leguminosas. Apresenta folhas trifolioladas, flores zigomorfas, pentâmeras, diclamídeas, hermafroditas, gamossépalas, dialipétalas, estames livres em número de dez ou

nove soldados e um livre. Os frutos em geral são do tipo legume deiscente e raramente indeiscente.

Os caracteres morfológicos do feijão-de-vagem podem ser classificados em constantes e variáveis. Os constantes determinam a taxonomia da espécie ou da cultivar, enquanto que as variáveis são resultantes da ação do ambiente sobre o genótipo. Enquadram-se neste tipo os componentes de produção, adaptação e muitos aspectos de qualidade (Allard, 1960; Granval de Millan, 1990).

A descrição morfológica e comparativa de espécies ou populações faz-se necessária, principalmente quando nos referimos aos caracteres botânicos de alta herdabilidade, que são facilmente visíveis (Silva & Costa, 2003).

As estruturas morfológicas de um embrião maduro, assim como a posição que ocupam na semente diferem entre os grupos de plantas e podem ser utilizados com segurança para a identificação de famílias, gêneros e até espécies (Toledo e Marcos Filho, 1977).

3.2 Melhoramento de feijão-de-vagem

Instituições brasileiras têm desenvolvido, ao longo dos anos, trabalhos com feijão-de-vagem. Entretanto, a cultura necessita de maior pesquisa, principalmente para incrementar características como produção e qualidade de frutos. No Brasil, o principal veículo de liberação de novas cultivares de feijão-de-vagem são as empresas privadas de produção de sementes, sendo que muitas destas cultivares são importadas (Rodrigues, 1997).

Pesquisas visando o melhoramento da espécie *P. vulgaris*, tanto com interesse em vagem imatura como em grãos, são de elevada importância. Na escolha dos genitores, para ambos os objetivos, visando hibridação e formação de populações segregantes, deve-se considerar características como qualidade para consumo e/ou industrialização e adaptação das linhagens para cultivo na região de abrangência do programa de melhoramento (Zimmermann et al., 1996).

A cultura do feijão-de-vagem no Brasil visa, basicamente, a produção de vagens frescas para consumo. Pequenas quantidades se destinam à industrialização para conserva e exportação de vagens frescas ou refrigeradas

(Alves, 1999). As sementes atualmente utilizadas são produzidas no Brasil, com importação inexpressiva (Viggiano, 1990).

Dentro das áreas cultivadas em cada estado brasileiro, as principais cultivares utilizadas são de crescimento indeterminado, com vagens de formato cilíndrico ou chato. No entanto, nos últimos anos têm sido lançadas, no país, cultivares de crescimento determinado. Já no que se refere à produtividade da cultura de porte indeterminado, apresentam uma média de produção de, aproximadamente, 25 a 30 t/ha, enquanto as de crescimento determinado atingem a metade dessa produção (Tessaroli Neto e Groppo, 1992; Filgueira, 2000).

O plantio da cultura de feijão-vagem no Brasil é conduzido, predominantemente, por produtores familiares, utilizando-se pequeno número de cultivares de crescimento indeterminado no sistema tutorado (Peixoto *et al.*, 1993). No entanto, a cultura de cultivares de crescimento determinado permite a mecanização após a semeadura, o que resulta no uso menos intensivo de mão-de-obra, diminuindo os custos de produção (Peixoto *et al.*, 1997).

O desenvolvimento do feijão-vagem é favorecido quando a temperatura ambiente varia entre 18 e 30° C. (Blanco *et al.*, 1997), podendo adaptar-se bem a climas frescos ou quentes com temperaturas variando entre 18 e 50°C (Nadal *et al.*, 1986). Deste modo, as características climáticas de Campos dos Goytacazes são satisfatórias para sua expansão.

Existem no mercado brasileiro cultivares de boa aceitação comercial. Entretanto, não há um programa nacional de avaliação e recomendação de cultivares que poderia resultar na utilização das mais adaptadas a cada ambiente específico. Estudos sobre novas opções são necessários, pois o produtor normalmente tem utilizado qualquer semente disponível no mercado. A indicação de cultivares apropriadas proporciona maior segurança aos produtores, inclusive facilitando a obtenção de crédito e aceitação do produto no mercado (Hamasaki *et al.*, 1998).

Para a escolha de um novo genótipo a ser plantado em determinado local, é sempre desejável que existam ensaios visando a seleção dos mais adaptados. Recomendam-se inicialmente, plantios em escala experimental e, somente após obtidos resultados animadores, deverão ser feitos plantios em maior escala, com

o novo genótipo. Este método é um requisito importante, para a indicação de novas cultivares de qualquer hortaliça, pois a resposta de cada genótipo depende do ambiente como um todo principalmente, do clima e do solo (Filgueira, 1982).

Para a empresa produtora de sementes interessam cultivares estáveis que possam ser cultivadas em diferentes ambientes, enquanto que para o produtor seria desejável a utilização de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas dessa região e a tecnologia específica de produção (Peixoto et al., 1993).

Têm sido escassos os trabalhos de melhoramento de feijão-vagem no Brasil e as cultivares disponíveis são utilizadas nas diversas regiões, sem levar em consideração as possíveis diferenças de desempenho em ambientes diversos.

3.3 Características nutricionais

O feijão-de-vagem é uma hortaliça de interesse mundial, sendo importante na nutrição humana como fonte de proteína. É considerado rico em fibras (Hervatin e Teixeira, 1999), que são necessárias para o perfeito funcionamento do aparelho digestivo. Sua exploração comercial visa o aproveitamento direto das vagens que são consumidas “in natura” ou industrializadas (Tessarioli Neto e Groppo, 1992).

O feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) está entre as principais hortaliças, sendo a terceira melhor opção como fonte de cálcio entre 39 plantas (frutos e vegetais) analisadas por Stevens (1994). Além disso, o cálcio presente nas vagens e nos grãos imaturos do feijão-vagem é prontamente absorvido pelo organismo humano (Grusak et al., 1996).

Uma boa cultivar desta hortaliça deve ser vigorosa e produtiva; apresentar razoável resistência a doenças e pragas; produzir vagens de cor verde-clara, com forma e dimensões que satisfaçam às exigências do mercado; possuir sabor agradável e ser desprovida, ao máximo, de fios ou fibras (Castellane; Vieira; Carvalho, 1988; Blanco; Croppo; Tessarioli Neto, 1997).

Recentemente, tem-se observado efeitos significativos da interação genótipo x ambiente em características tecnológicas e culinárias do feijoeiro (Scholz e Fonseca Júnior, 1999a,b). Acredita-se que as condições do grão, no momento da colheita (seca ou chuva), interferem na qualidade fisiológica dos

grãos com modificações nas características do tegumento (integridade), o que influencia na absorção de água e no tempo de cozimento (Carbonell et al., 2003).

3.4 Análise Dialética

A produção de sementes de feijão-de-vagem em si não depende de tecnologias complexas ou muito caras. Talvez o ponto crítico da cultura esteja no desenvolvimento de cultivares mais resistentes a fatores ambientais adversos, sem que isso altere o valor comercial.

Há vários problemas a serem resolvidos para aumentar a produtividade e a qualidade do feijão-de-vagem: falta de cultivares com boa adaptabilidade às condições ambientais, suscetibilidade das cultivares às doenças, necessidade de sementes com boa qualidade, etc. Um dos meios para se obter em significativos avanços neste sentido, envolvem investimentos no melhoramento genético desta cultura, utilizando-se de introdução de germoplasma, hibridação, métodos de melhoramento e uso de métodos de avaliação e seleção.

Na busca por cultivares superiores, a utilização da variabilidade genética nos cruzamentos de grupos geneticamente divergentes representa uma importante estratégia para obter ganhos de seleção. Contudo, é possível obter plantas que associem porte ereto, grãos de tamanho comercialmente aceitável e alta produtividade (Menezes Júnior et al., 2008).

Em programas de melhoramento para esses caracteres, é necessário identificar populações segregantes que possibilitem o sucesso da seleção. Na escolha dessas populações, existem métodos que auxiliam na decisão, como as metodologias de Jinks e Pooni (1976), estimativas dos parâmetros $m+a$ e d do modelo genético e uso de cruzamentos dialélicos que têm sido os mais empregados em várias espécies, inclusive no feijoeiro (Mendonça et al., 2002; Costa, 2006; Jung et al., 2007; Pereira et al., 2007).

Na seleção de linhagens e populações segregantes superiores, devem-se considerar vários caracteres conjuntamente. Entretanto, há dificuldade de encontrar genótipos com alelos favoráveis para todos os caracteres simultaneamente. A seleção simultânea de vários caracteres desejáveis é uma

alternativa que pode aumentar a probabilidade de sucesso em um programa de melhoramento.

Existem vários métodos, sendo que o proposto por Griffing (1956) é amplamente empregado. Esse método proporciona informações a respeito da capacidade geral de combinação dos genitores (CGC), que está relacionada com a concentração de genes predominante aditivos, e da capacidade específica de combinação (CEC) dos híbridos relacionada com a concentração de genes de efeito basicamente não aditivo (dominância e epistasia) (Castiglioni et al., 1999).

Análise dialélica propicia estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para hibridação e no entendimento da ação gênica envolvidos na determinação dos caracteres e da existência de heterose (Cruz et al., 2004), proporcionando assim grandes avanços para a seleção (Jaramillo et al., 2005).

A dificuldade do estudo de um número grande de genitores no sistema completo fez com que adaptações como os dialelos parciais, fossem desenvolvidas. Os dialelos parciais envolvem a avaliação dos genitores dispostos em dois grupos, pertencentes ou não a um conjunto comum, sendo as inferências feitas para cada grupo (Cruz et al., 2004).

3.5 *Single Seed Descent (SSD)*

Este método foi proposto por Brim (1966) e passou a ser mais conhecido por "Single Seed Descent" (SSD). Consiste basicamente em avançar, para as gerações seguintes, cada planta da geração F_2 , por meio de uma única semente até atingir certo grau de homozigose. Assim, de cada planta F_2 de um determinado cruzamento, colhe-se uma única semente, ao acaso, para o avanço de geração. Repete-se o processo com as gerações F_3 e F_4 . A partir da geração F_5 ou F_6 , em vez de se tornar uma semente por planta, colhem-se plantas individuais que serão semeadas em fileiras separadas e avaliadas para característica agronômicas desejáveis.

As progênies selecionadas (linhagens) são avaliadas posteriormente nos ensaios de produção. Em vez de colher uma semente por planta, avançam-se gerações pela colheita de uma ou mais vagens, somente nas plantas mais desejáveis de cada população. É um bom método, principalmente quando se

dispõe de casa de vegetação ou locais de “multiplicação de inverno” para avanço de geração. Na cultura de feijão-de-vagem é possível avançar de duas a três gerações por ano.

Outras vantagens deste método são: menor espaço por geração, menos dispêndio de esforço na colheita e a seleção para caracteres de alta herdabilidade (altura de planta, maturação, floração e resistência às doenças) pode ser praticada individualmente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material Genético

Foram utilizados 12 genótipos de feijão-de-vagem como parentais, sendo três variedades comerciais e nove linhagens oriundas do Programa de Melhoramento de feijão-de-vagem da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Tabela 1).

A escolha dos genótipos foi realizada partir de trinta e sete caracteres morfológicos e agronômicos, segundo Formulário de Descritores Morfológicos Mínimos de Feijão (*Phaseolus vulgaris*), recomendado pelo SNPC (Serviço Nacional de Proteção de Cultivares).

Tabela 1– Marcadores morfológicos utilizados para cada genótipo avaliado. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

| Linhagem | Florescimento | Genitor | Cor da flor | Cor da vagem na maturação |
|------------------------------|---------------|-----------|-------------|---------------------------|
| L1- Progenitor 19 (UENF1445) | 38 dias | Masculino | Branca | Amarela |
| L2 – Feltrin | 37 dias | Feminino | Branca | Amarela |
| L3 - Top Seed Blue Line | 40 dias | Feminino | Branca | Amarela |
| L4 - UENF 7-3-1 | 37 dias | Masculino | Rosa | Roxa |
| L6 - UENF 7-5-1 | 40 dias | Feminino | Rosa | Amarela |
| L7 - UENF 7-6-1 | 41 dias | Feminino | Branca | Amarela |
| L10 - UENF 7-10-1 | 40 dias | Feminino | Rosa | Roxa |
| L11 - UENF 7-12-1 | 40 dias | Masculino | Branca | Roxa |
| L12 - UENF 7-14-1 | 38 dias | Feminino | Rosa | Roxa |
| L13 - UENF 7-20-1 | 40 dias | Masculino | Branca | Amarela |
| L18 - UENF 9-24-2 | 39 dias | Masculino | Roxa | Amarela |
| L20 - UENF 14-3-3 | 35 dias | Masculino | Roxa | Roxa |

4.2 Local de condução do experimento

Os cruzamentos e a condução da geração F₁ foram realizados em casa de vegetação na UAP (Unidade de Apoio a Pesquisa), na Universidade Estadual Norte Fluminense, no Município Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

4.3 Delineamento experimental e condução do experimento

As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade para 5L em casa de vegetação, utilizando substrato orgânico “Basaplant”, que tem em sua composição casca de pinus, turfa, carvão, vermiculita, adubação inicial com NPK e micro nutrientes, granulometria adequado para uso em vasos e bandejas. Foram realizados três sementeiras escalonadas dos genitores nos dias 17/05/2011, 08/06/2011 e 22/06/2011, para garantir coincidência no florescimento e aumentar o período de realização de cruzamentos.

A sementeira foi realizada manualmente, utilizando três sementes por vaso, quando possível e o desbaste foi feito aos dez dias após a sementeira,

deixando duas plantas por vaso. Os vasos foram organizados em fileiras, e, nas extremidades de cada fileira foi posta uma estaca de cada lado ligados por arame liso zincado, a fim de auxiliar no tutoramento que foi feito com barbante.

Foi utilizada a técnica de hibridação por emasculação com estigma coberto, que consiste em emasculiar o botão floral do genitor feminino, com auxílio de uma pinça e logo polinizar, mantendo as alas para a proteção do botão. Feito o cruzamento, foi identificado com etiqueta de papel. Os cruzamentos foram realizados no período de 20/06/2011 a 28/07/2011, pela manhã (7 às 10h) e à tarde (17 às 18h).

Para verificar as possíveis contaminações (sementes oriundas de autofecundações), foram utilizados alguns marcadores morfológicos, isolados ou em associação (dependendo do cruzamento), como por exemplo, cor da flor e da semente. Foram feitas duas adubações no período da tarde, nos dias 22/06/2011 e 06/07/2011, utilizando 15g por vaso da mistura de 7,5g de cloreto de potássio e 7,5g de ureia.

A irrigação foi realizada manualmente, utilizando mangueiras e regadores. Capinas manuais foram realizadas a fim de controlar crescimento de ervas daninhas. Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com o recomendado para a cultura de feijão-de-vagem.

As sementes dos híbridos foram acondicionadas, separadas em sacos de papel e o material foi armazenado em câmara fria para conservação. A geração F_1 foi avaliada em delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições, resultando em 48 tratamentos, ou seja, 12 genótipos parentais e 36 combinações híbridas.

4.4 Caracteres avaliados durante o ciclo da cultura de feijão-de-vagem

- a) Data de floração - Contou-se o número de dias a partir da semeadura até o florescimento, observando quando pelo menos 50% das plantas tinham flores abertas;
- b) Cor de flor - Avaliado na floração, em flores recém abertas;
- c) Cor da vagem - Avaliado durante a maturação fisiológica.

4.5 Caracteres avaliados após colheita

- a) Peso de vagens por planta – Peso total em gramas (g) de vagens secas/planta, em balança de precisão;
- b) Peso de sementes por planta – Pesagem de sementes/planta, após debulha de vagens, em balança de precisão devidamente regulada;
- c) Número de sementes por planta – Contagem de sementes por planta;
- d) Comprimento de vagens – Aferição em centímetros (cm) de vagens secas, utilizando régua;
- e) Largura de vagens – Aferição em milímetros (mm) na posição central de vagens secas, utilizando paquímetro digital;
- f) Espessura de vagens – Aferição em milímetros (mm) de vagens secas, em condições de campo, utilizando paquímetro digital;

4.6 Análise genético-estatísticas

4.6.1 Análise de variância

As análises de variância relacionadas a todos os caracteres agrônômicos foram realizados com o auxílio do aplicativo computacional GENES (Cruz, 2006), de forma individual para cada caráter e considerando o efeito de tratamentos como fixo, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : é a observação feita na parcela para o tratamento i na repetição j ;

μ : representa uma constante inerente a todas as parcelas ;

t_i : representa o efeito do tratamento i ;

e_{ij} : é o erro experimental na parcela i, j .

4.6.2. Teste de comparação de médias Duncan

Utilizou-se o critério de agrupamento de Duncan, em nível de significância de 5% de probabilidade, para comparar as médias entre os genótipos, utilizando o programa GENES (Cruz, 2006).

4.6.3. Análise dialélica

O modelo estatístico considerado para a análise da capacidade de combinação, procedida com base na média das repetições, seguiu o modelo designado por Geraldi e Miranda Filho (1988) adaptado do método dois e modelo I de Griffing (1956), onde os genitores são incluídos na análise e o material experimental é considerado um conjunto fixo de linhagens.

É um método onde são analisados tanto os genótipos parentais como os híbridos resultantes dos cruzamentos entre eles, excluídos os recíprocos, compondo portanto, um dialelo de meia-tabela. Esse método foi escolhido porque, sendo o feijão-de-vagem uma espécie autógama, é de considerável interesse avaliar o desempenho dos híbridos, usando-se as linhagens genitoras como padrão. Segue o modelo abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + \frac{1}{2} (d_1 + d_2) + g_i + g_j + s_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = média do cruzamento envolvendo o i-ésimo genitor do grupo I e o j-ésimo genitor do grupo II;

μ = média geral do dialelo;

d_1, d_2 = contrastes envolvendo médias dos grupos I e II e a média geral;

g_i = efeito da capacidade geral de combinação do i-ésimo genitor do grupo I;

g_j = efeito da capacidade geral de combinação do j-ésimo genitor do grupo II;

s_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação;

ε_{ijk} = erro experimental médio.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variâncias, para cada uma das variáveis avaliadas no experimento, encontram-se na Tabela 2. Nela, estão apresentados os valores e as significâncias dos quadrados médios (QM) e os coeficientes de variação experimental, em percentual, com base nas médias dos tratamentos para as características avaliadas nos 12 genótipos de feijão-de-vagem, em Campos dos Goytacazes, RJ.

A análise de variância evidenciou diferenças significativas pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, no quadrado médio dos tratamentos, em quase todos os caracteres, exceto para peso de sementes e número de sementes. Para as características peso de vagem e espessura de vagem foi significativo a 5% de probabilidade, já para as características comprimento de vagem e largura de vagem foi altamente significativo a 1% de probabilidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Análise de variância para peso de vagem (PV), peso de sementes (PSEM), número de sementes (NSEM), comprimento de vagem (COMPV), largura de vagem (LARGV), espessura de vagem (ESPV) analisados em doze genótipos de feijão-de-vagem. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

| FV | QM | | | | | | |
|---------------|----|---------|----------------------|----------------------|--------|--------|-------|
| | GL | PV | PSEM | NSEM | COMPV | LARGV | ESPV |
| Tratamento | 47 | 316.35* | 141.64 ^{ns} | 541.40 ^{ns} | 8.20** | 6.01** | 0.84* |
| Resíduo | 48 | 178.24 | 117.57 | 423.95 | 0.94 | 0.75 | 0.46 |
| Fenótipo | | 158.17 | 70.82 | 270.70 | 4.10 | 3.00 | 0.42 |
| Genótipo | | 69.05 | 12.03 | 58.72 | 3.63 | 2.62 | 0.19 |
| Ambiente | | 89.12 | 58.78 | 211.97 | 0.47 | 0.37 | 0.23 |
| Herdabilidade | | 43.65 | 16.99 | 21.69 | 88.52 | 87.36 | 44.86 |
| C.V. | | 28.80 | 35.16 | 33.50 | 6.62 | 8.15 | 8.86 |
| Média | | 46.34 | 30.83 | 61.45 | 14.65 | 10.68 | 7.70 |

*; ** efeitos significativos a 5% e a 1% pelo teste F, respectivamente.

Os coeficientes de variação experimental estimados para cada análise de variância individual apresentaram valores de baixos a médios, que são um indicativo de precisão experimental, variando de 6,62% a 35,16%.

Os valores de CV aqui obtidos são semelhantes às médias de estimativas de coeficientes de variação relatados em outros experimentos com a cultura do feijão-de-vagem (Silva et al., 2004). Sabe-se que quanto menor o erro experimental mais confiável serão as decisões tomadas pelo melhorista quanto às escolhas das populações que irão dar continuidade ao programa de seleção.

Peso de vagem, peso de sementes e número de sementes são características de natureza quantitativa, ou seja, bastante influenciada pelo ambiente, o que explica os valores altos de variância fenotípica, variância ambiental e herdabilidade de média a baixa. Quanto para as características comprimento de vagem, largura de vagem e espessura de vagem que são pouco influenciadas pelo ambiente, observa-se na (Tabela 2) valores baixos de variância ambiental e herdabilidade alta.

As médias dos caracteres avaliados nos quarenta e oito tratamentos estão dispostas na Tabela 3, que os genótipos foram classificados por meio da aplicação do teste de comparações múltiplas de médias, Teste de Duncan.

Na tabela 3 são apresentadas as médias oriundas de duas repetições dos caracteres peso de vagem, peso de sementes, número de sementes, comprimento de vagem, largura de vagem e espessura de vagem. A utilização das médias facilita a verificação dos melhores genitores antecipadamente à análise dialélica, o que demonstra a variabilidade que há entre as linhagens estudadas, assegurando sucesso nos cruzamentos por serem contrastantes.

Para o caráter peso de vagem, a linhagem L7 (UENF 7-6-1), foi a que se destacou, pois obteve maior valor e diferiu estatisticamente das outras pelo teste de Duncan, com exceção do cruzamento L3 (Top Seed Blue Line) x L18 (UENF 9-24-2), que embora não tenha diferido da linhagem L7, obteve valor inferior e se igualou a todas as outras que tiveram a letra “b” para essa característica.

Para comprimento de vagem, as linhagens que diferiram estatisticamente foram: L1 (UENF 1445), L7 (UENF 7-6-1), L10 (UENF 7-10-1), L13 (UENF 7-20-1) e o cruzamento L10 (UENF 7-10-1) x L13 (UENF 7-20-1). Para largura de vagem, as linhagens que diferiram estatisticamente foram: L7 (UENF 7-6-1), L18 (UENF 9-24-2) e os cruzamentos L6 (UENF 7-5-1) x L18 (UENF 9-24-2), L7 (UENF 7-6-1) x L1 (UENF 1445) e L7 (UENF 7-6-1) x L18 (UENF 9-24-2) (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios de peso de vagem (PV), peso de sementes (PSEM), número de sementes (NSEM), comprimento de vagem (COMPV), largura de vagem (LARGV), espessura de vagem (ESPV) de 12 genitores e 36 híbridos resultantes do dialelo parcial. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

| Tratamento | PV | PSEM | NSEM | COMPV | LARGV | ESPV |
|------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|
| L1 | 39.80 b-e | 23.51 b-d | 45.00 c-d | 17.52 a-b | 11.20 d-l | 8.12 a-g |
| L2 | 48.73 b-e | 35.94 a-d | 75.00 a-d | 12.45 i-n | 7.87 p-q | 9.14 a-b |
| L3 | 35.70 b-e | 24.23 b-d | 50.00 b-d | 10.60 n | 7.75 p-q | 9.32 a |
| L4 | 44.53 b-e | 23.19 b-d | 45.00 c-d | 13.66 e-l | 9.86 i-p | 6.84 f-g |
| L6 | 62.59 b-c | 37.88 a-c | 55.00 b-d | 15.28 b-f | 12.43 b-f | 7.64 b-g |
| L7 | 92.62 a | 55.38 a | 110.00 a | 18.87 a | 14.92 a | 7.74 a-g |
| L10 | 49.89 b-e | 32.84 a-d | 60.00 a-d | 19.42 a | 10.55 f-o | 8.88 a-c |
| L11 | 44.74 b-e | 30.72 a-d | 65.00 a-d | 17.52 a-b | 12.14 b-h | 8.34 a-f |
| L12 | 35.06 b-e | 22.01 b-d | 42.50 c-d | 14.55 c-j | 12.32 b-g | 7.49 b-g |
| L13 | 60.71 b-c | 34.52 a-d | 70.00 a-d | 18.80 a | 11.57 b-j | 8.48 a-f |
| L18 | 36.94 b-e | 21.36 c-d | 47.50 c-d | 14.64 c-i | 13.41 a-c | 7.01 e-g |
| L20 | 44.50 b-e | 28.95 a-d | 60.00 a-d | 12.53 h-n | 11.92 b-i | 7.09 e-g |
| L2 x L1 | 33.92 c-e | 24.29 b-d | 50.00 b-d | 14.83 c-i | 10.13 h-o | 6.90 f-g |
| L2 x L4 | 26.07 d-e | 19.29 c-d | 40.00 c-d | 11.58 l-n | 7.83 p-q | 7.74 a-g |
| L2 x L11 | 44.54 b-e | 29.85 a-d | 60.00 a-d | 14.90 c-h | 9.25 k-q | 7.34 c-g |
| L2 x L13 | 57.06 b-d | 41.05 a-c | 85.00 a-c | 15.10 c-g | 9.99 i-o | 7.25 c-g |
| L2 x L18 | 41.06 b-e | 29.54 a-d | 50.00 b-d | 11.25 m-n | 9.19 l-q | 6.84 f-g |
| L2 x L20 | 41.88 b-e | 23.39 b-d | 47.50 c-d | 13.22 f-m | 8.60 o-q | 7.17 d-g |
| L3 x L1 | 55.51 b-d | 30.44 a-d | 65.00 a-d | 13.80 d-l | 11.06 d-l | 7.79 a-g |
| L3 x L4 | 53.92 b-d | 41.54 a-c | 80.00 a-c | 11.82 k-n | 7.18 q | 8.05 a-g |
| L3 x L11 | 38.87 b-e | 28.16 b-d | 60.00 a-d | 16.13 b-d | 8.67 n-q | 7.34 c-g |
| L3 x L13 | 61.97 b-c | 42.46 a-c | 85.00 a-c | 14.05 c-k | 10.76 e-n | 8.83 a-d |
| L3 x L18 | 67.45 a-b | 48.54 a-b | 100.00 a-b | 12.23 j-n | 11.58 b-j | 7.89 a-g |
| L3 x L20 | 43.29 b-e | 22.58 b-d | 50.00 b-d | 14.09 c-k | 10.20 g-o | 8.12 a-g |
| L6 x L1 | 52.34 b-d | 38.96 a-c | 80.00 a-c | 14.93 c-g | 10.87 e-m | 7.82 a-g |
| L6 x L11 | 51.56 b-d | 36.27 a-d | 75.00 a-d | 15.86 b-e | 12.36 b-f | 7.04 e-g |
| L6 x L13 | 52.92 b-d | 39.75 a-c | 80.00 a-c | 13.91 d-l | 9.64 j-p | 7.51 b-g |
| L6 x L18 | 17.73 e | 11.07 d | 25.00 d | 14.09 c-k | 13.52 a-b | 8.63 a-e |
| L6 x L20 | 37.67 b-e | 34.14 a-d | 70.00 a-d | 15.71 b-e | 11.88 b-i | 7.64 b-g |
| L7 x L1 | 44.35 b-e | 31.44 a-d | 60.00 a-d | 15.04 c-g | 10.56 f-o | 7.69 a-g |
| L7 x L4 | 35.12 b-e | 31.47 a-d | 65.00 a-d | 13.08 f-m | 13.51 a-b | 8.41 a-f |
| L7 x L11 | 34.88 b-e | 23.11 b-d | 50.00 b-d | 15.15 c-g | 12.14 b-h | 6.65 g |
| L7 x L13 | 43.07 b-e | 26.58 b-d | 55.00 b-d | 14.93 c-g | 10.45 f-o | 7.25 c-g |
| L7 x L18 | 35.16 b-e | 18.88 c-d | 40.00 c-d | 13.22 f-m | 13.14 a-d | 7.86 a-g |
| L7 x L20 | 35.57 b-e | 24.66 b-d | 50.00 b-d | 15.04 c-g | 11.36 c-k | 8.26 a-g |

Cont. Tabela 3

| Tratamento | PV | PSEM | NSEM | COMPV | LARGV | ESPV |
|------------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|--------------|
| L10 x L1 | 54.59 b-d | 29.08 a-d | 55.00 b-d | 15.43 b-f | 10.85 e-m | 7.45 c-g |
| L10 x L4 | 54.76 b-d | 35.75 a-d | 60.00 a-d | 16.12 b-d | 8.67 n-q | 7.41 c-g |
| L10 x L11 | 39.25 b-e | 33.03 a-d | 65.00 a-d | 16.35 b-c | 11.17 d-l | 7.55 b-g |
| L10 x L13 | 39.76 b-e | 24.40 b-d | 50.00 b-d | 19.57 a | 9.39 k-p | 8.25 a-g |
| L10 x L18 | 55.89 b-d | 38.71 abc | 80.00 a-c | 14.15 c-k | 12.40 b-f | 7.77 a-g |
| L10 x L20 | 44.26 b-e | 31.25 a-d | 60.00 a-d | 14.82 c-i | 11.03 d-l | 7.68 a-g |
| L12 x L1 | 56.24 b-d | 43.10 a-c | 85.00 a-c | 14.72 c-i | 8.86 m-q | 7.23 c-g |
| L12 x L4 | 34.34 c-e | 26.18 b-d | 55.00 b-d | 12.06 k-n | 9.21 l-q | 6.90 f-g |
| L12 x L11 | 50.96 b-d | 39.96 a-d | 70.00 a-d | 15.26 b-f | 9.46 j-p | 7.21 c-g |
| L12 x L13 | 26.90 d-e | 19.25 c-d | 40.00 c-d | 13.84 d-l | 10.19 g-o | 6.61g |
| L12 x L18 | 53.74 b-d | 33.42 a-d | 65.00 a-d | 14.63 c-i | 9.11 l-q | 7.47 b-g |
| L12 x L20 | 61.95 b-c | 28.80 a-d | 52.50 b-d | 12.85 g-n | 10.14 h-o | 7.55 b-g |

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, à 5% de probabilidade.

Dentre os doze genótipos parentais, a linhagem 7 (UENF 7-6-1) diferiu significativamente dos demais para peso de vagem (PV), peso de sementes (PSEM), número de sementes (NSEM) e largura de vagem (LARGV).

Para o caráter peso de vagem (PV), alguns cruzamentos apresentaram peso de vagem elevado, onde nos quais os principais genitores foram L3 (Top Seed Blue Line), L10 (UENF 7-10-1) e L12 (UENF 7-14-1).

Para o caráter peso de sementes (PSEM), os genótipos parentais que apresentaram as melhores médias obtidas em híbridos foram L3 (Top Seed Blue Line) e L6 (UENF 7-5-1).

Miranda Filho e Geraldi (1984) propuseram um modelo para análise de cruzamentos dialélicos parciais entre grupos distintos de variedades, como adaptação da análise do dialelo completo de Gardner e Eberhart (1966). Uma adaptação do método 2 do modelo de Griffing (1956), em que se avaliam as médias das variedades e dos híbridos intergrupos, foi apresentada por Geraldi e Miranda Filho (1988).

Pode-se observar na Tabela 4 que o efeito de genótipos do grupo I, no qual foi utilizado como genitor feminino, foram significativos para todos os caracteres, enquanto para o grupo II, utilizado como genitor masculino, foi significativo somente para comprimento, largura e espessura de vagem. Isto indica que existe

variabilidade na expressão desses caracteres, o que remete a possibilidade de ganho de seleção.

Os efeitos das estimativas da capacidade geral de combinação que foram significativos para os caracteres comprimento da vagem, largura da vagem e espessura da vagem, indicam uma forte influência dos efeitos aditivos no controle dessas características, assim como a possibilidade de obtenção de linhagens promissoras.

Os efeitos das estimativas de capacidade específica de combinação também foram significativos para as mesmas características, indicando que também existe influência dos efeitos de dominância na expressão desses caracteres (Tabela 4).

Tabela 4 – Análise de variância para peso de vagem (PV), peso de sementes (PSEM), número de sementes (NSEM), comprimento de vagem (COMPV), largura de vagem (LARGV), espessura de vagem (ESPV) analisados em cruzamentos dialélicos envolvendo doze genótipos de feijão-de-vagem. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

| FV | GL | QM | | | | | |
|------------|----|---------|---------|----------|---------|---------|--------|
| | | PV | PSEM | NSEM | COMPV | LARGV | ESPV |
| Tratamento | 47 | 316.35* | 141.64 | 541.40 | 8.20** | 6.01** | 0.84* |
| Pais | 11 | 523.67* | 185.97 | 706.43 | 16.90** | 8.73** | 1.41** |
| Grupo I | 5 | 921.44* | 285.41* | 1192.08* | 24.17** | 15.87** | 1.38* |
| Grupo II | 5 | 135.67 | 53.11 | 242.08 | 12.60** | 2.72** | 1.10* |
| Grupo IxII | 1 | 474.81 | 353.12 | 600.00 | 2.04 | 3.02* | 3.10** |
| Pai x Cruz | 1 | 350.19 | 0.05 | 34.72 | 22.31** | 13.15** | 2.94** |
| Cruzamento | 35 | 250.23 | 131.75 | 504.00 | 5.06** | 4.95** | 0.60 |
| CGC G-I | 5 | 372.69 | 138.72 | 628.88 | 10.81* | 16.21** | 1.44* |
| CGC G-II | 5 | 81.67 | 44.15 | 204.72 | 12.95** | 3.83 | 0.69 |
| CEC IxII | 25 | 259.45 | 147.87 | 538.88 | 2.34** | 2.93** | 0.42 |
| Resíduo | 48 | 178.24 | 117.57 | 423.95 | 0.94 | 0.75 | 0.46 |

*,** indicam efeitos não-significativos, significativos a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. QM- estimativa do quadrado médio associada às respectivas fontes de variação (FV). CGC, CEC – capacidade geral de combinação e capacidade específica de combinação, respectivamente.

É importante destacar que trabalhos com análise dialélica em feijão-de-vagem são raros, havendo, dentre os poucos estudos, divergência quanto aos resultados obtidos. Rodrigues et al. (1998), por exemplo, na análise dos efeitos

gênicos atuantes em dialelo envolvendo cinco genitores de hábito determinado, detectaram que os efeitos de dominância foram preponderantes para altura de planta. Por sua vez, Leal et al. (1979), utilizaram a potencialidade do dialelo parcial em feijão-de-vagem, para investigar os efeitos gênicos sobre características de produção, pela comparação entre o desempenho de gerações F5 e F6, em relação a F₁ e F2, tendo concluído que a aditividade, e também a epistasia, foram predominantes, apesar de haver sido detectadas diferenças entre os genitores dependendo da característica e do ano avaliado.

Não obstante, Carvalho et al. (1999), no intuito de avaliar os efeitos gênicos atuantes em oito caracteres agrônômicos, utilizaram as cultivares Alessa, Andra, Cota e Cascade, como progenitores em esquema de cruzamento dialélico sem a inclusão de recíprocos. Constatou-se a ocorrência de significância em todas as características para capacidade específica de combinação, indicando o envolvimento de efeito epistático e, ou de dominância no controle gênico.

Cruz e Vencovsky (1989), comparando alguns métodos de análise dialélica, revelaram o fato de que nem sempre dois genitores de alta capacidade geral, quando cruzados, originam o melhor híbrido do dialelo.

Nos caracteres peso de vagem, peso de semente e número de sementes podem ser verificados, pelas estimativas dos efeitos da CGC, que os genitores L1 (Progenitor 19 - UENF 1445), L3 (Top Seed Blue Line), L6 (UENF 7-5-1), L10 (UENF 7-10-1) e L13 (UENF 7-20-1) apresentaram estimativas elevadas e positivas, o que indica uma possível contribuição no aumento dessas características (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores da capacidade geral de combinação, em seis caracteres de doze genitores de feijão-de-vagem. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

| Genitores | PV | PSEM | NSEM | COMPV | LARGV | ESPV |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L1 | 4,25 | 2,06 | 4,02 | 0,41 | -0,08 | -0,12 |
| L2 | -4,48 | -2,92 | -6,38 | -0,89 | -1,30 | -0,39 |
| L3 | 8,26 | 4,79 | 11,52 | -0,68 | -0,56 | 0,39 |
| L4 | -2,85 | 0,25 | -0,97 | -1,31 | -0,62 | 0,25 |
| L6 | -1,52 | 1,24 | 4,02 | 0,32 | 1,35 | 0,27 |
| L7 | -7,21 | -4,79 | -8,47 | 0,03 | 1,38 | 0,08 |
| L10 | 2,84 | 1,21 | -0,13 | 1,70 | 0,11 | 0,07 |
| L11 | -1,89 | 0,40 | 1,52 | 1,23 | 0,03 | -0,41 |
| L12 | 2,11 | 0,46 | -0,55 | -0,48 | -0,97 | -0,44 |
| L13 | 1,70 | 1,42 | 4,02 | 0,85 | -0,40 | 0,01 |
| L18 | -0,06 | -0,79 | -1,80 | -1,11 | 1,01 | 0,13 |
| L20 | -1,13 | -3,35 | -6,80 | -0,08 | 0,06 | 0,13 |

PV – peso de vagem; PSEM – peso de sementes por planta; NSEM – número de sementes por planta; COMPV – comprimento de vagem; LARGV – largura de vagem; ESPV – espessura de vagem.

O método de cruzamentos dialélicos proposto por Griffing (1956) baseia-se nos conceitos de capacidade geral e específica de combinação estabelecidos por Sprague e Tatum (1942). Estes autores definiram capacidade geral de combinação (CGC) como o comportamento médio de uma linhagem em combinações híbridas e capacidade específica (CEC) como o comportamento que leva certas combinações híbridas a serem superiores ou inferiores em relação à média das linhagens envolvidas.

Nos programas de melhoramento, as seleções são praticadas em gerações segregantes avançadas visando à obtenção de um maior progresso genético, tendo em vista a ocorrência, nessas gerações, de diversas linhas puras na população com efeitos aditivos dos genes. Para Ramalho et al. (1993), esta é a razão pela qual a CGC é de maior importância para os melhoristas, uma vez que depende da variância aditiva.

Silva et al. (2004) empregaram o método de Griffing (1956) em cinco acessos de feijão-de-vagem de hábito indeterminado, para as características: número e peso médio de vagens por planta, número médio de sementes por vagem, altura média da inserção da primeira vagem e comprimento médio de vagem. Esses autores verificaram que as significâncias registradas para a grande

maioria das características indicaram a existência de variabilidade, resultantes da ação de efeitos gênicos aditivos e não-aditivos.

Em relação ao caráter comprimento de vagem, os genitores L1 (Progenitor 19 - UENF 1445), L6 (UENF 7-5-1), L10 (UENF 7-10-1), L11 (UENF 7-12-1) e L13 (UENF 7-20-1) foram os que apresentaram maiores valores positivos para CGC o que permite a indicação deles em cruzamentos com o objetivo de promover essa característica.

Quanto à largura de vagem, foi verificada maior contribuição dos genitores L6 (UENF 7-5-1), L7 (UENF 7-6-1), L10 (UENF 7-10-1) e L18 (UENF 9-24-2). Para o caráter espessura de vagem, os melhores genitores de acordo com a CGC foram L3 (Top Seed Blue Line), L4 (UENF 7-3-1), L6 (UENF 7-5-1), L7 (UENF 7-6-1) e L18 (UENF 9-24-2).

O genitor L3 foi o que evidenciou melhor CGC, estando entre os melhores para peso de vagem, peso de sementes, número de sementes e espessura de vagem com valores elevados e positivos. Para comprimento de vagem e largura de vagem, que foi negativo, porém muito próximo à zero, ficou evidenciado seu maior potencial para incremento dessas características, o que indica a sua utilização nos cruzamentos dos programas de melhoramento da cultura de feijão-de-vagem (Tabela 5).

De acordo com Cruz e Regazzi (1997), o efeito da CEC é interpretado como o desvio do híbrido em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus genitores. Deste modo, baixos valores apresentados de s_{ij} indicam que os híbridos apresentam um desempenho conforme o esperado com base nos valores da CGC, enquanto altos valores absolutos de s_{ij} indicam um desempenho melhor ou pior do que o esperado, As estimativas de s_{ij} evidenciam a importância dos genes com efeitos não-aditivos.

Os altos efeitos positivos de CEC para o caráter peso de vagem, associado com a alta CGC do genitor L3, L6, L10 e L13 (Tabelas 5 e 6), foram observados para os híbridos oriundos dos cruzamentos L2 (Feltrin) x L13 (UENF 7-20-1), L3 (Top Seed Blue Line) x L18 (UENF 9-24-2), L3 (Top Seed Blue Line) x L13 (UENF 7-20-1), L6 (UENF 7-5-1) x L1 (UENF 1445), L6 (UENF 7-5-1) x L4 (UENF 7-3-1), L6 (UENF 7-5-1) x L11 (UENF 7-12-1), L6 (UENF 7-5-1) x L13 (UENF 7-20-1) (Tabela 6), indicando que o uso de seus genitores nos programas de

melhoramento poderá gerar linhagens superiores e possíveis cultivares promissoras.

O cruzamento L3 (Top Seed Blue Line) x L18 (UENF 9-24-2) tende a ser mais promissor do que o cruzamento L3 (Top Seed Blue Line) x L13 (UENF 7-20-1), pelo fato de o genitor L18 (UENF 9-24-2) possuir melhores caracteres agronômicos e de qualidade em relação ao L13 (UENF 7-20-1) (Tabela 6).

Como simplesmente a significância da CEC não basta para poder recomendar estes cruzamentos, devendo existir ainda, pelo menos um dos genitores com elevada CGC (Cruz et al, 2004).

Carvalho et al, (1999) avaliaram a capacidade de combinação para oito características, utilizando as cultivares de feijão-de-vagem de crescimento determinado 'Alessa', 'Andra', 'Cota' e 'Cascade', Constatou-se que para a capacidade específica de combinação houve significância para as características número de vagens, peso de vagens, comprimento e diâmetro das vagens, número de dias para o início e o término do florescimento e altura de plantas, indicando que genes de dominância e/ou epistasia estavam envolvidos no controle das características.

Tabela 6 - Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para peso de vagem (PV), peso de sementes (PSEM), comprimento de vagem (COMPV), largura de vagem (LARGV) e espessura de vagem (ESPV) resultante de um dialelo envolvendo 36 híbridos. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

| Genitores | PV | PSEM | NSEM | COMPV | LARGV | ESPV |
|-----------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| L2 x L1 | -11,08 | -5,67 | -9,44 | 0,93 | 1,05 | -0,18 |
| L2 x L4 | -11,83 | -8,86 | -14,44 | -0,59 | -0,71 | 0,27 |
| L2 x L11 | 5,68 | 1,54 | 3,05 | 0,18 | 0,05 | 0,55 |
| L2 x L13 | 14,59 | 11,72 | 25,55 | 0,75 | 1,23 | 0,02 |
| L2 x L18 | 0,37 | 2,43 | -3,61 | -1,11 | -0,99 | -0,50 |
| L2 x L20 | 2,26 | -1,16 | -1,11 | -0,17 | -0,62 | -0,16 |
| L3 x L1 | -2,24 | -7,24 | -12,36 | -0,30 | 1,23 | -0,08 |
| L3 x L4 | 3,26 | 5,66 | 7,63 | -0,55 | -2,10 | -0,21 |
| L3 x L11 | -12,73 | -7,86 | -14,86 | 1,20 | -1,27 | -0,24 |
| L3 x L13 | 6,76 | 5,41 | 7,63 | -0,49 | 1,25 | 0,81 |
| L3 x L18 | 14,01 | 13,71 | 28,47 | -0,34 | 0,65 | -0,25 |
| L3 x L20 | -9,07 | -9,68 | -16,52 | 0,48 | 0,23 | -0,01 |
| L6 x L1 | 4,36 | 4,82 | 10,13 | -0,19 | -0,87 | 0,06 |
| L6 x L4 | 9,24 | -0,09 | 0,13 | 0,32 | 1,49 | 0,50 |
| L6 x L11 | 9,73 | 3,79 | 7,63 | -0,07 | 0,50 | -0,42 |
| L6 x L13 | 7,49 | 6,25 | 10,13 | -1,65 | -1,78 | -0,38 |
| L6 x L18 | -25,92 | -20,20 | -0,39 | 0,49 | 0,67 | 0,60 |
| L6 x L20 | -4,91 | 5,42 | 10,97 | 1,09 | -0,01 | -0,37 |
| L7 x L1 | 2,07 | 3,35 | 2,63 | 0,21 | -1,21 | 0,12 |
| L7 x L4 | -0,05 | 5,18 | 12,63 | -0,01 | 2,27 | 0,46 |
| L7 x L11 | -1,24 | -3,32 | -4,86 | -0,49 | 0,24 | -0,62 |
| L7 x L13 | 3,33 | -0,86 | -2,36 | -0,33 | -1,00 | -0,44 |
| L7 x L18 | -2,79 | -6,34 | -11,52 | -0,07 | 0,26 | 0,03 |
| L7 x L20 | -1,31 | 1,99 | 3,47 | 0,71 | -0,55 | 0,43 |
| L10 x L1 | 2,25 | -5,01 | -10,69 | -1,05 | 0,34 | -0,11 |
| L10 x L4 | 9,53 | 3,45 | -0,69 | 1,35 | -1,29 | -0,53 |
| L10 x L11 | -6,93 | 0,58 | 1,80 | -0,95 | 0,54 | 0,28 |
| L10 x L13 | -10,03 | -9,06 | -15,69 | 2,63 | -0,78 | 0,55 |
| L10 x L18 | 7,87 | 7,47 | 20,13 | -0,81 | 0,80 | -0,05 |
| L10 x L20 | -2,68 | 2,56 | 5,13 | -1,16 | 0,38 | -0,13 |
| L12 x L1 | 4,63 | 9,73 | 19,72 | 0,40 | -0,55 | 0,18 |
| L12 x L4 | -10,16 | -5,35 | -5,27 | -0,52 | 0,33 | -0,51 |
| L12 x L11 | 5,50 | 5,26 | 7,22 | 0,13 | -0,07 | 0,46 |
| L12 x L13 | -22,15 | -13,46 | -25,27 | -0,90 | 1,10 | -0,56 |
| L12 x L18 | 6,45 | 2,93 | 5,55 | 1,84 | -1,39 | 0,17 |
| L12 x L20 | 15,73 | 0,86 | -1,94 | -0,95 | 0,58 | 0,25 |

Quanto às estimativas de S_{ii} , Cruz et al, (2004) ressaltam a sua importância com relação ao seu significado genético, tanto no seu sinal quanto na sua magnitude, A magnitude de S_{ii} é indicativo de existência de heterose varietal, sendo que quanto maior o valor de S_{ii} , mais distante estará o genitor i da frequência média dos demais genitores incluídos no dialelo, Com isto, tem-se uma maior divergência entre este genitor e os demais parentais e conseqüentemente, maiores serão os efeitos da heterose varietal nos híbridos oriundos do genitor i , O sinal de S_{ii} indica existência, ou não, de dominância unidirecional.

Assim, se S_{ii} for negativo, os desvios de dominância serão positivos e, nesse caso, os genes dominantes contribuem para aumentos na expressão da característica, Quando os sinais de S_{ii} forem negativos para alguns genitores e positivos para outros, haverá expressão de dominância bidirecional (Cruz et al., 2004).

Os híbridos de L2 (Feltrin) x L11 (UENF 7-12-1) e L2 (Feltrin) x L13 (UENF 7-20-1) foram os únicos com CEC positiva para todos os caracteres, apresentando valores de intermediário a superiores, embora não tenham como genitores nenhum genótipo parental que apresentou estimativa de CGC elevada para as características avaliadas. Portanto, estes cruzamentos deverão ser observados com cautela, em função da elevada CEC obtida (Tabela 6).

As estimativas da CEC para peso de semente (PSEM) indicam que os híbridos de valores mais elevados e positivos foram L2 (Feltrin) x L13 (UENF 7-20-1), L3 (Top Seed Blue Line) x L4 (UENF 7-3-1), L3 (Top Seed Blue Line) x L13 (UENF 7-20-1), L3 (Top Seed Blue Line) x L18 (UENF 9-24-2), L6 (UENF 7-5-1) x L1 (UENF 1445), L6 (UENF 7-5-1) x L13 (UENF 7-20-1), L6 (UENF 7-5-1) x L20 (UENF 14-3-3) e L12 (UENF 7-14-1) x L1 (UENF 1445) (Tabela 5).

Para número de sementes (NSEM), os cruzamentos L2 (Feltrin) x L13 (UENF 7-20-1), L3 (Top Seed Blue Line) x L4 (UENF 7-3-1), L3 (Top Seed Blue Line) x L13 (UENF 7-20-1), L3 (Top Seed Blue Line) x L18 (UENF 9-24-2), L6 (UENF 7-5-1) x L1 (UENF 1445), L6 (UENF 7-5-1) x L11 (UENF 7-12-1), L6 (UENF 7-5-1) x L13 (UENF 7-20-1), L6 (UENF 7-5-1) x L20 (UENF 14-3-3), L10 (UENF 7-10-1) x L18 (UENF 9-24-2), L10 (UENF 7-10-1) x L20 (UENF 14-3-3), L12 (UENF 7-14-1) x L1 (UENF 1445) revelaram os maiores valores.

Estes cruzamentos apresentam, além de alta CEC, pelo menos um de seus genitores com elevada e positiva CGC, por isso são promissores para esta característica (produção de sementes).

Os genitores L3 e L18 são promissores para dupla aptidão (produção de vagens e também produção de grãos), o que os credencia para dar continuidade ao programa de melhoramento do feijão-de-vagem.

Os cruzamentos L2 (Feltrin) x L1 (UENF 1445), L2 (Feltrin) x L13 (UENF 7-20-1), L3 (Top Seed Blue Line) x L11 (UENF 14-3-3), L6 (UENF 7-5-1) x L18 (UENF 9-24-2), L6 (UENF 7-5-1) x L20 (UENF 14-3-3), L10 (UENF 7-10-1) x L4 (UENF 7-3-1) e L10 (UENF 7-10-1) x L13 (UENF 7-20-1) são indicados para gerarem populações segregantes promissoras no caráter de comprimento de vagem (COMPV), pois são formados por pelo menos um genótipo parental com valor de CGC positivo e significativo.

Para o caráter largura de vagem (LARGV), os cruzamentos L3 (Top Seed Blue Line) x L18 (UENF 9-24-2), L6 (UENF 7-5-1) x L4 (UENF 7-3-1), L6 (UENF 7-5-1) x L18 (UENF 9-24-2), L7 (UENF 7-6-1) x L4 (UENF 7-3-1) e L10 (UENF 7-10-1) x L18 (UENF 9-24-2) foram os que apresentaram as melhores estimativas para CEC.

L3 (Top Seed Blue Line) x L13 (UENF 7-20-1), L6 (UENF 7-5-1) x L4 (UENF 7-3-1), L6 (UENF 7-5-1) x L18 (UENF 9-24-2), L7 (UENF 7-6-1) x L4 (UENF 7-3-1) e L7 (UENF 7-6-1) x L20 (UENF 14-3-3) foram os híbridos que obtiveram os melhores valores positivos e significativos de CEC para característica de espessura de vagem (ESPV), são os mais indicados para serem utilizados em cruzamentos para incremento dessa característica na população.

Constata-se que os cruzamentos L3 (Top Seed Blue Line) x L18 (UENF 9-24-2) e L12 (UENF 7-14-1) x L1 (UENF 1445) praticamente apresentaram sempre as melhores estimativas da CEC para os caracteres avaliados, indicando grande probabilidade de se obter genótipos superiores utilizando-os nos cruzamentos artificiais.

6 CONCLUSÕES

- 1- Os genitores L1 - UENF 1445, L3 - Top Seed, L6 – UENF 7-5-1, L10 - UENF 7-10-1, L13 - UENF 7-20-1 expressam considerável capacidade geral de combinação, de modo que é recomendada sua utilização nos programas de melhoramento genético;
- 2- L2 – Feltrin x L13 - UENF 7-20-1, L3 - Top Seed Blue Line x L18 (UENF 9-24-2), L3 - Top Seed Blue Line x L13 - UENF 7-20-1, L6 - UENF 7-5-1 x L1 - UENF 1445, L6 - UENF 7-5-1 x L4 – UENF 7-3-1, L6 - UENF 7-5-1 x L13 - UENF 7-20-1, L6 - UENF 7-5-1 x L20 – UENF 14-3-3 e L12 (UENF 7-14-1) x L1 - UENF 1445 apresentaram as melhores estimativas de CEC para os caracteres avaliados, indicando grande probabilidade de obter genótipos superiores e avançar gerações a partir do SSD;
- 3- A eficiência da seleção nos caracteres estudados tem suporte na ação gênica de aditividade e proporciona progressos específicos no melhoramento do feijoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, F. B.; Rodrigues. R.; Leal. N. R.; Júnior. A. T. A.; Silva. D.. J. H. (2000). Caracterização preliminar de acessos de feijão-de-vagem e feijão-de-corda do banco de germoplasma da UENF. Horticultura Brasileira. Brasília. v. 18. p. 741-742.
- Allard, R.W. (1960). Principles of plant breeding. New York: Willey. 1960. 485 p.
- Alves, E.U. (1999). Produção e qualidade de sementes de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de fontes e doses de matéria orgânica. 109f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia.
- Antunes, I.F. et al. (1991). Formação do PGR-I. Pool Gênico Riograndense I de feijão. no CPATB/EMBRAPA. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE FEIJÃO E OUTRAS LEGUMINOSAS DE GRÃOS ALIMENTÍCIOS. 24. Santa Rosa. RS. Anais... Santa Rosa: Ipagro. 213p. p.23-25.
- Athanázio, J. C. (1993). Adubação de feijão-vagem. In: FERREIRA. M. E.; Castellane. P. D.; Cruz. M. C. P. da. (Ed). Nutrição e adubação de hortaliças. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato.487p.

- Blanco, M.C.S.G.; Groppo. G.A.; Tessarioli Neto. J. (1997). Feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) Manual Técnico das Culturas. Campinas. n. 8. 2ª Ed.. p. 63-65.
- Brandão, R.A.P. (2001). Avaliação da qualidade das vagens e sementes de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). UEL-1 e AG-274. em função da idade e época de cultivo. Tese (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina.
- Brim, C.A. (1966). A modified pedigree method of selection in soybean. *Crop Science*. V.6. p 220.
- Carbonell, S. A. M.; Carvalho. C. R. L.; Pereira. V. R. (2003). Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. *Bragantia*. Campinas. v.62. n.3. p.369-379.
- Carvalho, A. C. P. P. (1992). Avaliação de cultivares rasteiras e híbridos F1 de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) em cruzamentos dialélicos. (Tese Mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Carvalho, A. C. P. P. et al. (1999). Capacidade de combinação para oito caracteres agrônômicos em cultivares de feijão de vagem de crescimento determinado. *Horticultura Brasileira*. v. 17. n. 02. p. 102-105.
- Castellane, P. D.; Vieira. R. F.; Carvalho. N. M. (1988). *Feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.): cultivo e produção de sementes*. Jaboticabal: FUNEP/FCAV-UNESP. 60 p.
- Castiglioni, V.B.R; Oliveira. M.F; Arias. C.A.A. (1999). Análise da capacidade combinatória entre linhagens de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 981-988.

- Ceasa - Centrais de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro. (2010). www.ceasa.rj.gov.br/ceasa/consultas/consultas.htm - Acesso em ago. 2010.
- Coelho, R. G.; Leal. N. R.; Liberal. M. T.; Castro. L. C. A. Robbs. P.(1974). Produtividade de alguns cultivares de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte baixo. Revista Ceres. v. 21. n. 118. p. 518-521.
- Costa, M.N. (2006). Análise dialéctica das capacidades geral e específica de combinação utilizando técnicas uni e multivariadas e divergência genética em mamoneira (*Ricinus communis* L.). 155p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba. Areia.
- Cronquist, A. (1988). Evolution and classification of flowering plants. New York: Botanical Garden. 555 p.
- Cruz, C.D.; Regazzi A.J.; Carneiro P.C. (2004). *Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV. 480p.
- Cruz, C.D.; Vencovsky. R. (1989) Comparação de alguns métodos de análise dialéctica. Revista Brasileira de Genética. v.12. n.2. p.425-438.
- Cruz, C. D. (2006). Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes. 1. ed. Viçosa: Editora UFV. 2006. v. 1. 285 p.
- Cuco, S.M.; Modin. M.; Vieira. M.L.C.; Aguiar-Perecin. M.L.R. (2003). Técnicas para a obtenção de preparações citológicas com alta frequência de metáfases mitóticas em plantas: *Passiflora* (Passifloraceae) e *Crotalaria* (Leguminosae). Acta Botanica Brasilica. v.17. n.3. p.363-370.
- Debouck, D.G. Systematics and morphology. (1991). In: Schoonhoven. A. & Voysest. V.O. Common beans: research for crop improvement. Cali: CIAT. p. 55- 118.

- Debouck, D.G. (1999). Diversity in *Phaseolus* species in relation to the common bean. In: Singh. S.P. Common bean improvement in the twenty-first century. Dordrecht: Kluwer. p. 25-52.
- De Oca, G.M. (1987). Mejoramiento genético de la habichuela en el CIAT y resultados de viveros internacionales. In: Davis. J. & Jassem. W. (Ed.) El Mejoramiento genético de la habichuela in America Latina: memorias de un taller. Cali. Colombia. CIAT. p.60-72 (Documentos de trabajo. 30).
- Filgueira, F.A.R. (1982). Manual de Olericultura: cultura e comercialização. 2 ed. São Paulo. Agronômica Ceres. p 338.
- Filgueira, F.A.R. (2000). Novo Manual de Olericultura. Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças. Editora: Viçosa. p. 402.
- Gardner, C. O.; Eberhart. S. A. (1966). Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. Biometrics. Washington. v. 22. p. 439-452.
- Gepts, P.; Bliss. F.A. (1986). Phaseolin variability among wild and cultivated common beans (*Phaseolus vulgaris*) from Colombia. Economic Botany. v. 40. n.4. p. 469- 478.
- Gepts, P.; Debouck. D.G. (1991). Origin. domestication. and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris*). In: Schoonhoven. A. van; Voysest. O. Common beans: research for crop improvement. Cali: CIAT. p.7-53.
- Geraldi, I.O.; Miranda Filho. J.B. (1988). Adapted models for the analysis of combining ability of arieties in partial diallel crosses. Revista Brasileira de Genética. Ribeirão Preto. v.11. n.2. p.419-430.

- Granval de Millan, N.I. (1990). Aspectos practicos del mejoramiento y la producción de semilla de poroto chaucha. In: curso/taller em tecnologia de producción de semillas hortícolas para pequeños agricultores. Mendoza. INTA/FAO. p. 205-226.
- Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science*. v. 9. p. 463-493.
- Grusak, M.A.; Pezeshgi. S.; O'Brien. K.O.; Abrans. S.A. (1996). Intrinsic Ca labeling of green bean pods for use in human bioavailability studies. *Journal Science Food Agronomic*. v. 70. p. 11-15.
- Hamasaki, R.I.; Braz. L.T.; Purquerio. L.F.V.; Peixoto. N. (1998). Comportamento de novas cultivares de feijão-vagem em Jaboticabal-SP. Congresso Brasileiro de Olericultura. 38.. Petrolina. Resumo... Petrolina: SOB.
- Harlan, J.R. (1971). *Agricultural origins: centers and no centers*. Washington. Science. v.174. p. 468- 474.
- Harlan, J.R. (1975). Geographic patterns of variation in some cultivated plants. Baltimore. *Journal of Heredity*. v. 66. p.184-191.
- Hervatin, C.M.; Teixeira. N.T. (1999). Micronutrientes na produtividade do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*). *Revista Ecosystema*. v.15. p.15-19.
- Kaplan, L. (1981). What is the origin of the common bean. *Economic Botany*. v. 35. n.2. p.40-257.
- Jaramillo, G; Morante, N; Perez, J.C; Calle, F; Ceballos, H; Arias, B; Bellotti, A.C. (2005). Diallel analysis in cassava adapted to the midaltitude valleys environment. *Crop Science* 45: 1058-1062.

- Jinks, J.L.; Pooni, H.S. (1976). Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. *Heredity*. v.36. p.253-266.
- Jung, M.S.; Vieira, E.A.; Silva, G.O. da; Brancker, A.; Nodari, R.O. (2007). Capacidade de combinação por meio de análise multivariada para caracteres fenotípicos em maracujazeiro-doce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.42. p.689-694.
- Leal, N.R.; Hamad, I.; Bliss, F. (1979). Combining ability estimates for snap bean traits using early and advanced generations. *HortScience*. v.14. n.3. p.405-405.
- Londero, P. M. G. *et al.* (2006). Herdabilidade dos teores de fibra alimentar e rendimento de grãos em populações de feijoeiro. *Pesquisa agropecuária brasileira*. v. 41. n. 01. p. 51-58.
- McClellan, P.E.; Myres, J.M.; Hammond, J.J. (1993). Coefficient of parentage and cluster analysis of north American dry bean cultivars. *Crop Science*. Madison. v.33. n.1. p.190-193.
- Melchior, H.A. (1964). *Engler's syllabus der pflanzenfamilien*. 12. ed. Berlin: Gebrüder Bornträger. 666 p.
- Mendonça, H.A. de; Santos, J.B. dos; Ramalho, M.A.P. (2002). Selection of common bean segregation populations using genetic and phenotypic parameters and RAPD markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. v.2. p.219-226.
- Menezes Júnior, J.A.N. de; Ramalho, M.A.P.; (2008). Seleção recorrente para três caracteres do feijoeiro. *Bragantia*. v.67. p.833-838.

- Miranda Filho, J.B.; Geraldi, I.O. (1984). An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. *Revista Brasileira de Genética*. Ribeirão Preto. v.7. n.4. p.677-88.
- Nadal, R.; Guimarães, D.R.; Biasi, J.; Pinheiro, S.L.J.; Cardoso, V.T.M.. (1986). *Olericultura em Santa Catarina: aspectos técnicos e econômicos*. Florianópolis: EMPASC. p. 130-136
- Peixoto, N.; Silva, L.O. ; Thung, M.D.T.; Santos. G. (1993). Produção de sementes de linhagens e cultivares arbustivas de feijão-de-vagem em Anápolis - GO. *Horticultura Brasileira*.v. 11. n. 2. p. 151-152.
- Peixoto, N.; Thung, M.D.T; Silva, L.O.; Farias, J.G.; Oliveira, E.B ; Barbedo, A.S.C.; Santos. G. (1997). Avaliação de cultivares arbustivas de feijão-vagem em diferentes ambientes do Estado de Goiás. *Boletim de Pesquisa 01 EMATERGO*. 20 p.
- Pereira, H.S.; Santos, J.B. dos; Couto, K.R. (2007). Informações fenotípicas e marcadores microssatélites de QTL na escolha de populações segregantes de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.42. p.707-713.
- Polhill, R.M.; Raven, P.H.; Stirton, C.H. (1981). Evolution and systematics of the Leguminosae. In: *Advances in legume systematics*. Royal Botanic Gardens. p.1- 26.
- Ramalho, M.A.; Santos, J.B.; Zimmermann, M.J.O. (1993). *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: UFG. 271 p.
- Rodrigues, R. (1997). *Análise genética da resistência ao crestamento bacteriano comum e outras características agrônômicas em Phaseolus vulgaris L.* Campos dos Goytacazes. RJ: UENF. 103p. (Tese doutorado).

- Rodrigues, R.; Leal, N.R.; Pereira, M.G. (1998). Análise dialélica de seis características agronômicas em *Phaseolus vulgaris* L. *Bragantia*. Campinas. v.57. n.2. p.241-250.
- Rosse, L.N.; Vencovsky, R. (2000). Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no Estado do Paraná. *Bragantia*. Campinas. v.59. n.1. p.99-107.
- Scholz, M.B.S.; Fonseca Júnior, N.S. (1999). Efeito de ambientes. dos genótipos e da interação genótipos x ambientes na qualidade tecnológica de feijão do grupo de cores no Estado do Paraná. In: Reunião Nacional de pesquisa do feijão. VI. Goiânia. GO. Anais... Goiânia: EMBRAPA. 1999a. 880p. p.339-342.
- Silva, H. T.; Costa, A. O. (2003). Caracterização botânica de espécies silvestres do gênero *Phaseolus vulgaris* L. (Leguminosae). Embrapa Arroz e Feijão. ISSN 1678- 9644. 21ed. 40 p.
- Silva, M. P. *et al.* (2004). Análise dialélica da capacidade combinatória em feijão de vagem. *Horticultura Brasileira*. v. 22. n. 02. p. 77-280.
- Singh, S. P. (2001). Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. *Crop Science*. v. 41. n. 6. p. 1659-1675.
- Sprague, G.F.. Tatum, L.A. (1942). General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Journal of American Society of Agronomy*. Madison. v.34. n.10. p.923-932.
- Steves, M.A. (1994). Varietal influence on Nutritional Value. In: White. D.L e Selvey. n.(ed) *Nutritional Quality of Fresh fruits and Vegetables*. New York: Futura Publishing. p.87.

- Tessarioli Neto, J.; Groppo, G. A. (1992). A cultura do feijão-vagem. Boletim técnico CATI. Campinas. n.212. p.1-12.
- Toledo, F.F.; Marcos Filho, J. (1977). Manual de sementes: tecnologia da produção. Editora Agronômica Ceres. São Paulo.
- Toro, O.; Tohme, J.; Debouck, D. G. (1990). Wild bean (*Phaseolus vulgaris* L.): description and distribution. Cali: IBPGR: CIAT. 106 p.
- Viggiano, J. (1990). Produção de sementes de feijão-vagem. In: Castellane. P.D.; Nicolosi. W. R.; Hasegawa. H. Produção de sementes de hortaliças. Jaboticabal: FCAV/ FUNEP. p. 127-140.
- Zimmermann, M.J.O.; Carneiro, J.E.S.; Peloso, M.J.; Costa, J.G.C.; Rava, C.A.; Sartorato, A.; Pereira, P.A.A. (1996). Melhoramento genético e cultivares. In: Araújo. R.S.; Rava. C.A.; Stone. L.F.; Zimmermann. M.J.O. eds. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p.223-273.