



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E CULTIVO CONSORCIADO DE ACESSOS  
DE FEIJÃO-FAVA (*Phaseolus lunatus* L.)**

**TIAGO PINHO SOUZA**

*Sob a orientação do Professor*

**Dr. Antônio Carlos de Souza Abboud**

*e Co-orientação da Professora*

**Dra. Anelise Dias**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Fitotecnia**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração Agroecologia.

Seropédica, RJ  
2018

**Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico**

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S719c Souza, Tiago Pinho, 1986-  
CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E CULTIVO CONSORCIADO DE  
ACESSOS DE FEIJÃO-FAVA (*Phaseolus lunatus* L.) / Tiago  
Pinho Souza. - Seropédica, 2018.  
94 f.: il.

Orientador: Antonio Carlos de Souza Abboud.  
Coorientadora: Anelise Dias.  
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia, 2018.

1. Fitotecnia. 2. Agroecologia. 3. Manejo  
Cultural. 4. Feijão-Fava. I. Abboud, Antonio Carlos  
de Souza, 1963-, orient. II. Dias, Anelise, -,  
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. IV.  
Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

TIAGO PINHO SOUZA

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Fitotecnia**, no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Agroecologia.

TESE APROVADA EM 08/10/2018.



---

Dr. ANTONIO CARLOS DE SOUZA ABOUD, UFRRJ  
(Orientador)



---

Dr. EDNALDO DA SILVA ARAÚJO, EMBRAPA  
(Examinador Externo a Instituição)



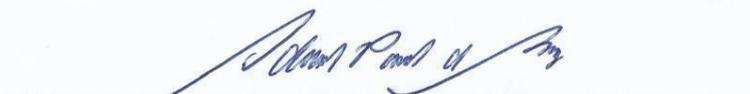
---

Dr. DELACYR DA SILVA BRANDÃO JR, UFMG  
(Examinador Externo a Instituição)



---

Dr. ALEXANDRE PORTO SALMI, UFRRJ  
(Examinador Externo ao Programa)



---

Dr. ADELSON PAULO DE ARAÚJO, UFRRJ  
(Examinador Externo ao Programa)

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. **(PORTARIA Nº 206, DE 04 SETEMBRO DE 2018 DA CAPES).**

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

“No suor do teu rosto, comerás o teu pão, até que te tornes à terra; porque dela foste tomado, porquanto és pó e em pó te tornarás.”

(Gênesis 3:19)

## RESUMO

SOUZA, Tiago Pinho. **Caracterização agrônômica e cultivo consorciado de acessos de feijão-fava** (*Phaseolus lunatus* L.) 2018. 94p. Tese de Doutorado em Fitotecnia. Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) é uma leguminosa importante em algumas regiões de estados do nordeste brasileiro e no norte do estado de Minas Gerais, onde é utilizada como alimento. É fonte de proteína e de renda para agricultores familiares principalmente nas regiões do agreste. Tem como características tolerância a déficit hídrico e a temperaturas elevadas. A maioria das variedades brasileiras apresenta hábito de crescimento indeterminado e o cultivo é feito em consórcio. Objetivou-se no presente estudo, caracterizar morfológica e agronomicamente 19 acessos, sendo 14 provenientes de unidades agrícolas familiares no município de Montes Claros – MG, um de Tocantins, dois da Paraíba e dois dos Estados Unidos. Procedeu-se, ainda, à avaliação a campo da produtividade em plantio solteiro e consorciado e à caracterização da nodulação em vasos. Foram primeiramente avaliadas plantas de 14 acessos do norte de Minas, por meio de 34 descritores morfoagronômicos, plantadas em dezembro de 2014, em espaldeiras verticais. Em setembro de 2015 (plantio de “primavera – verão”) e março de 2016 (plantio “outono – inverno”), 10 acessos do norte de Minas foram caracterizados também em sistema de espaldeira vertical, em um delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições. Em março de 2017, 15 acessos, 10 do norte de Minas, um de Tocantins, dois da Paraíba e dois dos Estados Unidos foram plantados em vasos de 8 litros e caracterizados pelos mesmos descritores morfoagronômicos, em delineamento inteiramente casualizado e 10 repetições. Cinco acessos selecionados no primeiro ensaio foram novamente avaliados em plantio solteiro e consorciado com milho, em uma densidade de plantio de 50.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, em dois locais, Seropédica – RJ e Campos dos Goytacazes – RJ, em junho de 2016 e fevereiro de 2017, respectivamente, em um delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. No primeiro semestre de 2015, um ensaio de nodulação foi realizado em vasos, com solo arenoso coletado sob três diferentes usos agrícolas (lavoura de feijão, pastagem e sistema agroecológico) e três acessos de feijão-fava em um esquema fatorial e delineamento em blocos casualizados com três repetições. Todos os dados dos experimentos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Um primeiro dendrograma de dissimilaridade genética, a partir de dados do primeiro ensaio agrupou acessos com sementes grandes e achatadas. Outro agrupamento se formou com acessos de sementes oblongas e um grande grupo por sementes pequenas e esféricas, contendo em sua maioria acessos provenientes do norte de Minas. Três dendogramas gerados a partir de diferentes plantios, formaram agrupamentos semelhantes. Seis dos 14 acessos do norte de Minas se destacaram em produção de grãos. Alguns acessos alcançaram produção individual de 450 vagens e 300 g de sementes por planta em cultivo solteiro no verão, quando o ciclo das plantas foi mais longo (190 dias até a floração). Já no plantio de outono-inverno, valores de cerca de até 66 g de sementes por planta foram obtidos, neste caso com floração ocorrendo aos 59 dias em média. Os acessos da Paraíba foram os menos produtivos. Um acesso americano destacou-se pelo hábito determinado de crescimento e seu potencial produtivo. Observou-se resposta ao fotoperíodo, tendo todas as plantas apresentado fotoperiodismo de dias curtos. Tanto a produção de milho quanto a produção de feijão-fava foram beneficiadas pelo consórcio. Pelos índices de equivalente área (IEA) apresentando valores maiores que 2,00, a consorciação do feijão-fava com milho é extremamente eficiente. Os dados indicam que a produção de feijão-fava, tanto em plantio solteiro quanto consorciado tem potencial nas condições do Sudeste, tendo em vista os dois locais testados.

**Palavras-chave:** feijão de lima; dissimilaridade genética; leguminosa de grão

## ABSTRACT

SOUZA, Tiago Pinho. **Agronomic characterization and intercropping of lima - bean (*Phaseolus lunatus* L.)** 2018. 94p. Ph.D. Thesis in Plant Science. Institute of Agronomy, Department of Plant Science, University Federal Rural of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Lima beans (*Phaseolus lunatus* L.) is an important grain legume in some regions of northeastern Brazil and in the north of the state of Minas Gerais. It is a source of protein and income for family farmers mainly in the „Agreste” region. Tolerance to water deficit and to high temperatures are important features of this species. Most of the Brazilian varieties have indeterminate growth and are mostly intercropped with maize. The objective of the present study was to characterize 19 accessions, 14 of which from family farms in the municipality of Montes Claros - MG, one from Tocantins state, two from Paraíba state and two from the United States. The yields in monocropping and intercropping was evaluated under field conditions. Characterization of nodulation in pots was also performed. Plants from 14 accessions of the north of Minas Gerais were first evaluated through 34 morphological and agronomic descriptors from December 2014 till June 2015. In September 2015 ("spring - summer") and March of 2016 ("autumn - winter"), 10 accessions of the North of Minas were also characterized under field conditions, in a randomized block design with 4 replicates. In March of 2017, 15 accessions, 10 from Northern Minas, one from Tocantins, two from Paraíba and two from the United States were planted in 8-liter pots and characterized by the same morphological and anthropogenic descriptors, in a completely randomized design and 10 replicates. Five accessions selected in the first trial were again evaluated as monocrops and intercropped with maize, at a planting density of 50,000 plants.ha<sup>-1</sup>, in two sites, Seropédica - RJ and Campos dos Goytacazes - RJ, in June and November 2016, respectively, in a randomized complete block design with four replicates. In the first semester of 2015, a nodulation test was carried out in pots, with sandy soil collected under three different agricultural uses (bean tillage, pasture and agroecological system) and three bean accessions in a factorial scheme and randomized block design with three replicates. All data from the experiments were submitted to analysis of variance and the differences between means were compared by the Tukey test at the 5% probability level. A first dendrogram of genetic dissimilarity, from data from the first trial, grouped accessions with large and flat seeds; another group was formed with accesses of oblong seeds and a large group by small and spherical seeds, containing in its accessions from the north of Minas. Three dendrograms generated from different trials formed similar clusters. Six of the 14 accesses in the North of Minas Gerais stood out in grain production. Some accessions reached individual production of 450 pods and 300 g of seeds per plant in single crop in spring-summer, when the cycle of the plants was longer (190 days until flowering). In the autumn-winter planting, values of up to 66 g of seeds per plant were obtained, in this case with flowering occurring at 59 days on average. The accesses from Paraíba were the least productive. One of the „United States” access was different by the determined habit of growth and high productive potential. A photoperiod response was observed, all plants presenting short-day photoperiodism. Both the maize production and the bean production were benefited by intercropping. Area equivalent indexes reached values greater than 2.00. Intercropping lima bean with maize was extremely promising and efficient. The data indicate that the production of lima beans, both in single crop and intercrop has potential in Southeastern Brazil, considering the two sites tested.

**Key words:** lima beans; genetic dissimilarity; grain legume

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Médias com os desvios-padrões das variáveis fenotípicas quantitativas, diâmetro de caule (DiC, em mm), comprimento de folha (CoF, em mm), largura de folha (LaF, em mm), tempo médio de floração (TMF, em dias), Tamanho de botão floral (TBF, em mm), comprimento de vagem (CoV, em mm), largura de vagem (LaV), espessura de vagem (EsV, em mm), número de lócus por vagem (NLV), comprimento de semente (CoS, em mm), largura de semente (LaS, em mm), espessura de semente (EsS, em mm), número de vagens por planta (NuV) e peso total das sementes por planta (PTS) dos 14 acessos de *Phaseolus lunatus* L. pertencentes à coleção de germoplasma da UFRRJ ..... 34
- Tabela 2.** Porcentagem de plantas quanto a pigmentação do caule (PiC), hábito de crescimento (HC), ramificação (RAM), cor da nervura da folha (CrF), cor da folha (CrF), pilosidade da folha (PiF) e formato da folha (FoF) dos 14 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da UFRRJ ..... 36
- Tabela 3.** Porcentagem de plantas quanto a cor das asas (CrA), cor da quilha (CoQ), cor do estandarte (CrE), abertura das asas (AbA), curvatura das vagens (CuV), formato das sementes (FoS) e perfil das sementes (PeS) dos 14 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da UFRRJ ..... 37
- Tabela 4.** Médias das variáveis fenotípica quantitativas, diâmetro de caule (DiC, em mm), número de nós (NuN), comprimento de folha (CoF, em mm) e largura de folha (LaF, em mm) dos 10 acessos de feijão-fava (Plantio “Primavera – Verão”)..... 40
- Tabela 5.** Porcentagem de plantas quanto a pigmentação do caule (PiC), hábito de crescimento (HC) e ramificação (RAM), dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (Plantio “Primavera – Verão”). ..... 41
- Tabela 6.** Porcentagem de plantas quanto a cor da nervura da folha (CrNF), cor da folha (CrF), pilosidade da folha (PiF) e forma da folha (FoF), dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (Plantio “Primavera – Verão”) ..... 42
- Tabela 7.** Médias das variáveis fenotípica quantitativas, diâmetro do caule (DiC, em mm), número de nós (NuN), comprimento da folha (CoF, em mm), largura da folha (LaF, em mm), – tempo médio de floração (TMF, em dias), tamanho do botão floral (TBF, em mm), número de vagens por planta (NuV), comprimento da vagem (CoF, em mm), largura da vagem (LaV, em mm) e espessura da vagem (EsV, em mm) dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. (Plantio “Outono – Inverno”). ..... 48
- Tabela 8.** Médias das variáveis fenotípica quantitativas, número de lóculos por vagem (NLV), número de semente por vagem (NuS), comprimento da semente (CoS, em mm), largura da semente (LaS, em mm), espessura da semente (EsS, em mm), peso de uma semente (PuS, em g), peso de cem sementes (PCS, em g) e peso total de sementes por planta (PTS, em g) dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. (Plantio “Outono – Inverno”). ..... 49

**Tabela 9.** Porcentagem de plantas quanto a pigmentação do caule (PiC), hábito de crescimento (HC), ramificação (RAM), cor da nervura da folha (CrNF), cor da folha (CrF), pilosidade da folha (PiF) e formato da folha (FoF) dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (Plantio “Outono – Inverno”)..... 52

**Tabela 10.** Porcentagem de plantas quanto a cor das asas (CrA), cor da quilha (CoQ), cor do estandarte (CrE), abertura das asas (AbA), curvatura da vagem (CuV), forma da semente (FoS) e perfil da semente (PeS) dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (Plantio “Outono – Inverno”)..... 53

**Tabela 11.** Médias das variáveis fenotípicas quantitativas diâmetro do caule (DiC, em mm), número de nós (NuN), comprimento da folha (CoF, em mm), largura da folha (LaF, em mm), tempo médio de floração (TMF, em dias), tamanho do botão floral (TBF, em mm), número de vagens por planta (NuV), comprimento da vagem (CoF, em mm), largura da vagem (LaV, em mm) e espessura da vagem (EsV, em mm) dos 15 acessos de *Phaseolus lunatus* L. plantados em vasos. ....57

**Tabela 12.** Médias das variáveis fenotípicas quantitativas número de lóculos por vagem (NLV), número de semente por vagem (NuS), comprimento da semente (CoS, em mm), largura da semente (LaS, em mm), espessura da semente (EsS, em mm), peso de uma semente (PuS, em g) e peso total de sementes por planta (PTS, em g) dos 15 acessos de *Phaseolus lunatus* L. plantados em vasos..... 58

**Tabela 13.** Porcentagem de plantas quanto a pigmentação do caule (PiC), hábito de crescimento (HC), ramificação (RAM), cor da nervura da folha (CrNF), cor da folha (CrF), pilosidade da folha (PiF) e formato da folha (FoF) dos 15 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (plantio em vasos). .... 63

**Tabela 14.** Porcentagem de plantas quanto a cor das asas (CrA), cor da quilha (CoQ), cor do estandarte (CrE), abertura das asas (AbA), curvatura da vagem (CuV), forma da semente (FoS) e perfil da semente (PeS) dos 15 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (plantio em vasos) ..... 64

**Tabela 15.** Média dos parâmetros produtivos do milho quanto o número de espigas (NuE), peso da espiga mais palha (PE+P, em kg), peso da espiga menos palha (PE-P, em kg), peso total de grãos (PTG, em kg), produção por hectares (kg.ha<sup>-1</sup>), rendimento grãos/espigas (Ren. G/E, em %), comprimento da espiga (CE, em mm), diâmetro da espiga (DE, em mm) no consórcio com feijão-fava em Seropédica - RJ ..... 67

**Tabela 16.** Médias dos parâmetros produtivos do milho quanto o número de espigas (NuE), peso da espiga mais palha (PE+P, em kg), peso da espiga menos palha (PE-P, em kg), peso total de grãos (PTG, em kg), produção por hectares (kg.ha<sup>-1</sup>), rendimento grãos/espigas (Ren. G/E, em %), peso de mil sementes (PMS, em g) comprimento da espiga (CE, em mm), diâmetro da espiga (DE, em mm) no consórcio com feijão-fava em Campos dos Goytacazes – RJ ..... 69

**Tabela 17.** Média dos parâmetros produtivos número de vagens (NuV), número de vagens por planta (NuVP), peso da vagem mais sementes (PV + S, em kg), peso total de grãos (PTG, em kg), produção por hectares ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), rendimento grãos/vagens (Ren. G/V, em %), número de lóculos na vagem (NLV), número de sementes na vagem (NuSV), peso de cem sementes (PCS, em g) e peso de uma semente (PuS, em g) dos acessos feijão-fava consorciado com milho em Campos dos Goytacazes - RJ ..... 71

**Tabela 18.** Tabela dos índices de equivalente área do milho consorciado/milho solteiro (IEAm), índice de equivalente área do feijão-fava consorciado/feijão-fava solteiro (IEAfv) e o índice equivalente área total (IEAt)..... 72

**Tabela 19.** Média do número de nódulos (NN), massa fresca de nódulos (MFN, em g) e massa seca de nódulos (MSN, em g) em três tipos de uso do solo e três acessos de feijão-fava, Seropédica – RJ ..... 76

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> 14 acessos de feijão-fava da coleção de germoplasma da UFRRJ.....	31
<b>Figura 2.</b> Número de vagens por planta de 14 acessos de feijão-fava.....	32
<b>Figura 3.</b> Produção de sementes por planta de 14 acessos de feijão-fava .....	32
<b>Figura 4.</b> Dendrograma de dissimilaridade genética dos 14 acessos de <i>Phaseolus lunatus</i> L.....	38
<b>Figura 5.</b> Perfuração das covas para construção da espaldeira vertical.....	39
<b>Figura 6.</b> Tempo médio de floração dos acessos estudados em cada estação do ano. ....	43
<b>Figura 7.</b> Duração do dia durante o ano no município de Seropédica – RJ.....	44
<b>Figura 8.</b> Gráfico de precipitação, umidade relativa, temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média, estação Seropédica - Ecologia Agrícola, município Seropédica – RJ, no período de janeiro de 2016 à agosto de 2016 .....	45
<b>Figura 9.</b> Dendrograma de dissimilaridade genética dos 10 acessos de <i>Phaseolus lunatus</i> L. (Plantio “Outono – Inverno”). .....	51
<b>Figura 10.</b> Novos acessos de feijão-fava acrescentados à coleção de germoplasma da UFRRJ .....	55
<b>Figura 11.</b> Gráfico de precipitação, umidade relativa, temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média, estação Seropédica - Ecologia Agrícola, município Seropédica – RJ, no período de janeiro de 2017 à agosto de 2017. ....	56
<b>Figura 12.</b> Dendrograma de dissimilaridade genética dos 15 acessos de <i>Phaseolus lunatus</i> L. (plantio em vasos).....	65
<b>Figura 13.</b> Gráfico de precipitação (mm), umidade relativa (UR%), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) e temperatura média (Tmed), estação Campos dos Goytacazes – A607, no período de janeiro de 2017 a agosto de 2017. ....	68
<b>Figura 14.</b> Ensaio de nodulação em três acessos de feijão-fava em solos sob três diferentes sistemas de uso agrícola, Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.....	74

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
2.1. Origem, domesticação e dispersão do feijão-fava .....	11
2.2. Classificação botânica e evolução do feijão-fava .....	12
2.3. Características das plantas de fava cultivadas. ....	13
2.4. Aspectos gerais da cultura de feijão-fava .....	15
2.5. Fixação biológica de nitrogênio em feijão-fava .....	17
2.6. Avaliação da eficiência de nodulação.....	18
2.7. Cultivos consorciados.....	19
2.8. Consórcio de milho com feijão-fava.....	20
<b>3.MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1. Avaliação dos componentes agrônômicos em feijão-fava.....	22
3.1.1. Descrição da área experimental .....	22
3.1.2. Material Vegetal .....	22
3.1.3. Multiplicação do Material Vegetal .....	22
3.1.4. Componentes agrônômicos de feijão-fava sob sistema de espaldeira vertical em duas épocas .....	23
3.1.5. Componentes agrônômicos em 15 acessos de feijão-fava com plantio em vasos. ....	25
3.1.6. Determinação da produtividade de feijão-fava em cultivo solteiro e consorciado com milho .....	27
3.1.7. Ensaio de nodulação de acessos de feijão-fava em solos sob diferentes sistemas de uso agrícola .....	29
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
4.1. Multiplicação do Material Vegetal. ....	31
4.2. Componentes agrônômicos de 10 acessos de feijão-fava sob sistema de espaldeira vertical em duas épocas. ....	39
4.3. Componentes agrônômicos em 15 acessos de feijão-fava com plantio em vasos.....	55
4.4. Produção do consórcio milho com feijão-fava em Seropédica - RJ e Campos dos Goytacazes - RJ .....	66
4.5. Ensaio de nodulação em acessos de feijão-fava sobre solos em diferentes sistemas de uso agrícola .....	74
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>77</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>78</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>85</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Aumentar a biodiversidade na agricultura é garantir uma alimentação mais rica além de proporcionar agroecossistemas mais estáveis e resilientes. Há no Brasil uma série de culturas marginais, algumas delas, de grande valor nutricional e adaptadas a condições de stress hídrico e de solos com níveis de nutrientes baixos. Com o aquecimento global iminente, é importante também, que se desenvolvam sistemas de produção que possa se adaptar a essas condições.

Para o desenvolvimento de sistemas de produção com base agroecológica e também para atender a demanda de mercados emergentes que buscam novos alimentos e estudos de novos arranjos produtivos com novas espécies e variedades de plantas precisam ser conduzidos.

Leguminosas são de particular interesse no desenho de tais sistemas de produção devido a sua capacidade em fixar nitrogênio e aos seus teores elevados em proteína. A fava, feijão-fava, feijão-de-lima ou fava-de-lima (*Phaseolus lunatus* L.) é uma importante leguminosa cultivada na região nordeste do Brasil e no norte de Minas Gerais, regiões marcadas pelo déficit hídrico e altas temperaturas. Desta forma torna-se uma importante cultura pela sua alta tolerância à seca. Além disso, trata-se de um grão rico em proteínas e já faz parte da dieta de muitos agricultores familiares dessas regiões. Essa parte da população utiliza a fava como fonte de alimento e renda. É consumida na forma de grãos secos ou verdes, cozidos, e faz parte de pratos típicos de vários estados, principalmente do Nordeste. No Sudeste, as favas começam a ser conhecidas do público e já são vendidas a preços elevados em mercados de nicho. Apesar de muito usada na culinária europeia, por exemplo, ainda é subutilizada na maioria do Brasil.

A maioria das variedades brasileiras apresenta hábito de crescimento indeterminado e o plantio é feito em sistema tanto solteiro quanto em consórcio, principalmente com milho. Assim o milho é um tutor natural para a cultura, além de diversificar a produção.

Segundo o IBGE entre os anos de 2012 ao ano 2016 houve uma redução da área plantada com feijão-fava, reduzindo de 37.223 ha para 20.209 ha. Bem como a produção total de grãos secos reduzindo de 16.680 t para 3.637 t. Assim com a média nacional que passou 448 kg.ha<sup>-1</sup> para 220 kg.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2012; IBGE, 2016). Trabalhos voltados para o resgate de acessos que estão se perdendo ao longo do tempo é de extrema importância na preservação da variabilidade genética da espécie.

A região com maior área plantada é o Nordeste com 96,12 %, seguida do Sudeste com 3,71 % e Sul com apenas 0,15 %. Os estados onde mais produzem feijão-fava no Nordeste são Paraíba (37,30 %), Ceará (32,61 %) e Piauí (8,33 %) (IBGE, 2014).

Uma coleção de acessos de feijão-fava proveniente de unidades agrícolas familiares do município de Montes Claros - MG, disponibilizada pelo Instituto de Ciências Agrárias da UFMG ao departamento de Fitotecnia da UFRRJ vem sendo multiplicada e trabalhada desde ano de 2010. A maioria dos estudos tem sido realizada no nordeste do País, existindo uma carência generalizada de informações sobre o feijão-fava em outras regiões. Ampliar o conhecimento de uma espécie potencialmente produtiva nas condições edafoclimáticas de Seropédica, município da Baixada Fluminense, no estado do Rio de Janeiro, pode conduzir à seleção de variedades capazes de diversificar os produtos comercializados e aumentar a renda dos agricultores familiares.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi o de estudar algumas dessas variedades caracterizando-as agronomicamente, além de se conhecer seu desempenho a campo, em diferentes épocas de plantio solteiro ou em consórcio com milho. Esses estudos servirão de base para o desenvolvimento de sistemas de produção dessa leguminosa de grão nas condições da região sudeste.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Origem, domesticação e dispersão do feijão-fava

Com objetivo de estudar a origem, variação, classificação e dispersão de 173 acessos de *Phaseolus lunatus* L. em Cuba, Esquivel et al. (1990) relatam que o centro de origem e a dispersão dessa espécie vem sendo discutida por vários autores, porém a falta de informações impede a consolidação de uma teoria mais precisa. Ressaltam que Cuba ocupa uma posição chave na distribuição do feijão-fava nas Américas e também no continente Europeu. Linnaeus (1753), sugeriu a origem do feijão-fava em Bengala na Índia. De Candolle (1883), baseando principalmente na localização de populações primitivas selvagens, foi o primeiro botânico a propor uma origem Americana (Centro do Brasil) para o feijão-fava, levando em conta os conhecimentos em taxonomia, fitogeografia, arqueologia e linguística. Vavilov (1935) apud Maquet et al. (1999), considerou dois centros de origem para as formas cultivadas de feijão-fava: Centro Mesoamericano, para as formas cultivadas com sementes pequenas e Centro Andino, para as formas com sementes grandes. De acordo com Esquivel et al. (1990), a teoria de Mackie (1943) é mais completa, pois, supõe que o feijão-fava é originário da Guatemala, de onde se dispersou em três direções, possivelmente seguindo as rotas de comércio: Ramificação Hopi, seguindo para o norte, atingindo os Estados Unidos; Ramificação Caribe, seguindo para o leste, atingindo as Antilhas e, daí, para o norte da América do Sul e; Ramificação Inca, seguindo para o sul, atingindo a Colômbia, Equador e Peru.

De acordo com Mackie (1943), a espécie *Phaseolus lunatus* L. pode ser dividida em três cultigrupos: **Sieva** – proveniente da ramificação Hopi, esta ramificação apresenta sementes médias e achatadas; **Batata** – proveniente da ramificação Caribe, as sementes são pequenas e globosas; **Lima-grande** – proveniente da ramificação Inca, as sementes são grandes e achatadas. Esquivel et al. (1990), identificaram 7 grupos: selvagem, espontâneo, batata, intermediário entre batata e sieva, sieva, intermediário entre sieva e lima-grande e lima-grande. O tipo sieva é o principal grupo de Cuba e chegou em período pré-colombiano através das Antilhas. O grupo batata chegou a América Central após a sua conquista. Hibridação entre o grupo sieva e grupo batata originou sementes com características intermediárias entre os grupos. O grupo com características intermediárias entre sieva e lima-grande originou-se pela seleção de sementes maiores dentro do grupo sieva. É possível encontrar variedades de feijão-fava no estado selvagem ou na forma de plantas espontâneas.

Os espanhóis levaram sementes de feijão-fava pelo Oceano Pacífico, para as Filipinas e para a Ásia, também do Peru para Madagascar. Os espanhóis também levaram o tipo lima-grande do Peru ao sul da Califórnia, onde tornou o tipo mais comum cultivado nos Estados Unidos. O comércio de escravos foi o responsável por levar o feijão-fava do Brasil para a África (ESQUIVEL et al., 1990; BAUDOIN, 1980). A domesticação de espécies vegetais vem de encontro com a redução da diversidade genética e seleção de características desejáveis as variedades produtivas. As modificações provocadas pelo processo de domesticação do feijão-fava foram: produção de vagens e sementes maiores; variação na forma e na cor da semente; redução na dureza, dormência e fatores antinutricionais da semente; perda dos mecanismos de dispersão; mudanças no hábito de crescimento; mudanças de formas perenes para anuais e ciclo curto (BAUDOIN et al., 1999).

## 2.2. Classificação botânica e evolução do feijão-fava

Segundo Cronquist (1988), o gênero *Phaseolus* pertence ao filo *Magnoliophyta*, classe *Magnoliosida*, subclasse *Rosidae*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, sub-família *Faboideae*, tribo *Phaseoleae* e sub-tribo *Phaseolinae*. Broughton et al. (2003) afirmam que a família *Fabaceae* é uma das maiores entre as dicotiledôneas, com 643 gêneros e 18.000 espécies distribuídas por todo o mundo, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais.

O feijão-fava é uma espécie cultivada e comercializada por agricultores em várias regiões do mundo, como na América do Norte, América do Sul, Europa, leste e oeste da África e sudeste da Ásia (BAUDOIN, 1988). Porém quando comparada com espécies como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e o feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) a sua aceitação pelos consumidores é bem menor. No entanto a sua rusticidade e adaptabilidade a climas com elevadas temperaturas e condições de encharcamento do solo é maior que o feijoeiro comum (LYMMAN, 1983). A pouca utilização do feijão-fava na alimentação é devida à presença de ácido cianídrico, deste modo os grãos de fava apresentam um sabor amargo característico e tempo de cocção maior que o feijão comum.

As espécies do gênero *Phaseolus* nativas das Américas, são encontradas cultivadas em várias regiões geográficas do mundo, como nos trópicos, subtropicais e zonas temperadas dos Hemisférios Norte e Sul, sendo consideradas para algumas regiões o principal alimento e fonte de proteína (SILVA; COSTA, 2003). O número de espécies ainda não é exato, mas pode variar de 31 a 52 espécies, todas com o centro de origem o continente americano, sendo cinco

cultivadas: *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius* A. Gray e *P. polyanthus* Greeman (DEBOUCK, 1991; DEBOUCK; SMARTT, 1995; BAUDOIN et al., 2004).

*P. lunatus* L. apresenta hábito de crescimento determinado ou indeterminado, sendo que o hábito de crescimento determinado se caracteriza pelo desenvolvimento completo da gema apical em uma inflorescência, enquanto o indeterminado caracteriza-se pelo desenvolvimento da gema apical em uma guia. As plantas necessitam ser tutoradas com guias para melhor estabelecimento da cultura ou plantadas em consórcios, como a cultura do milho, que serve de tutor natural para a fava. A germinação da fava é epígea, os cotilédones das sementes são lançados acima da superfície do solo na germinação, e as vagens são compridas, achatadas, curvas, coriáceas, pontiagudas, de coloração bege, quando secas, contendo de duas a quatro sementes, apresentando grande variação de cor e tamanho do tegumento (AZEVEDO et al., 2003; SANTOS et al., 2002). O feijão de fava possui variabilidade genética, com sementes de tamanhos, formas e cores variadas.

Linnaeus denominou, em 1753, como *Phaseolus lunatus* L. o tipo de grãos pequenos e achatados, e de *P. inamoemus* L., o tipo de sementes grandes (RACHIE et al., 1980). Uma simplificação foi proposta por Piper (1926), o qual concluiu que os tipos cultivados de fava são uma única espécie, e que o termo *P. lunatus* L. deveria ser usado para todas as formas. Já Baudet (1977), apesar de concordar com a simplificação sugerida por Piper, propôs denominações diferentes para as formas cultivadas e silvestres, *P. lunatus* var. *lunatus* e *P. lunatus* var. *silvestre*, respectivamente. Assim, para Baudet (1974), o feijão-fava consiste em duas subespécies: *P. lunatus* var. *lunatus*, que inclui populações domesticadas, e *P. lunatus* var. *silvestre*, composta de populações silvestres. Não há registros de espécies silvestres destes gêneros no Brasil, uma vez que não se trata de um centro de origem (DEBOUCK, 1999).

### **2.3. Características das plantas de fava cultivadas**

As variedades cultivadas de feijão-fava podem ser anual, bianual ou perenes. O crescimento pode ser indeterminado, onde a gema apical desenvolve uma guia, ou determinado, com o desenvolvimento de uma inflorescência na gema apical. O sistema radicular é formado pela raiz principal, raízes secundárias e terciárias. O caule pode atingir de

1 a 4,5 m de comprimento, apresentando ramificações (AZEVEDO et al., 2003; BEYRA E ARTILES, 2004; SANTOS et al., 2002) .

Algumas das características que permitem a identificação do feijão-fava é a sua germinação epígea, as folhas trifoliadas e um verde mais escuro que outras espécies do gênero, mesmo após o amadurecimento das vagens (SANTOS et al., 2002). As estípulas são persistentes e seu comprimento varia de 1,5 a 2,5 mm. O limbo possui a forma triangular a lanceolada. O pecíolo é glabro ou pubescente, seu comprimento pode variar de 1,2 a 1,8 cm. Os folíolos, de 6-8 x 4-6 cm, podem ser ovados a rômnicos, deltoides ou deltoides-ovados, membranosos ou subcoriáceos e glabros ou pubescentes, sua base pode ser arredondada e o ápice é agudo (BEYRA E ARTILES, 2004).

A inflorescência é em forma de rácemo e, rácemo de diferentes tamanhos, maiores que as folhas e com muitas flores, variando de 8-25 cm de comprimento. As flores apresentam mesma variação de cores que as do feijão comum, sendo menores de 10 mm. A corola pode ser lilás, rosada a violeta ou branca. As brácteas podem ser oblongo-ovaladas e seu comprimento pode variar de 1 a 2 mm (BEYRA E ARTILES, 2004). As bractéolas são arredondadas e menores que o cálice. As vagens são compridas, achatadas, recurvadas, coriáceas, pontiagudas, e pode ser deiscentes, variando de 3-8 cm de comprimento por 1,5-2,0 cm de largura. As vagens possuem de duas a quatro sementes romboides, redondas ou em forma de rins, apresentam de 6-10 mm comprimento por 5-9 mm de largura. O peso de 100 sementes varia de 30 a 300 g. A variação da cor do tegumento da semente é grande, pode ser branco, verde, cinza, amarelo a marrom, róseo, vermelho, púrpuro, preto ou manchado e sarapintado. O hilo é oblongo curto e central (BEYRA E ARTILES, 2004; VIEIRA, 1992).

O feijão-fava apresenta uma característica peculiar a sua espécie, que o diferencia de outros feijões: são as linhas que irradiam do hilo em direção à região dorsal das sementes. Essas linhas podem ser vistas a olho nu e geralmente são utilizadas para distinguir sementes de feijão-fava de outras sementes de feijões do gênero *Phaseolus* spp. Os cotilédones são brancos ou verdes. O desenvolvimento radicular é mais rápido que de outros feijões e tem uma tendência em ser tuberosas (BEYRA E ARTILES, 2004; BAUDOIN, 1988; VIEIRA, 1992).

## 2.4. Aspectos gerais da cultura de feijão-fava

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) apresenta potencial para fornecer proteína vegetal, em vários municípios do Nordeste do Brasil, juntamente com o feijão-caupi, milho e mandioca. É uma das principais leguminosas cultivadas em muitos países tropicais, considerada mais tolerante ao encharcamento do solo e a temperaturas mais elevadas que o feijão comum (VIEIRA, 1992). As vagens apresentam-se achatadas, curvas, coriáceas, pontiagudas, de coloração bege quando no ponto de colheita, no seu interior contêm de 2 a 4 sementes. Dentro da espécie verifica-se uma grande variação de em relação à cor do tegumento e tamanho dos grãos (AZEVEDO et al., 2003; SANTOS et al., 2002).

A cultura do feijão-fava tem merecido pouca atenção por parte dos órgãos de pesquisa e extensão, o que resulta em limitado conhecimento das suas características agrônômicas (SANTOS et al., 2002; SOARES et al., 2010). No nordeste brasileiro, apresenta relativa importância econômica e social, por causa da rusticidade, tendo sua colheita prolongada e realizada no período seco. Seu cultivo nessa região é em consórcio com milho, mandioca ou mamona, tomando as plantas dessas culturas como suporte (AZEVEDO et al., 2003).

Acredita-se que as principais razões para o cultivo relativamente limitado do feijão-fava sejam a tradição do consumo de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* L.) no Nordeste, o paladar amargo de muitas variedades, devido à presença de ácido cianídrico (HCN) e o tempo de cocção mais longo, necessitando cozinhar duas ou mais vezes, além da falta de variedades adaptadas às condições climáticas das regiões de cultivo (LYMMAN, 1983). A baixa produtividade pode ser atribuída ao fato de parte da produção ser oriunda de pequenos produtores, em consórcios, sem adoção de tecnologias que vise o aumento da produtividade, como o uso de variedades melhoradas (SANTOS et al., 2002; VIEIRA, 1992). A caracterização morfológica de variedades de fava possibilita a escolha de materiais com boa resposta em termos de produtividade e comportamento nas diferentes condições ambientais de cultivo (SANTOS et al., 2002).

As formas cultivadas de feijão-fava são anuais ou perenes, plantadas como anuais. As cultivares são trepadoras ou de porte baixo, estas com pouca variação quanto ao tipo de planta e ao ciclo de vida. Os tipos trepadores podem atingir 4,0 m de altura. A maioria dos genótipos de feijão-fava usadas no Brasil possui ciclo biológico tardio, durando cerca de seis meses, hábito de crescimento indeterminado, porte trepador e maturação desuniforme, sendo a colheita realizada em vários repasses (VIEIRA et al., 1992).

O feijão-fava pode ser plantado durante todo o ano, em áreas baixas e quentes. Na região Nordeste do Brasil, predominam os plantios de sequeiro, com a semeadura, sendo realizada no início do período chuvoso. Adaptado bem à má distribuição das chuvas da região. Desenvolvem-se melhor em solo areno-argiloso, fértil, bem drenado, com pH entre 5,6 e 6,8, utilizando-se espaçamento de 0,5 a 1,0 m entre fileiras, para as cultivares anãs e trepadoras, respectivamente, e de 0,5 m entre covas. Plantam-se de 3 a 4 sementes por cova, permanecendo duas plantas após o desbaste. Suas sementes apresentam variedades de cores e tamanhos, caracterizando a grande variedade genética disponível (AZEVEDO et al., 2003; SANTOS et al., 2002).

O rendimento de grãos secos e o preço alcançado com o feijão-fava podem ser mais elevados do que os verificados com o feijão-comum, podendo atingir valor da ordem R\$ 7,50/kg, em períodos em que há escassez do produto no mercado (SOARES et al., 2010). No Rio de Janeiro, em feiras livres e feiras de produtor o preço de 1 kg atinge os R\$ 20,00. Os recursos tecnológicos de produção não estão disponíveis aos produtores, sendo casual a maior parte da produção e o cultivo feito em consórcios com outras culturas, em pequenas áreas dispersas (VIEIRA et al., 1992), o que demonstra o potencial dessa cultura para a pequena agricultura familiar.

Além de apresentar formas de consumo variadas, o feijão-fava pode ser também usado na alimentação animal (SILVA et al. 2017), ou ainda como adubo verde e cultura de cobertura (VIEIRA, 1992). Na alimentação humana são utilizados grãos secos ou verdes e as vagens em conserva (FILGUEIRA, 2000). É mundialmente utilizado em pratos, nas diferentes culinárias, em várias regiões (SANTOS, 2008). Nos Estados Unidos, o seu consumo ainda em estado verde, na forma de conserva (grãos enlatados ou congelados e empacotados) é muito apreciado (VIEIRA, 1992).

Quanto ao teor proteico, Azevedo et al. (2003), demonstraram em 7 variedades de feijão-fava no estado do Piauí, teor médio de proteína de 23 %. Entre as leguminosas que produzem HCN (ácido cianídrico), somente o feijão-fava pode contê-lo em quantidade elevada, sendo este o responsável pelo seu sabor amargo, característica ausente em outras espécies de feijão (VIEIRA, 1992). Azevedo et al. (2003), encontraram o conteúdo tóxico variando de 15-25 ppm a 115-150 ppm, em sete variedades de feijão-fava adquiridas no mercado público de Teresina – PI e multiplicadas na base física da Embrapa Meio-Norte. Este mesmo autor atribui a toxicidade de alguns acessos de feijão-fava pelo seu sabor amargo e

para eliminá-lo basta submetê-las à cocção por três a cinco vezes, com total substituição da água utilizada.

## 2.5. Fixação biológica de nitrogênio em feijão-fava

Existem poucos estudos sobre a simbiose entre feijão-fava e rizóbios, como por exemplo quanto a sua diversidade, fisiologia e ontogenia da nodulação; do mesmo modo se desconhece a quantidade do nitrogênio fixado e incorporado pela planta (ARAÚJO et al., 2010). Em solos tropicais foram encontrados simbioses de feijão-fava dos gêneros *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Rhizobium* e *Sinorhizobium*, o que reforça grande diversidade de bactérias noduladoras da espécie e a importância de realizar o isolamento e avaliar a eficiência das estirpes com objetivo de aumentar a produtividade das plantas (SANTOS et al., 2008). Ormenõ-Orrilo et al. (2006), ao estudarem a diversidade de bactérias que nodulam o feijão-fava no Norte e na Costa Central do Peru; eles indentificaram 21 estirpes do gênero *Bradyrhizobium*, sendo 12 isolados de *Bradyrhizobium* sp. e 9 isolados de *Bradyrhizobium yuanmingense*. Todos os nódulos estavam ativos, caracterizado pela coloração rosa do seu interior e as folhas das plantas apresentavam a cor verde-escuro.

Santos (2008) estudou a diversidade genética entre rizóbios nativos noduladores do feijão-fava no município de Água Branca – Piauí. Para isso utilizou os métodos morfológicos e fisiológicos de caracterização dos rizóbios. Dos nódulos coletados foram identificados 79 isolados dos gêneros *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium* e *Rhizobium*, indicando que *P. lunatus* apresenta simbiose com uma ampla faixa de bactérias noduladoras. O autor relata a necessidade de estudos futuros para se obter uma classificação mais detalhada desses isolados, utilizando-se ferramentas de biologia molecular. Para Martins et al. (1997), as características culturais e morfológicas das espécies bacterianas pertencentes à família *Rhizobiaceae* são importantes para sua identificação e agrupamento, sendo relacionados com estudos a nível de DNA. Estes trabalhos são fundamentais para se conhecer a diversidade das espécies nativas que nodulam as leguminosas.

## **2.6. Avaliação da eficiência de nodulação**

Os estudos relacionados à nodulação, FBN e desenvolvimento das plantas são efetuadas com a coleta de nódulos e plantas, geralmente quando a planta atinge a floração (ARAÚJO et al., 2010). Em feijão-fava, a determinação da época mais adequada para realizar a amostragem de nódulos e plantas para esta finalidade, foi realizada por Santos (2008), mediante experimento em casa-de-vegetação utilizando diferentes genótipos e solos da região meio-norte do Piauí. O autor concluiu ser o período compreendido entre 45 e 60 dias, o mais adequado para coleta dos nódulos, o que correspondem ao início do florescimento do feijão-fava. A avaliação da distribuição dos nódulos nas raízes do feijão-fava é um aspecto importante para sugerir a velocidade de infecção e nodulação. Além disso, pode-se observar a pigmentação vermelha no interior dos nódulos devido à presença da leghemoglobina como indicativo do processo de fixação (ARAÚJO et al., 2010).

Algumas características das estirpes de rizóbio devem ser levadas em consideração durante os processos de seleção como: capacidade de formar nódulos eficientes, com resultados de desempenho a campo; habilidade competitiva contra as estirpes naturais do solo; tolerância aos defensivos agrícolas recomendados, temperaturas elevadas, déficit hídrico; amplo espectro de nodulação frente às cultivares recomendadas; capacidade de sobreviver no solo durante o ciclo da cultura; baixa capacidade de sobreviver no solo após o ciclo da cultura; boas condições de crescimento a nível industrial; boa sobrevivência durante a distribuição e uso pelos agricultores (HUNGRIA et al., 1994).

Atualmente, estão sendo conduzidos experimentos de casa-de-vegetação e campo, no sentido de selecionar as estirpes para a inoculação do feijão-fava na região meio norte do Piauí. Os resultados preliminares têm mostrado ampla variabilidade, entre genótipos e estirpes, para a nodulação e FBN. Assim, estes estudos podem indicar as estirpes mais eficientes, competitivas e adaptadas às condições regionais de solo e clima (ARAÚJO et al., 2010).

## 2.7. Cultivos consorciados

O plantio consorciado é um sistema de cultivo tradicional nos países em desenvolvimento dos trópicos que consiste no cultivo simultâneo de diferentes espécies na mesma área e no mesmo período de tempo, sendo estas espécies de diferentes morfologias e ciclos de vida. Leguminosas e não leguminosas são comumente usadas nesses consórcios.

Há diversos benefícios em adotar o sistema consorciado. Souza et al. (2015) relatam que pode haver melhorias no uso da água, diminuição dos custos, melhor uso da terra, além de melhor aproveitamento da mão de obra, proteção do solo e menor risco de perda de produção.

As vantagens do sistema consorciado quando comparado ao cultivo solteiro, são: o uso eficiente da terra, proteção vegetativa do solo contra a erosão, controle das plantas daninhas, redução dos riscos de perdas e da incidência de pragas e doenças nas culturas consorciadas, proporcionando, com maior frequência, retorno econômico, além de diversificar as fontes de renda e oferecer diversidade de produtos para o agricultor (HENRIQUE, 2014).

Nesse tipo de plantio, as espécies competem por água, luz e nutrientes, dessa forma, para que uma cultura não prejudique o desenvolvimento da outra, é necessário estabelecer uma população total de plantas adequadas, estudando a densidade e o espaçamento que essas plantas devem permanecer na área, através da análise de diferentes arranjos populacionais (SANTOS et al., 2016).

No Brasil, a prática da consorciação envolvendo culturas de subsistência é tradicional e amplamente utilizada por pequenos agricultores, que dessa forma, procuram aproveitar ao máximo as áreas limitadas, os insumos e a mão-de-obra utilizada em capinas, adubações, manejo de pragas e outros tratamentos culturais, além de possibilitar maior diversificação da dieta e aumento da rentabilidade por unidade de área cultivada, sendo uma alternativa altamente viável para aumentar a oferta de alimentos (ARAÚJO et al., 2017).

O consórcio pode trazer para o produtor vantagem ou desvantagem, a resultante vai depender do inter-relacionamento do sistema consorciado entre cultura, que para Willey (1979) pode ocorrer de três formas: se o rendimento das culturas for menor que o esperado a inibição é mútua; se o rendimento das culturas superar o esperado denomina-se de cooperação mútua; e se diante do esperado uma cultura produz menos, mas é compensado por outra que produz mais do que o esperado, a esse inter-relacionamento denomina-se compensação.

O emprego dessa prática se dá largamente entre as culturas de milho-feijão (SANTOS et al., 2016), sorgo-feijão (CARVALHO et al., 2013), seringueira-cacau (COTTA et al.,

2006), mamoneira-feijão (FILHO et al., 2016), dentre tantas outras combinações, como consórcio com mais de duas culturas. Esse sistema de cultivo tem sido visto como sistema agrícola de maior sustentabilidade, portanto considerado como um sistema fundamental na manutenção da agricultura familiar (OLIVEIRA, 2014).

Dessa forma, para verificar se o consórcio está sendo mais produtivo que o cultivo solteiro, pode-se adotar o índice de Uso Eficiente da Terra (UET) ou Índice de Equivalência de Área (IEA), que representa a área de terra necessária com as culturas em cultivo solteiro para proporcionar produtividade equivalente ao obtido com as culturas consorciadas (RAMALHO et al. 1985; VIEIRA, 2013; RÓS E JOÃO, 2016), sendo determinado por meio da seguinte fórmula:

— —

Em que, por exemplo:  $A_c$  = rendimento do feijão-fava no consórcio;  $A_m$  = rendimento do feijão-fava em monocultivo;  $B_c$  = rendimento do milho no consórcio;  $B_m$  = rendimento do milho em monocultivo;  $I_a$  = índice individual relativo ao feijão-fava; e  $I_b$  = índice individual relativo ao milho.

O consórcio deve ser considerado eficiente quando o UET ou IEA ultrapassa o valor 1,0, enquanto inferior a 1,0 será ineficiente. De acordo com (VIEIRA 2013; VIEIRA, 1984; GLIESSMAN, 2000 *apud* ARAÚJO et al., 2017), o UET ou IEA será confiável quando as produções dos monocultivos forem obtidas com as populações ótimas de plantas para esse sistema cultural, o nível de manejo adotado no monocultivo seja adotado também no consórcio e os índices encontrados devem estar relacionados com os rendimentos culturais obtidos.

## **2.8. Consórcio de milho com feijão-fava**

Sempre que duas ou mais espécies cultivadas são plantadas juntas no mesmo sistema, as interações resultantes podem ter efeitos mutuamente benéficos, reduzindo efetivamente a necessidade de insumos externos e preservando os recursos do ambiente com as práticas agroecológicas que são baseadas, principalmente, no aporte de nutrientes por meio de processos biológicos naturais (ARAÚJO et al., 2017; VEIGA SILVA E COMIN, 2013).

Um dos consórcios mais empregados no Brasil é a interação de cereais com leguminosas, como o milho e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (ARAÚJO et al., 2017).

Além de proporcionar cobertura do solo mais rápida e controle da erosão, favorece a criação de habitat para predadores de pragas e promove o aumento da diversidade microbiana no solo (SILVA et al., 2013).

O milho (*Zea mays* L.) é uma das mais importantes culturas e vem sendo utilizado em consórcios devido ao seu metabolismo de fixação de carbono (C4), porte alto e rápido crescimento inicial (FILHO et al., 2017).

O consórcio entre milho e feijão-fava pode ser uma alternativa para melhorar o aproveitamento da área e a ocupação do solo gerando alimento e renda, e sendo, portanto, opção importante na agricultura familiar (ARAÚJO et al., 2017).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Avaliação dos componentes agronômicos em feijão-fava**

##### **3.1.1. Descrição da área experimental**

Os experimentos foram conduzidos no Campo Experimental de Grandes Culturas no Departamento de Fitotecnia, no Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica, RJ (22°45' S; 43° 41' W).

O solo usado foi caracterizado como pertencente à classe dos Planossolos Háplicos. O clima da região pode ser caracterizado por estações chuvosas no verão e secas no inverno, com uma média anual de precipitação em torno de 1.200 mm (MARTORANO et al., 1997). Foi feita uma amostragem de solo composta, representativa da área em cada experimento, na camada de 0-20 cm do solo para determinação dos níveis de Ca, Mg, Al, K, P, C e pH em água. O resultado das análises encontram-se no anexo B.

##### **3.1.2. Material vegetal**

Foram utilizados 14 acessos de feijão-fava provenientes de unidades de produção agrícola familiar do município de Montes Claros, região norte do estado Minas Gerais. Esses acessos foram codificados por G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G12, G13, G14 e G15 e deram início a uma coleção pertencente ao Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. O material genético vem sendo multiplicado há aproximadamente quatro anos, desde sua chegada do local de origem.

##### **3.1.3. Multiplicação do material vegetal**

Visando à obtenção de sementes íntegras e com alto vigor vegetativo e em quantidades suficientes, os acessos de feijão-fava foram multiplicados para uso posterior neste trabalho.

Devido à pequena quantidade de sementes de alguns acessos, a semeadura foi realizada, em bandejas de germinação de polietileno com 30 células, preenchidas com o substrato comercial Basaplant (Base Agro, Artur Nogueira – SP, no mês de dezembro de 2014), semeando-se duas sementes por célula. Aos 15 dias após a semeadura, foi realizado o

transplântio das mudas para o local definitivo com espaçamento de 0,3 m entre plantas. As plantas foram dispostas em fileiras, tutoradas em duas espaldeiras verticais, espaçada uma da outra de 4 m. Cada espaldeira de 100 m foi formada por mourões de eucalipto de 3 em 3 m e quatro fios de arame liso. O preparo do solo consistiu no revolvimento com enxada rotativa na linha de plantio. Foi realizada adubação fosfatada aplicando-se equivalente a 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com Biorin (Nutri Safra, São Paulo - SP) incorporado ao solo da linha de plantio. O molhamento foi feito por meio de mangueiras de gotejamento. Após seu desenvolvimento inicial, as plantas foram tutoradas nos fios de arame liso por meio de fitilhos. Capinas manual foram realizadas a cada 15 dias.

As vagens foram sendo colhidas por meio de repasses semanais, quando apresentaram uma coloração marrom clara, acondicionadas em sacos de papel Kraft devidamente identificados e levadas para secar sobre jornais, à sombra, e as sementes armazenadas em garrafas do tipo Pet, com terra de diatomácea para reduzir a infestação por carunchos. A colheita se deu até o final do ciclo de cada variedade que terminou em agosto de 2015. Essas sementes foram usadas para os trabalhos posteriores.

Durante a condução dessa etapa, foi feita uma descrição morfo-agronômica das plantas, após a floração, segundo os descritores propostos pelo IPGRI, 2001. Os descritores vegetativos das vagens foram avaliados de 20 vagens aleatórias por grupo; e os descritores reprodutivos das sementes de 10 sementes aleatórias de cada grupo. Nas avaliações foi utilizado paquímetro digital na capacidade 0-150 mm, Eccofer<sup>®</sup> e balança analítica digital.

Foi calculada a dissimilaridade entre acessos e um dendrograma de dissimilaridade foi confeccionado a partir das médias das variáveis quantitativas pelo método de agrupamento Ward e distância Euclidiana (o programa estatístico utilizado foi o BioEstat 5.0).

#### **3.1.4. Componentes agrônômicos de feijão-fava sob sistema de espaldeira vertical em duas épocas**

Foram realizados dois cultivos em sistema de espaldeira vertical “primavera - verão”, plantado em 05 de setembro de 2015. E “outono - inverno” plantado em 23 de março de 2016. O local de condução do experimento foi próximo ao item anterior. A semeadura foi diretamente no campo. A análise de solo encontra-se no anexo C.

Uma área de 21 m de largura por 42 m de comprimento foi delimitada para construção das espaldeiras, com área total de 882 m<sup>2</sup>. O espaçamento utilizado entre os mourões de eucalipto dentro da linha foi 6,0 m e entre linhas 1,5 m, com um total de 128 mourões. Dois fios de

arame liso foram utilizados para a fixação do fitilho que tutorava as plantas. Cada uma das 40 parcelas do experimento consistiu de 2 linhas de 3 m de comprimento.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos (os acessos G1, G3, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G12 e G13) e quatro repetições. Esses acessos foram escolhidos por que não estão segregando, observado pela coloração do tegumento das sementes produzidas no experimento anterior.

A semeadura, com duas sementes por cova, foi no espaçamento de 1,0 m entre plantas dentro da linha, equivalendo à densidade de 6.666 plantas.ha<sup>-1</sup>. Cada parcela continha oito plantas, sendo avaliadas as quatro plantas centrais. Todos os acessos apresentaram hábito de crescimento indeterminado.

Foi feita adubação orgânica com composto, aplicando-se 3,3 t.ha<sup>-1</sup> no plantio; e 3,3 t.ha<sup>-1</sup> em cobertura na cova, após 30 dias de germinação das sementes. Também foi realizada adubação fosfatada aplicando-se 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com Biorin (Nutri Safra, São Paulo - SP), na cova. Não foi realizada a adubação com nitrogênio, pois o objetivo era induzir a formação de nódulos espontâneos de colonização por rizóbios para fixação biológica do nitrogênio atmosférico. O molhamento foi realizado por sistema de aspersão convencional e capina manual a cada 15 dias.

Todas as plantas presentes na área útil da parcela do experimento foram avaliadas individualmente conforme lista de descritores para a espécie *Phaseolus lunatus* L. (IPGRI, 2001). Transcritos no Anexo A por meio de uma modificação de Diegues (2012).

Todas as avaliações foram realizadas a partir do início da floração, com exceção das variáveis diâmetro de caule (DiC), pigmentação do caule (PiC), hábito de crescimento (HC), ramificação (RAM), número de nós (NuN), cor da nervura das folhas (CrNF), cor da folha (CrF), pilosidade das folhas (PiF), comprimento de folha (CoF), largura de folha (LaF) e forma de folha (FoF) que ocorreram seis semanas após a germinação das sementes, como consta no descritor para a espécie.

Para os descritores comprimento das vagens (CoV), largura das vagens (LaV), espessura das vagens (EsV), curvatura das vagens (CuV), número de lócus na vagem (NLV) e número de sementes na vagem (NuS) foram avaliadas 20 vagens aleatórias por parcela. Já os descritores comprimento da semente (CoS), largura da semente (LaS), espessura da semente (EsS) e peso de uma semente (PuS) foram avaliadas 20 sementes aleatórias por parcela. Para o peso de cem sementes (PCS) foram retiradas 25 sementes de cada planta da área útil da parcela e para o peso total de sementes (PTS), foram avaliadas as quatro plantas centrais da

parcela (IPGRI, 2001). Foi utilizado paquímetro digital na capacidade 0-150 mm, Eccofer® e balança analítica digital.

Para as variáveis forma de semente (FoS) e perfil de semente (PeS) foi utilizada a classificação descrita por Puerta Romero e citado por Vilhordo et al. (1996), onde a forma da semente é representada pelo coeficiente J que é obtido pela relação comprimento largura de semente (RCL) e o perfil é representado pelo coeficiente H que é obtido através da relação espessura largura de semente (REL) (Anexo A).

Para as variáveis qualitativas os resultados foram expressos em porcentagem de plantas que apresentavam o descritor. As variáveis quantitativas foram submetidas à análise de variância e analisado pelo teste F. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. Para a confecção do dendrograma de dissimilaridade as médias das variáveis quantitativas foram submetidas ao método de agrupamento Ward e a distância Euclidiana. Toda estatística foi feita com auxílio do software Excel e os programas estatísticos utilizados foram os Sisvar 5.6 e BioEstat 5.0.

### **3.1.5. Componentes agronômicos em 15 acessos de feijão-fava com plantio em vasos**

O experimento em vasos foi realizado no Campo Experimental de Grandes Culturas, no Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em 08 de março de 2017. Pretendia com esse experimento comparar o desempenho dos acessos em condição de campo e em vasos.

No local do experimento uma área de 5 m de largura por 17 m de comprimento foi delimitada para disposição dos vasos, com área total de 85 m<sup>2</sup>. O espaçamento utilizado na sistematização dos vasos no campo foi 0,80 m x 0,80 m. Uma haste de bambu de 1,5 m serviu de tutor das variedades de feijão-fava de hábito de crescimento indeterminado, sendo fixada no centro do vaso. Os vasos foram colocados sobre tijolos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 15 acessos e 10 repetições; desses, 10 eram os mesmos já usados nos ensaios anteriores, (G1, G3, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G12, G13) e cinco novos acessos incorporados à coleção recentemente. Desses cinco um foi adquirido em mercado popular no Tocantins, dois outros provenientes da Paraíba doados pela ASPTA – Agricultura Familiar e Agroecologia (Programa de Desenvolvimento Local do Agreste da Paraíba): Raio-de-Sol e Orelha-de-Vó e dois outros dos Estados Unidos, Christmas Pole e Henderson.

Assim 150 vasos de 8 litros foram utilizados no ensaio. Para produção do substrato que preencheram os vasos, uma mistura na proporção de 3:3:2:2 (barro; composto; substrato Carolina; areia) foi homogeneizada em betoneira elétrica de 150 litros. Utilizou-se para adubação nos vasos 10 g de torta de mamona, 4 g de super simples e 1 g de cloreto de potássio. Na semeadura foram utilizadas duas sementes por vaso, após a germinação foi feito o desbaste e condução de uma planta por vaso. Após 30 dias de germinação, uma adubação orgânica com 500 g de composto por vaso foi feita em cobertura. Composto originado da decomposição da grama batatais e esterco bovino. Realizou-se capina manual a cada 15 dias e molhamento com regador. Uma pulverização com óleo de neem na concentração de 1 % e volume de calda 1000 L.ha<sup>-1</sup> fez-se necessário para controle de *Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuata*.

Todas as plantas presentes no experimento foram avaliadas individualmente conforme lista de descritores para a espécie *Phaseolus lunatus* L. (IPGRI, 2001).

Foram avaliados caracteres vegetativos e reprodutivos (Anexo A). Todas as avaliações foram realizadas a partir do início da floração, com exceção das variáveis diâmetro de caule (DiC), pigmentação do caule (PiC), hábito de crescimento (HC), ramificação (RAM), número de nós (NuN), cor da nervura das folhas (CrNF), cor da folha (CrF), pilosidade das folhas (PiF), comprimento de folha (CoF), largura de folha (LaF) e forma de folha (FoF) que ocorreram seis semanas após a germinação das sementes, como consta no descritor para a espécie.

Para os descritores comprimento das vagens (CoV), largura das vagens (LaV), espessura das vagens (EsV), curvatura das vagens (CuV), número de lócus na vagem (NLV) e número de sementes na vagem (NuS), foram avaliadas 20 vagens aleatórias por tratamento. Já os descritores comprimento da semente (CoS), largura da semente (LaS), espessura da semente (EsS) e peso de uma semente (PuS) foram avaliadas 20 sementes aleatórias por tratamento. Para o peso total de sementes (PTS), o peso das sementes de cada parcela foi avaliado (IPGRI, 2001). Foi utilizado paquímetro digital na capacidade 0-150 mm, Eccofer® e balança analítica digital.

Para as variáveis forma de semente (FoS) e perfil de semente (PeS) foi utilizada a classificação descrita por Puerta Romero e citado por Vilhordo et al. (1996), onde a forma da semente é representada pelo coeficiente J que é obtido pela relação comprimento largura de semente (RCL) e o perfil é representado pelo coeficiente H que é obtido através da relação espessura largura de semente (REL) (Anexo A).

Para as variáveis qualitativas os resultados foram expressos em porcentagem de plantas que apresentavam o descritor. As variáveis quantitativas foram submetidas à análise de variância e analisado pelo teste F. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para confecção do dendrograma de dissimilaridade as médias das variáveis quantitativas foram submetidas ao método de agrupamento Ward e a distância Euclidiana. Toda estatística foi feita com auxílio do software Excel e os programas estatísticos utilizados foram os Sisvar 5.6 e BioEstat 5.0.

### **3.1.6 Determinação da produtividade de feijão-fava em cultivo solteiro e consorciado com milho**

Foram realizados dois experimentos a campo em sistema de consórcio milho com feijão-fava. O primeiro experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em Seropédica – RJ. A data do plantio do primeiro experimento foi em 02 de junho de 2016. O segundo experimento foi implantado na estação experimental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em Campos dos Goytacazes – RJ. A data de plantio do segundo experimento foi em 10 de fevereiro de 2017. Foram selecionadas cinco variedades mais produtivas (G3, G5, G6, G7 e G12), avaliadas no experimento da multiplicação das variedades na cerca. Estas foram testadas em sistema de consórcio com o milho seleção rural e contrastadas as variáveis produtivas em sistema de cultivo solteiro. A semeadura foi diretamente no campo. A área de cada experimento foi 15 m de largura por 32 m de comprimento, perfazendo um total de 480 m<sup>2</sup>. O preparo do terreno foi em sistema convencional com uma gradagem, seguida de duas arações e formação dos sulcos com sulcador acoplado ao sistema hidráulico no engate de três pontos do trator.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de milho consorciado com cada um dos cinco acessos de feijão-fava (G3, G5, G6, G7 e G12), esses mesmos acessos solteiros e milho solteiro.

O milho solteiro “seleção rural”, variedade local não comercial e selecionada na UFRRJ, foi semeado em um espaçamento de 1 m entre linhas com cinco plantas por metro linear. As favas solteiras também no espaçamento de 1 m entre linhas com cinco plantas por metro linear. Nos cultivos solteiros a densidade de plantio foi de 50.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. O consórcio foi feito a partir de milho e feijão-fava na mesma linha, espaçadas 1 m, contendo cinco plantas de

milho e cinco de feijão-fava por metro linear. Assim no consórcio havia 50.000 plantas.ha<sup>-1</sup> de milho e 50.000 plantas.ha<sup>-1</sup> de feijão-fava.

A área da parcela experimental foi 6 m<sup>2</sup>, sendo 3 m de largura por 2 m de comprimento, estando separadas por um metro de distância entre elas, para facilitar o trabalho de capina. A avaliação foi feita nas 10 plantas centrais. No cultivo consorciado as próprias plantas de milho serviram de tutores naturais para o feijão-fava e no cultivo solteiro as plantas foram deixadas sem nenhum tipo de tutor.

Foram realizadas adubações de plantio aplicando-se 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com Biorin (Nutri Safra, São Paulo - SP), no sulco de plantio. No experimento de Seropédica – RJ foi aplicado 5 t.ha<sup>-1</sup> de composto no sulco de plantio. No experimento de Campos dos Goytacazes – RJ foi aplicado 40.000 L.ha<sup>-1</sup> de torta de filtro, no sulco de plantio. A torta de filtro é um subproduto da indústria sucroenergética, originada da filtração do caldo extraído das moendas. Não foi realizada a adubação com nitrogênio, pois o objetivo era induzir a formação de nódulos espontâneos de colonização por rizóbios. O molhamento foi realizado por sistema de aspersão convencional e capina manual a cada 15 dias.

Para o experimento de Seropédica – RJ a colheita ocorreu em 10 de novembro de 2016. No experimento de Campos dos Goytacazes – RJ a colheita foi realizada em 15 de julho de 2017. O material foi colhido quando em estado de maturidade fisiológica dos grãos e seco à sombra, a fim de retirar a umidade e não deteriorar as sementes.

Foram levados em consideração os descritores quantitativos de produção para avaliação do milho, como: número total de espigas, peso da espiga com a palha (kg), peso da espiga sem a palha (kg), peso total de grãos (kg), produção (kg.ha<sup>-1</sup>), rendimento grãos/espiga (%), peso de mil sementes (g), comprimento da espiga (mm) e diâmetro da espiga (mm). Na estimativa do peso de mil sementes, para cada tratamento, quatro repetições de 100 sementes foram retiradas em cada bloco. No comprimento e diâmetro da espiga, todas as espigas da área útil da parcela foram avaliadas. Para avaliação do feijão-fava os descritores quantitativos foram: número total de vagens, número de vagens por planta, peso das vagens com sementes (kg), peso total de sementes (kg), produção (kg.ha<sup>-1</sup>), rendimento vagens/sementes (%), número de sementes por vagem, número de lóculos por vagem, peso 100 sementes (g), peso de uma semente (g). Para os descritores número de sementes por vagem e número de lóculos por vagem foram avaliadas 20 vagens aleatórias por tratamento. Retiraram-se oito repetições com 100 sementes por tratamento para avaliação do peso de 100 sementes. Para peso de uma semente, 20 sementes foram avaliadas por tratamento (IPGRI, 2001). O estande de plantas na

linha de plantio também foi avaliado para estimativa do número de vagens por planta. Foi utilizado paquímetro digital na capacidade 0-150 mm, Eccofer® e balança analítica digital.

O índice de equivalente de área foi calculado pela fórmula 
$$\frac{Ac + Bc}{Am + Bm} \times \frac{Ia + Ib}{2}$$
, em que Ac e Bc são os rendimentos das culturas milho e feijão-fava no consórcio; Am e Bm, seus respectivos rendimentos em monocultivo; e Ia e Ib, os índices individuais dessas culturas (VIEIRA, 2013).

Todos os resultados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância e analisado pelo teste F. Quando significativo às médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. Toda estatística foi feita com auxílio do software Excel e o programa estatístico utilizado foi os Sisvar 5.6.

### **3.1.7. Ensaio de nodulação de acessos de feijão-fava em solos sob diferentes sistemas de uso agrícola**

O ensaio foi instalado em casa de vegetação climatizada na Embrapa Agrobiologia em Seropédica - RJ, no primeiro semestre de 2015. Os nódulos foram obtidos a partir de plantas dos três acessos mais produtivos e adaptados às condições de Seropédica, segundo Diegues (2014). As três variedades de feijão-fava utilizadas no ensaio foram: acesso 1 = G1, acesso 2 = G8 e acesso 3 = G12. As três classes de solo foram: solo 1 = município de Paty do Alferes - RJ (área de lavoura de feijão), solo 2 = município de Paty do Alferes – RJ (área de pastagem), solo 3 = município de Seropédica – RJ, Fazendinha Agroecológica (área sob sistema agroecológico). Foram semeadas quatro sementes diretamente em vasos de polietileno contendo 3 L de solo do horizonte A. Uma semana após o plantio, foi realizado o desbaste, sendo mantida uma planta por vaso.

O experimento foi conduzido em delineamento blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial, sendo os tratamentos dados pelas combinações entre três acessos (acessos 01, 08 e 12) e três tipos de solo (S1= área de lavoura de feijão, S2= área de pastagem, S3= área sob sistema agroecológico), totalizando nove tratamentos e 27 parcelas experimentais.

A avaliação da nodulação foi realizada no início do florescimento. As plantas foram colhidas e as raízes lavadas. Foram avaliados, o número de nódulos e massa dos nódulos frescos e secos. Foi utilizada balança analítica digital. Para obtenção da homogeneidade e normalidade, os dados foram transformados à  $\sqrt{x}$ . As médias foram comparadas pelo

teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Toda estatística foi feita com auxílio do software Excel e o programa estatístico utilizado foi o Sisvar 5.6.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Multiplicação do material vegetal

Desde o plantio em dezembro de 2014 dos 14 acessos de feijão-fava (Figura 1), as plantas foram monitoradas diariamente. Não foi verificado ataque severo de pragas e doenças, apenas incidência de percevejos, mas sem grandes danos a condução da cultura. A floração iniciou-se na primeira quinzena de março de 2015 e o tempo médio de floração foi de aproximadamente 123 dias após o plantio, quando aproximadamente 50 % das plantas apresentavam-se com os botões florais abertos, sendo realizada a descrição dos caracteres vegetativos dos grupos de feijão-fava multiplicados.

A colheita iniciou-se na primeira semana do mês de junho de 2015, com repasse semanal feito durante todo o mês. O ciclo da cultura foi de aproximadamente 180 dias. Os acessos que apresentaram maior produção de vagens por planta foram os G14, G15 e G4 com 204, 211 e 474 vagens, respectivamente (Figura 2). Guimarães et al. (2007) encontraram uma variação de 14 à 436 vagens por planta. O acesso G4 apresentou 474 vagens por planta, podendo esse valor ser explicado devido à condução de somente uma planta no experimento, e mesmo assim, as vagens não granaram, resultando em baixa produção de sementes nesse grupo.



Figura 1. Sementes dos 14 acessos de feijão-fava utilizados no trabalho.

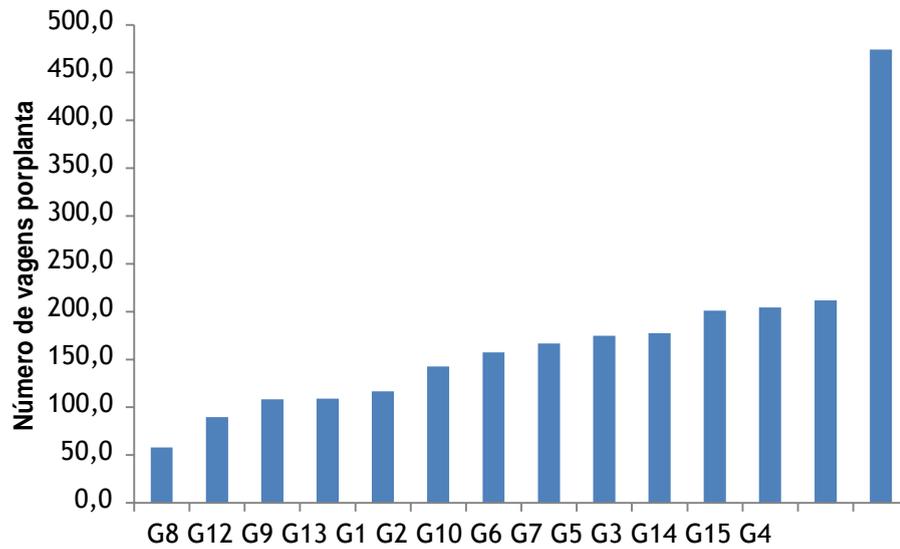


Figura 2. Número de vagens por planta de 14 acessos de feijão-fava.

Os acessos com maior produção de sementes por planta foram os G5, G14 e G15 com 222, 272 e 282 g por planta, respectivamente (Figura 3). O acesso G8, com 35 g por planta, apresentou uma baixa produção, podendo ser atribuída à fração do solo apresentar encharcamento. O feijão-fava, bem como outras *Fabaceas* não toleram o encharcamento excessivo do solo (PEDÓ et al, 2017). Pôde-se observar que as plantas do G8 não se desenvolveram tão bem quanto às outras plantas dos demais grupos, apresentando um amarelecimento generalizado, poucos ramos, entrenós e folhas. Diegues (2014) trabalhando com os mesmos acessos de feijão-fava em vasos, observou que o grupo 08 foi o segundo mais produtivo.

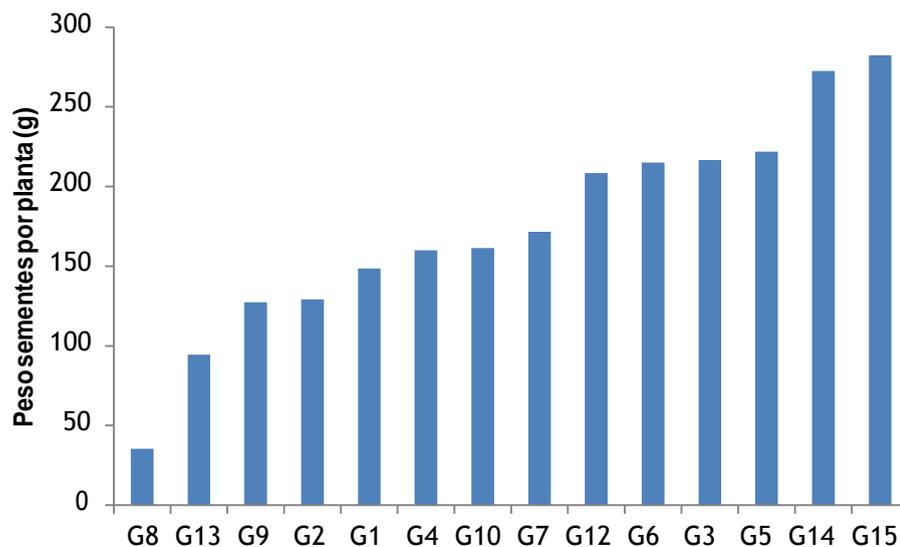


Figura 3. Produção de sementes por planta de 14 acessos de feijão-fava.

Nesse experimento de multiplicação do material vegetal, após a colheita das vagens e debulha, observando o tegumento das sementes, foi constatado que os acessos G2, G14 e G15 apresentavam segregação, ou seja, sementes de cores distintas. Assim, as sementes da F1, para esses acessos, possuíam mais de um padrão de coloração do tegumento, caracterizando que o material ainda não atingiu o equilíbrio genético, não possuindo os alelos fixados. Assim, justifica-se a exclusão desses acessos para os experimentos seguintes em sistema de espaldeira vertical e plantio em vasos.

As variáveis diâmetro do caule (DiC), comprimento da folha (CoF) e largura da vagem (LaF) apresentaram as médias gerais, 10,59, 93,01 e 68,89 mm, respectivamente (Tabela 1). O acesso G4, com diâmetro do caule de 21,0 mm, foi o acesso com o maior valor para esse parâmetro, podendo ser atribuído à existência de apenas uma planta no experimento, a qual encontrou condições favoráveis para desenvolver e o caule tornou-se volumoso. Esta planta apresentou grande produção de vagens, porém não foi uma das mais produtivas em sementes. Em média o tamanho do botão floral (TBF) dos acessos avaliados foi 6,54 mm. Em valores absolutos não ocorreu grande variação entre os tamanhos dos botões florais dos acessos avaliados.

O comprimento da vagem (CoV), a largura da vagem (LaV), espessura da vagem (EsV) apresentaram as médias, 55,78, 12,69 e 8,18 mm, respectivamente. Os acessos com as vagens mais compridas foram os G1, G2, G9 e G10, com comprimento maior que 60 mm. A média do número de lóculos por vagem foi 2,88. Os acessos que apresentaram maior número de lóculos por vagem (NLV) foram G10 e G13, com 3,3 lóculos. O acesso com menor número de lóculos por vagem foi o G5, com 2,2 lóculos.

Para o comprimento da semente (CoS), largura da semente (LaS) e espessura da semente (EsS), as médias foram 11,51, 8,24 e 5,42 mm, respectivamente. Com essas variáveis foi possível descrever a forma e o perfil das sementes. Pôde-se observar com os dados da tabela 3, que de fato os acessos G2, G14 e G15 estão segregando para o descritor forma da semente (FoS). Dentro dos três grupos encontram-se sementes esféricas, elípticas e oblongas. Para o descritor perfil da semente (PeS), verifica-se uma maior variação dentro dos acessos. Sendo que apenas os acessos G1, G2 e G14 com 100 % de sementes achatadas, e o acesso G4 com 100 % sementes semicheias, apresentam um padrão uniforme do descritor.

Tabela 1. Médias com os desvios-padrões das variáveis fenotípicas quantitativas, diâmetro de caule (DiC, em mm), comprimento de folha (CoF, em mm), largura de folha (LaF, em mm), tempo médio de floração (TMF, em dias), tamanho de botão floral (TBF, em mm), comprimento de vagem (CoV, em mm), largura de vagem (LaV), espessura de vagem (EsV, em mm), número de lócus por vagem (NLV), comprimento de semente (CoS, em mm), largura de semente (LaS, em mm), espessura de semente (EsS, em mm), número de vagens por planta (NuV) e peso total das sementes por planta (PTS) dos 14 acessos de *Phaseolus lunatus* L. pertencentes à coleção de germoplasma da UFRRJ.

Acessos	DiC	CoF	LaF	TMF	TBF	CoV	LaV
G1	8,6 (±1,8)	85,0 (±10,2)	63,4 (±11,1)	121,0 (±0,0)	5,7 (±0,6)	60,8 (±7,3)	13,7 (±1,4)
G2	10,0 (±3,6)	90,7 (±20,5)	65,9 (±12,6)	131,0 (±0,0)	5,5 (±0,6)	61,2 (±8,3)	15,0 (±1,1)
G3	10,0 (±2,6)	99,7 (±12,6)	71,1 (±9,2)	121,0 (±0,0)	6,0 (±0,6)	49,7 (±6,0)	13,6 (±1,1)
G4	21,0 (±0,0)	100,0 (±0,0)	85,0 (±0,0)	121,0 (±0,0)	7,0 (±0,0)	52,5 (±4,1)	9,1 (±0,9)
G5	10,9 (±2,7)	97,7 (±15,5)	70,1 (±11,2)	124,0 (±0,0)	6,5 (±0,4)	43,1 (±4,0)	8,3 (±0,6)
G6	9,0 (±1,2)	95,6 (±15,6)	67,1 (±13,6)	132,0 (±0,0)	6,5 (±0,8)	58,4 (±4,2)	13,5 (±1,6)
G7	10,8 (±2,9)	90,3 (±18,9)	71,3 (±13,1)	125,0 (±0,0)	6,8 (±0,6)	58,0 (±6,2)	12,4 (±1,5)
G8	7,2 (±1,9)	72,5 (±8,9)	51,5 (±7,0)	97,0 (±0,0)	6,2 (±0,6)	54,5 (±5,0)	14,0 (±1,0)
G9	11,3 (±3,9)	105,8 (±15,4)	69,2 (±12,9)	121,0 (±0,0)	6,7 (±0,6)	60,0 (±5,7)	14,4 (±1,1)
G10	10,8 (±4,0)	88,3 (±13,1)	68,6 (±10,0)	132,0 (±0,0)	6,4 (±0,4)	62,4 (±5,7)	11,6 (±1,0)
G12	9,0 (±2,5)	82,7 (±17,0)	60,0 (±12,5)	119,0 (±0,0)	6,5 (±0,6)	50,2 (±5,2)	13,6 (±0,7)
G13	8,3 (±2,0)	92,0 (±11,5)	66,9 (±7,7)	120,0 (±0,0)	6,7 (±0,6)	53,4 (±5,5)	13,2 (±1,3)
G14	12,4 (±5,1)	96,5 (±14,1)	78,8 (±10,0)	131,0 (±0,0)	6,5 (±0,4)	57,3 (±10,3)	12,6 (±1,4)
G15	9,0 (±3,5)	105,3 (±15,6)	75,6 (±10,6)	131,0 (±0,0)	6,8 (±0,4)	59,4 (±10,0)	12,5 (±1,2)
Média	10,59	93,01	68,89	123,29	6,54	55,78	12,69
Acessos	EsV	NLV	CoS	LaS	EsS	NuV	PTS
G1	8,4 (±0,7)	3,2 (±0,7)	12,2 (±1,3)	8,9 (±1,1)	5,1 (±0,6)	116,9 (±0,0)	148,0 (±0,0)
G2	8,8 (±0,8)	2,7 (±0,6)	13,2 (±1,2)	9,3 (±0,6)	5,2 (±0,5)	142,7 (±0,0)	129,0 (±0,0)
G3	7,9 (±1,0)	3,2 (±0,7)	9,0 (±0,5)	7,7 (±0,8)	5,9 (±0,5)	201,3 (±0,0)	216,0 (±0,0)
G4	5,9 (±1,3)	2,6 (±0,4)	12,0 (±0,0)	7,0 (±0,0)	5,5 (±0,0)	474,0 (±0,0)	160,0 (±0,0)
G5	7,6 (±0,6)	2,2 (±0,5)	12,6 (±0,7)	6,5 (±0,4)	5,0 (±0,2)	177,5 (±0,0)	221,0 (±0,0)
G6	8,1 (±0,9)	3,2 (±0,5)	10,5 (±1,3)	8,1 (±0,4)	5,8 (±0,6)	166,8 (±0,0)	215,0 (±0,0)
G7	9,2 (±0,8)	3,1 (±0,7)	11,1 (±1,2)	8,4 (±0,3)	5,2 (±0,6)	174,8 (±0,0)	171,0 (±0,0)
G8	7,4 (±1,1)	3,0 (±0,6)	9,5 (±0,7)	7,9 (±0,4)	5,5 (±0,7)	58,2 (±0,0)	35,0 (±0,0)
G9	9,2 (±0,7)	2,5 (±0,5)	13,0 (±0,8)	9,4 (±0,6)	5,4 (±0,4)	108,4 (±0,0)	127,0 (±0,0)
G10	8,5 (±0,6)	3,3 (±0,5)	10,6 (±0,6)	8,1 (±0,4)	5,1 (±0,5)	157,4 (±0,0)	161,0 (±0,0)
G12	8,1 (±0,6)	3,1 (±0,7)	9,3 (±0,4)	7,7 (±0,7)	6,1 (±0,3)	89,8 (±0,0)	208,0 (±0,0)
G13	8,2 (±1,1)	3,3 (±0,5)	9,7 (±0,7)	8,2 (±0,3)	5,6 (±0,5)	109,1 (±0,0)	94,0 (±0,0)
G14	9,3 (±0,9)	2,5 (±0,6)	14,1 (±0,9)	9,5 (±0,5)	5,2 (±0,6)	204,5 (±0,0)	272,0 (±0,0)
G15	7,9 (±1,3)	2,4 (±0,7)	14,4 (±1,1)	8,7 (±0,9)	5,3 (±0,2)	211,7 (±0,0)	282,0 (±0,0)
Média	8,18	2,88	11,51	8,24	5,42	170,94	174,21

O acesso G2, com 27,27 % das plantas e o acesso G9, com 81,81 % das plantas, apresentaram pigmentação do caule localizada nos nós. Essa pigmentação é caracterizada pela coloração roxa em determinados locais do caule, devido à presença do pigmento antocianina no caule (SILVA, 2005). Os demais acessos não apresentaram pigmentação no caule, onde 100 % das plantas apresentaram coloração completamente verde (Tabela 2).

Verificou-se que 100 % das plantas dos acessos G4 e G14, apresentaram a ramificação do tipo densamente ramificado e 100 % das plantas do acesso G8 com a ramificação do tipo 1 caule principal, ramos laterais a começar nos primeiros nós. Os demais acessos, para este descritor, observa-se diferentes tipos de ramificação dentro do grupo.

Todas as plantas avaliadas no experimento tinham o hábito de crescimento indeterminado (HC) e a cor da nervura da folha (CrNF) verde. Para o descritor cor da folha (CrF), os acessos G8 e G9, 100 % das plantas eram verde pálido. Para os acessos G6, G10 e G12, 100 % das plantas eram verde intermediário. Os acessos G1, G2, G3, G4, G5, G7, G13, G14 e G15, apresentaram 100 % das plantas verde escuro. A cor da folha é um descritor muito subjetivo, uma vez que pode variar dentro das plantas do grupo em função de diferentes níveis de fertilidade do solo, luminosidade incidente sobre a folha, ataque de doenças, idade da planta, posição na planta e condições do ambiente (SILVA, 2005).

Para o descritor pilosidade da folha (PiF), 100 % das plantas dos acessos G3, G5, G6, G7, G8, G12, G14 e G15 eram glabras. Já os acessos G1, G2, G4, G9, G10 e G13, 100 % das plantas eram ligeiramente pubescente. Houve uma grande variação no formato da folha, sendo que os acessos G1, G2, G3, G5, G10 e G14, as folhas eram ovais.

O acesso G9 apresentou a cor das asas (CrA) ou pétalas violeta. No acesso G2 houve segregação para esse descritor, apresentando pétalas brancas e rosa claro. Os acessos G13 e G15 também segregaram para esse descritor, com pétalas brancas e violetas nas plantas. Para os demais acessos todas as plantas apresentaram pétalas brancas. Para todos os acessos a cor da quilha (CoQ) da flor foi esverdeada. Os acessos G4 e G8 tinham a cor do estandarte (CrE) branco. Nos demais acessos, o estandarte era na cor verde. O padrão de abertura das asas (AbA) ou pétalas foi fechada para todos os acessos avaliados.

Os acessos G1, G3, G9 e G15 segregaram para o descritor curvatura da vagem (CuV). Os acessos G2, G5 e G14 apresentaram as vagens curvas. Nos demais as vagens eram ligeiramente curvas.

Tabela 2. Porcentagem de plantas quanto a pigmentação do caule (PiC), hábito de crescimento (HC), ramificação (RAM), cor da nervura da folha (CrNF), cor da folha (CrF), pilosidade da folha (PiF) e formato da folha (FoF) dos 14 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da UFRRJ.

Acessos	PiC		HC	RAM					CrNF		CrF			PiF		FoF		
	Sem pigmentação	Localizada nos nós	Indeterminado	1*	2*	3*	4*	5*	Verde	Verde Pálido	Verde Intermediário	Verde Escuro	Glabra	Ligeiramente Pubescente	Redonda	Oval	Oval-Lanceolado	Lanceolado
G1	100	0	100	0	46,6	46,6	0	6,6	100	0	0	100	0	100	0	100	0	0
G2	72,7	27,2	100	0	9,1	63,6	0	27,2	100	0	0	100	0	100	0	100	0	0
G3	100	0	100	0	41,6	50	0	8,3	100	0	0	100	100	0	0	100	0	0
G4	100	0	100	0	0	0	0	100	100	0	0	100	0	100	100	0	0	0
G5	100	0	100	0	9,1	0	0	90,9	100	0	0	100	100	0	0	100	0	0
G6	100	0	100	0	12,5	87,5	0	0	100	0	100	0	100	0	0	0	100	0
G7	100	0	100	0	50	50	0	0	100	0	0	100	100	0	25	41,6	33,3	0
G8	100	0	100	0	100	0	0	0	100	100	0	0	100	0	0	0	0	100
G9	18,1	81,8	100	9,1	0	90,9	0	0	100	100	0	0	0	100	0	0	100	0
G10	100	0	100	6,6	0	93,3	0	0	100	0	100	0	0	100	0	100	0	0
G12	100	0	100	30,7	0	69,2	0	0	100	0	100	0	100	0	0	0	100	0
G13	100	0	100	53,8	0	46,1	0	0	100	0	0	100	0	100	15,4	7,7	76,9	0
G14	100	0	100	0	0	0	0	100	100	0	0	100	100	0	0	100	0	0
G15	100	0	100	0	0	15,4	0	84,6	100	0	0	100	100	0	0	0	100	0

1\* = 1 caule principal, ramos laterais curtos, raros ou inexistentes; 2\* = 1 caule principal, raros ramos laterais a começar nos primeiros nós; 3\* = 2 ou 3 caules principais a começar nos primeiros nós; 4\* = 2 ou 3 caules principais e outros ramos laterais; 5\* = densamente ramificado

Tabela 3. Porcentagem de plantas quanto a cor das asas (CrA), cor da quilha (CoQ), cor do estandarte (CrE), abertura das asas (AbA), curvatura das vagens (CuV), formato das sementes (FoS) e perfil das sementes (PeS) dos 14 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da UFRRJ.

Acessos	CrA			CoQ	CrE		AbA		CuV Ligeiramente Curva	FoS				PeS		
	Branca	Rosa claro	Violeta	Esverdeada	Branco	Verde	Fechadas	Direita		Curva	Esférica	Elíptica	Oblonga	Achatada	Semi-cheia	Cheia
G1	100	0	0	100	0	100	100	45	50	5	70	30	0	100	0	0
G2	72,7	27,3	0	100	0	100	100	0	0	100	40	50	10	100	0	0
G3	100	0	0	100	0	100	100	15	85	0	100	0	0	20	30	50
G4	100	0	0	100	100	0	100	0	100	0	0	0	100	0	100	0
G5	100	0	0	100	0	100	100	0	0	100	0	10	90	10	60	30
G6	100	0	0	100	0	100	100	0	100	0	80	20	0	40	40	20
G7	100	0	0	100	0	100	100	0	100	0	90	10	0	70	30	0
G8	100	0	0	100	100	0	100	0	100	0	100	0	0	40	50	10
G9	0	0	100	100	0	100	100	0	90	10	80	20	0	90	10	0
G10	100	0	0	100	0	100	100	0	100	0	100	0	0	90	10	0
G12	100	0	0	100	0	100	100	0	100	0	100	0	0	10	50	40
G13	69,2	0	30,8	100	0	100	100	0	100	0	100	0	0	50	50	0
G14	100	0	0	100	0	100	100	0	0	100	40	50	10	100	0	0
G15	23,1	0	76,9	100	0	100	100	25	0	75	0	60	40	90	10	0

Com os valores das médias das variáveis quantitativas foi possível construir um dendrograma de dissimilaridade com os 14 acessos de feijão-fava utilizados no experimento de multiplicação do material vegetal. Pela análise do dendrograma (Figura 4), observou a formação de quatro grupos, com uma distância genética próxima a 60 %. O primeiro grupo formado pelos acessos G1, G2 e G8. O segundo grupo, acessos G3, G6, G12, G13, G7 e G10. O terceiro grupo, acessos G4 e G5. E o quarto grupo pelos acessos G9, G15 e G14.

Quando a distância genética foi reduzida para próximo de 35 %, o primeiro grupo se subdividiu em dois, um contendo os acessos G1 e G2, o outro contendo apenas o acesso G8. A formação de um grupo com apenas o acesso G8, deve-se a sua baixa produção de vagens e sementes. Este acesso foi prejudicado, pelo já mencionado encharcamento do solo, no local onde as plantas foram plantadas. O segundo grupo também subdividiu em dois, um contendo os acessos G3, G6, G12 e G13, o outro os acessos G7 e G10. O terceiro grupo subdividiu em dois, um com o acesso G4 e outro com acesso G5. O quarto grupo subdividiu em dois, um com os acessos G9 e G15, e o outro apenas com o acesso G14.

Notou-se pelo dendrograma, que ocorreu um agrupamento das sementes grandes e achatadas em um grupo formado pelos acessos G9, G15 e G14. As sementes oblongas em outro grupo formado pelos acessos G4 e G5. E um grande grupo por sementes pequenas e esféricas, contendo os acessos G1, G2, G8, G3, G6, G12, G13, G7 e G10. Os descritores número de vagem por planta e peso total de sementes por planta também foram determinantes para o agrupamento dos acessos, como o G15 e o G14, que foram mais produtivos e estão dentro de um mesmo grupo.

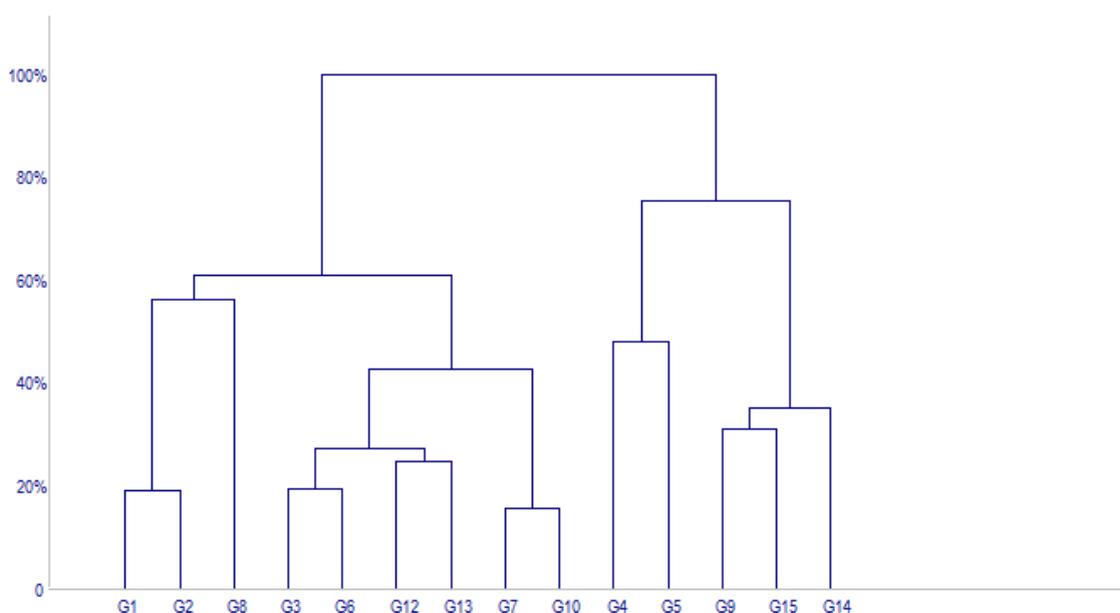


Figura 4. Dendrograma de dissimilaridade genética dos 14 acessos de *Phaseolus lunatus* L.

## 42. Componentes agronômicos de 10 acessos de feijão-fava sob sistema de espaldeira vertical em duas épocas

Entre os 14 acessos de feijão-fava multiplicados, 10 acessos apresentaram estabilidade genética, não segregando ao longo das gerações. São eles os acessos G1, G3, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G12 e G13. Esses acessos foram utilizados nos experimentos de competição de variedades em sistema de espaldeira vertical. O primeiro, entre o período de setembro de 2015 a abril de 2016. O segundo, entre março a agosto de 2016 (Figura 5).



Figura 5 – Perfuração das covas para construção da espaldeira vertical.

No primeiro experimento em sistema de espaldeira vertical (plantio de “primavera – verão”) ocorreu uma perda significativa das plantas na metade dos blocos do experimento. Praticamente 50 % das plantas não entraram na fase reprodutiva, desta forma, para esse experimento só foi possível avaliar os descritores vegetativos.

O tempo médio de floração (TMF) para o primeiro experimento foi de 190 dias. Não houve diferença estatística para número de nós (NuN), comprimento da folha (CoF) e largura da folha (LaF), apresentando em média 11,5 nós por planta, 61,7 mm e 37,1 mm, respectivamente (Tabela 4). Ocorreu diferença estatística para o descritor diâmetro do caule (DiC), sendo que o acesso com maior diâmetro de caule foi o G7, com 4,9 mm. e o acesso com menor diâmetro de caule foi o G5, com 3,3 mm.

Todas as plantas apresentaram hábito de crescimento (HC) indeterminado. Os acessos G7 e G9 apresentaram segregação para o descritor pigmentação do caule (PiC). No acesso G7 verificou-se ocorrência de plantas sem pigmentação e pigmentação localizadas nos nós. Já no

acesso G9, houve plantas sem pigmentação, pigmentação localizadas nos nós, pigmentação generalizada e com pigmentação quase total. Nos demais grupos o caule era sem pigmentação (Tabela 5).

Tabela 4. Médias das variáveis fenotípica quantitativas, diâmetro de caule (DiC, em mm), número de nós (NuN), comprimento de folha (CoF), em mm) e largura de folha (LaF, em mm) dos 10 acessos de feijão-fava (Plantio “Primavera – Verão”).

Acessos	DiC	NuN	CoF	LaF
G1	4,5 ab	12,1	63,2	39,5
G3	4,6 ab	10,4	60,2	34,3
G5	3,3 b	10,5	64,4	36,4
G6	4,7 ab	11,3	62,6	35,2
G7	4,9 a	11,4	67,1	42,4
G8	4,5 ab	11,4	56,8	33,2
G9	4,3 ab	12,8	62,7	40,0
G10	4,5 ab	12,9	59,0	37,1
G12	4,1 ab	11,0	56,1	33,0
G13	4,6 ab	11,4	65,3	40,5
Média	4,4	11,5	61,7	37,1
CV (%)	13,6	12,3	14,8	17,1

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste tukey a 5 % de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de variação.

Para o descritor ramificação (RAM) houve uma grande variação dentro dos acessos. Todos os acessos avaliados apresentaram mais de um tipo de ramificação. Prevalecendo mais plantas com 1 caule principal, ramos laterais curtos, raros ou inexistentes e plantas com 2 ou 3 caules principais a começar nos primeiros nós.

A cor da nervura da folha (CrNF) foi verde para todas as plantas. Também para o descritor cor da folha (CrF), verificou grande variabilidade dentro dos acessos, com coloração verde pálido, verde intermediário e verde escuro. Quanto à pilosidade da folha (PiF), para os acessos G1, G3 G8 G9 e G10 foram 100 % das plantas glabras. Os acessos G6, G7, G12 e G13 apresentaram 75 % das plantas glabras e 25 % das plantas ligeiramente pubescentes. O descritor formato da folha (FoF), variou entre oval e oval-lanceolado para todos os acessos (Tabela 6).

Tabela 5. Porcentagem de plantas quanto a pigmentação do caule (PiC), hábito de crescimento (HC) e ramificação (RAM), dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (Plantio “Primavera – Verão”).

Acessos	PiC				HC			RAM		
	Sem pigmentação	Localizada nos nós	Generalizada	Quase Total	Indeterminado	1*	2*	3*	4*	5*
G1	100	0	0	0	100	25	0	75	0	0
G3	100	0	0	0	100	43,7	0	56,3	0	0
G5	100	0	0	0	100	6,2	0	18,8	0	75
G6	100	0	0	0	100	25	0	68,7	0	6,2
G7	93,7	6,3	0	0	100	25	0	56,2	18,7	0
G8	100	0	0	0	100	25	0	68,7	0	6,2
G9	37,5	31,2	25	6,2	100	18,7	0	50	6,2	25
G10	100	0	0	0	100	43,7	6,3	50	0	0
G12	100	0	0	0	100	56,2	0	37,5	0	6,2
G13	100	0	0	0	100	12,5	25	56,2	6,2	0

1\* = 1 caule principal, ramos laterais curtos, raros ou inexistentes; 2\* = 1 caule principal, raros ramos laterais a começar nos primeiros nós; 3\* = 2 ou 3 caules principais a começar nos primeiros nós; 4\* = 2 ou 3 caules principais e outros ramos laterais; 5\* = densamente ramificado

Tabela 6. Porcentagem de plantas quanto a cor da nervura da folha (CrNF), cor da folha (CrF), pilosidade da folha (PiF) e forma da folha (FoF), dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (Plantio “Primavera – Verão”).

Acessos	CrNF		CrF		Glabra	PiF		FoF	
	Verde	Verde Pálido	Verde Intermediário	Verde Escuro		Ligeiramente Pubescente	Oval	Oval-Lanceolado	
G1	100	12,5	56,2	31,2	100	0	37,5	62,5	
G3	100	68,7	31,2	0	100	0	31,2	68,7	
G5	100	25	18,7	56,2	25	75	43,7	56,2	
G6	100	50	25	25	75	25	37,5	62,5	
G7	100	25	31,2	43,7	75	25	12,5	87,5	
G8	100	18,7	37,5	43,7	100	0	37,5	62,5	
G9	100	0	37,5	62,5	100	0	62,5	37,5	
G10	100	31,2	43,7	25	100	0	50	50	
G12	100	68,7	25	6,2	75	25	18,7	81,2	
G13	100	50	25	25	75	25	31,2	68,7	

No segundo experimento (plantio de “outono - inverno”) foi possível avaliar tanto os descritores qualitativos, quanto os descritores quantitativos. Todas as plantas do experimento entraram na fase reprodutiva.

O tempo médio de floração (TMF) dos acessos estudados foi 50 dias. Houve uma redução do tempo médio de floração para esse experimento em relação aos anteriores. Quando plantado no mês de setembro de 2015 registrou 190 dias para as plantas entrarem em floração. Quando plantado no mês de dezembro de 2014 foram 123 dias para que 50 % das plantas entrassem em floração (Figura 6). Esse comportamento é típico de plantas de dias curtos e fabáceas como soja, feijão-comum e feijão-fava que se comportam dessa maneira (BATTISTI, 2013; JÚNIOR, 2012).

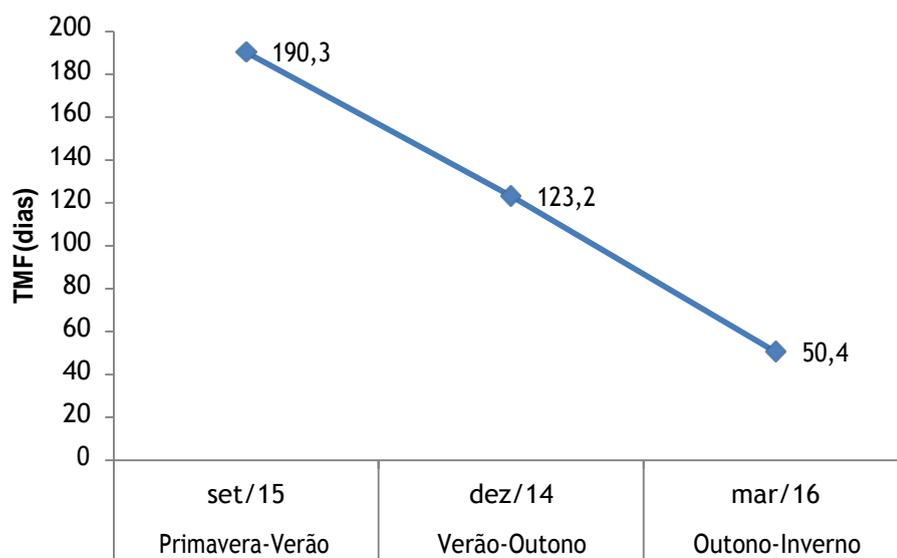


Figura 6. Tempo médio de floração dos acessos estudados em cada estação do ano.

Na figura 7, o período onde registra os menores valores para comprimento do dia é entre os meses de junho e julho. Em torno de 10 horas e 40 minutos o comprimento do dia. A relação entre o tempo médio de floração e o comprimento do dia para o feijão-fava é diretamente proporcional. À medida que aumentou o comprimento do dia, o tempo médio de floração também aumentou.

Segundo Freire Filho et al. (2005) *apud* Oliveira et al. (2011), a precocidade é uma importante característica, pois representa a possibilidade da realização de até três cultivos por ano, compreendendo os cultivos de sequeiro e irrigado, possibilitando aumentar e/ou estabilizar a produção em regiões com longos períodos de seca.

Quando o plantio foi realizado em setembro, as plantas apresentaram uma tendência de alongar mais o ciclo, produzindo grande massa vegetal e o florescimento mais tardio.

Plantado em dezembro, também produziu considerável massa vegetal, mais o ciclo tendeu a reduzir. Já plantado em março, no período onde os dias são mais curtos, produziu pouca massa vegetal, com poucos nós, ramos e folhas, reduzindo drasticamente os dias para entrar em floração e o ciclo. É preciso realizar trabalhos que determinem o período ótimo do plantio do feijão-fava, que verifiquem o menor ciclo da cultura com a maximização da produção.

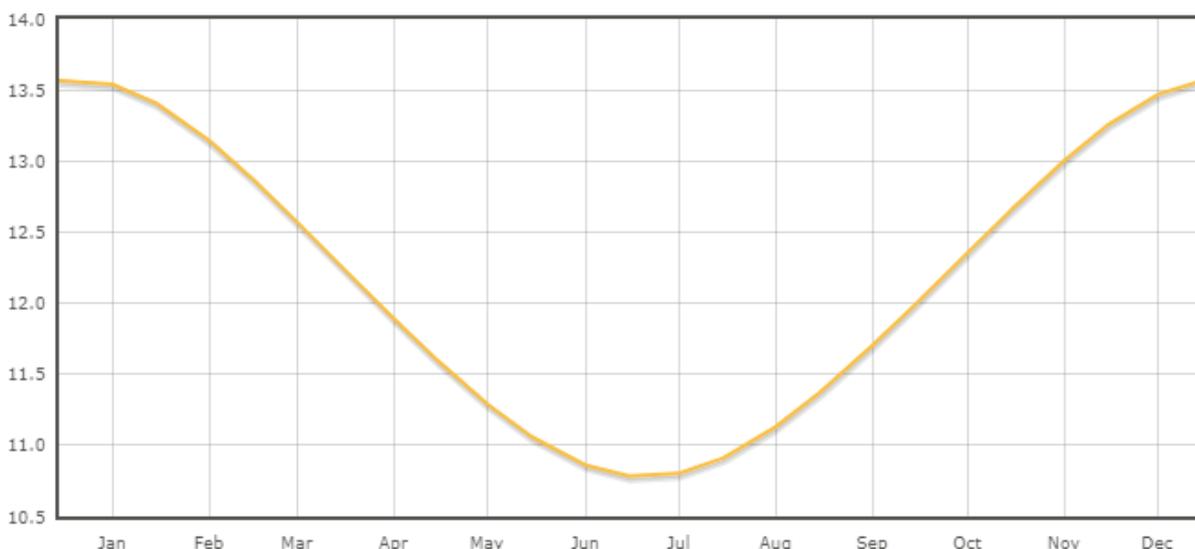


Figura 7. Duração do dia durante o ano no município de Seropédica – RJ.

Fonte: <http://www.solartopo.com/duracao-do-dia-durante-o-ano.htm>

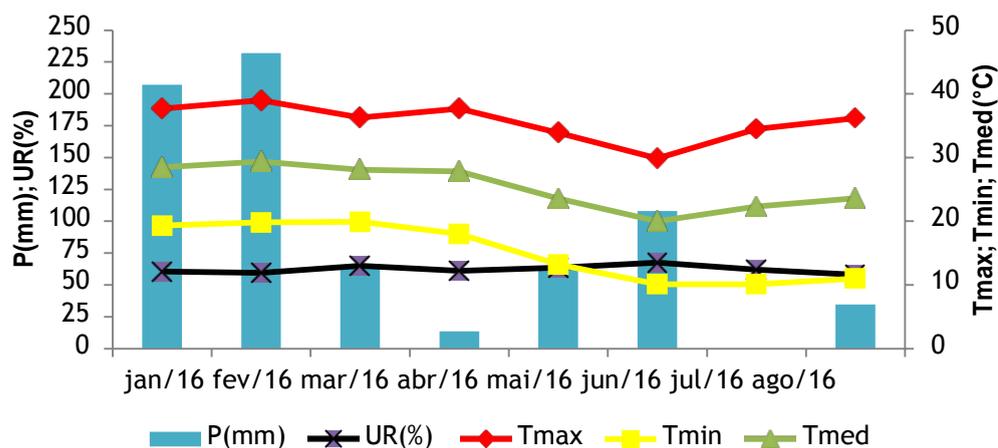
Durante a condução do experimento a temperatura média máxima foi 34,7 °C, e a temperatura média mínima foi 13,7 °C. A temperatura média foi 24,2 °C. A umidade relativa média foi 62,8 % e a precipitação acumulada no período foi 283,8 mm (Figura 8).

Há uma tendência do feijão-fava tolerar temperaturas mais altas e condição de encharcamento do solo em comparação com o feijão-comum. Para o feijão-comum, a temperatura média ótima durante o ciclo da cultura é de 18 a 24 °C. (VIEIRA, 1992; OLIVEIRA et al., 2004).

Poucos trabalhos foram feitos para determinar a necessidade hídrica do feijão-fava. Por apresentar uma grande diversidade de variedades, resulta em variados ciclos e necessidades hídricas distintas. Em média, durante o ciclo do feijão-fava, a sua necessidade hídrica pode ultrapassar os 700 mm, a depender da variedade e das condições edafoclimáticas do local de plantio (MOUSINHO, 2010).

Em um experimento em Sapé - PB, utilizando a variedade “Boca-de-moça”, Melo (2005) obteve produtividade de feijão-fava de 2.500 kg.ha<sup>-1</sup>, com uma irrigação de 761 mm durante todo ciclo da cultura. No plantio em sistema de espaldeira vertical, em Seropédica -

RJ, a complementação da exigência hídrica da cultura foi realizada por meio de sistema de irrigação por aspersão convencional.



P (mm) = precipitação; UR % = umidade relativa; Tmax = temperatura máxima; Tmin = temperatura mínima; Tmed = temperatura média

Figura 8. Gráfico de precipitação, umidade relativa, temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média, estação Seropédica - Ecologia Agrícola, município Seropédica – RJ, no período de janeiro de 2016 à agosto de 2016.

Não houve diferença estatística para os descritores diâmetro do caule (DiC), número de nós (NuN), comprimento da folha (CoF) e largura da folha (LaF), apresentando na média geral 4,7 mm, 11,9, 74,6 mm e 44,3 mm, respectivamente (Tabela 7). Também não houve diferença estatística para tamanho do botão floral (TBF), com média de 5,4 mm. Para o descritor número de vagens (NuV), não houve diferença estatística mesmo variando de 38,2 à 69,9 vagens por planta, segundo Silva e Freitas (1996), este é um fato importante, já que o recomendável para a espécie é um número de vagens por planta superior a 20. Ao transformar os valores da variável em  $\sqrt{\quad}$ , também não houve diferença estatística. Nesse descritor observou-se um coeficiente de variação de 37,8 %, considerado alto, uma vez que em experimentos a campo é recomendado o coeficiente de variação até 20 % (BANZATTO E KRONKA, 2008). Esta alta variabilidade dentro dos acessos para o descritor número de vagens por planta, deve ser explorada.

Segundo Guimarães et al. (2007), esta variabilidade apresentada é uma característica genética importante na identificação de acessos potencialmente produtivos. Oliveira et al. (2011) também encontraram variabilidade para acessos de feijão-fava, de 54 a 19 vagens por planta.

Plantas que apresentem alta produção de vagens são potencialmente mais produtivas, assim, selecionar plantas individualmente dentro de cada acesso, para obtenção de material mais produtivo, faz-se necessário para ganhos em produtividade ao longo das gerações. Trabalhos futuros devem ser feitos com objetivo de aumentar os ganhos em produção dos acessos da coleção de germoplasma de feijão-fava da UFRRJ.

Para o descritor tempo médio de floração (TMF), ocorreu diferença estatística entre os acessos de feijão-fava. Os acessos G5 e G9 foram os mais precoces, apresentando 46 e 45 dias, respectivamente, para entrarem em floração. Seguido do acesso G10, com 53 dias para floração. O acesso mais tardio para florescer foi o G8, com 64 dias, quando 50 % das plantas do grupo entraram em floração.

Trabalhando com a caracterização botânica e agrônômica de acessos de feijão-fava, Oliveira et al. (2011) obtiveram para a variável tempo médio de floração, acessos precoces e tardios variando de 55 dias a 107 dias para o início do florescimento nos meses de setembro a fevereiro, em Mossoró – RN.

Para os descritores comprimento da vagem (CoV), largura da vagem (LaV) e espessura da vagem (EsV), houve diferença estatística. O acesso que apresentou maior comprimento, largura e espessura da vagem foi o G9, com 61,5, 15,0 e 8,9 mm, respectivamente. De fato esse acesso tinha a maior vagem entre os acessos avaliados. O acesso G5 apresentou o menor comprimento e menor largura da vagem, com 46,5 e 10,3 mm, respectivamente. E o acesso com menor espessura da vagem foi o G13, com 6,4 mm.

Os descritores número de lóculos na vagem (NLV), número de sementes na vagem (NuS), comprimento da semente (CoS), largura da semente (LaS), espessura da semente (EsS), peso de uma semente (PuS) e peso de cem sementes (PCS) apresentaram diferença estatística significativa entre os acessos estudados (Tabela 8).

Os acessos com maior número de lóculos (NLV) na vagem foram G3, G7, G8, G10, G12 e G13, com a média de 3,2 lóculos. O acesso que apresentou menor número de lóculos por vagem foi o acesso G5, com 2,2 lóculos. Os acessos com maior número de sementes (NuS) na vagem foram G3, G7, G8 e G13, com a média 2,8 sementes por vagem. Houve uma tendência dos acessos com maior número de lóculos por vagem apresentarem também maior número de sementes por vagem. Guimarães et al. (2007), estudando a caracterização morfológica e molecular de quatorze acessos de feijão-fava, encontraram valores para o número de sementes por vagem variando de duas a seis.

O acesso G9, com 14,9 mm de comprimento da semente (CoS), e 9,4 mm de largura da semente (LaS) foi a semente mais comprida e larga. Os acessos G3 e G12 foram os de menor comprimento das sementes, com 8,9 e 9,0 mm, respectivamente. O acesso G8 foi o de maior espessura da semente (EsS), com 6,2 mm. Os acessos com menor espessura da semente foram os acessos G1, G5 e G10, com 5,0 mm. Os descritores CoS, LaS e EsS são importantes para descreverem a forma e o perfil das sementes.

Estudando a qualidade física, fisiológica e morfologia externa de sementes de dez variedades de feijão-fava, Nobre et al. (2012) observaram uma variação em função do comprimento, largura e espessura das sementes, que variaram de 9,04 a 18,88 mm, 7,72 a 12,49 mm e de 5,37 a 6,52 mm, respectivamente.

Os descritores peso de uma semente (PuS) e peso de cem sementes (PCS) apresentaram diferença estatística significativa. O acesso com maior peso de uma semente e por consequência maior peso de cem sementes foi o G9, com 0,62 g e 58,5 g, respectivamente, semelhante ao resultado encontrado por Nobre et al. (2012), com valores médios de 57,37 g para cada 100 sementes. Os demais acessos apresentaram peso de uma semente em média 0,32 g e o peso de cem sementes 34,7 g, não diferindo estatisticamente entre si.

O peso total de semente (PTS) variou, com o acesso G10 produzindo em média 32,5 g por planta, e os acessos G8 e G9 produzindo 65,5 e 65,6 g, respectivamente. Não houve diferença estatística para o descritor (PTS). Mesmo transformando os valores do descritor em  $\sqrt{\quad}$  observou-se pelos dados da tabela 8, que o coeficiente de variação para (PTS) foi 36,3 %, considerado alto. Essa variabilidade dentro do acesso deve ser explorada, selecionando as plantas mais produtivas ao longo das gerações.

O acesso G9 apresentou diferentes padrões de pigmentação do caule (PiC), com caules sem pigmentação, pigmentação localizada no nós, pigmentação generalizada e quase total. No acesso G10, em 6,25 % das plantas ocorreu pigmentação do caule localizada nos nós, os demais acessos não apresentaram pigmentação no caule. O hábito de crescimento (HC) foi indeterminado para todos os acessos. Para o descritor ramificação (RAM) ocorreu grande variabilidade dentro dos acessos estudados, com uma tendência maior de apresentar plantas com ramificação do tipo 1, com caule principal, ramos laterais curtos, raros ou inexistentes; e do tipo 2, com 1 caule principal, raros ramos laterais a começar nos primeiros nós (Tabela 9).

Tabela 7. Médias das variáveis fenotípica quantitativas, diâmetro do caule (DiC, em mm), número de nós (NuN), comprimento da folha (CoF, em mm), largura da folha (LaF, em mm), – tempo médio de floração (TMF, em dias), tamanho do botão floral (TBF, em mm), número de vagens por planta (NuV), comprimento da vagem (CoV, em mm), largura da vagem (LaV, em mm) e espessura da vagem (EsV, em mm) dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. (Plantio “Outono – Inverno”).

Acessos	DiC	NuN	CoF	LaF	TMF	TBF	NuV	CoV	LaV	EsV
G1	4,8	11,5	79,2	45,3	48,5 bcd	5,4	44,9	57,2 abc	13,9 ab	7,6 bc
G3	4,8	11,3	70,2	40,6	47,0 cd	5,4	48,6	48,8 cd	14,4 ab	6,7 bc
G5	4,0	11,6	70,0	40,8	46,0 d	5,3	51,3	46,5 d	10,3 c	7,7 ab
G6	4,4	12,1	73,7	41,8	49,7 bcd	5,8	39,6	59,1 ab	13,8 ab	7,2 bc
G7	4,7	12,1	73,1	43,6	50,2 bcd	5,6	43,9	56,3 abc	13,6 ab	7,5 bc
G8	4,9	11,6	73,0	42,7	64,0 a	5,3	69,9	53,7 abcd	14,2 ab	7,4 bc
G9	4,8	12,7	79,2	49,5	45,0 d	5,5	60,6	61,5 a	15,0 a	8,9 a
G10	4,7	12,6	78,0	48,0	53,5 b	5,2	38,2	56,3 abc	12,4 b	8,0 ab
G12	5,0	11,0	73,8	43,8	51,7 bc	5,0	41,1	49,2 cd	13,9 ab	7,0 bc
G13	5,0	12,3	75,5	46,7	48,7 bcd	5,5	51,0	51,5 bcd	13,2 ab	6,4 c
Média	4,7	11,9	74,6	44,3	50,4	5,4	48,9	54,0	13,5	7,4
CV (%)	9,0	10,3	7,3	9,3	4,6	6,3	37,8	6,5	6,3	7,2

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste tukey a 5 % de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de variação.

Tabela 8. Médias das variáveis fenotípica quantitativas, número de lóculos por vagem (NLV), número de semente por vagem (NuS), comprimento da semente (CoS, em mm), largura da semente (LaS, em mm), espessura da semente (EsS, em mm), peso de uma semente (PuS, em g), peso de cem sementes (PCS, em g) e peso total de sementes por planta (PTS, em g) dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. (Plantio “Outono – Inverno”).

Acessos	NLV	NuS	CoS	LaS	EsS	PuS	PCS	PTS
G1	2,9 ab	2,5 abc	11,3 bc	7,9 b	4,9 c	0,33 b	36,2 b	39,2
G3	3,3 a	2,9 a	8,9 e	7,5 b	5,7 ab	0,30 b	33,6 b	44,0
G5	2,2 c	2,0 c	12,1 b	7,1 b	5,0 c	0,36 b	38,1 b	42,8
G6	3,0 ab	2,6 ab	9,8 cde	7,5 b	5,4 bc	0,31 b	32,3 b	34,0
G7	3,2 a	2,8 a	10,6 bcd	7,8 b	5,4 bc	0,35 b	36,6 b	39,7
G8	3,2 a	2,8 a	9,2 de	7,9 b	6,2 a	0,34 b	37,7 b	65,5
G9	2,5 bc	2,2 bc	14,1 a	9,4 a	5,6 ab	0,62 a	58,5 a	65,6
G10	3,3 a	2,5 abc	10,4 cde	7,7 b	5,0 c	0,30 b	34,7 b	32,5
G12	3,1 a	2,6 ab	9,0 e	7,6 b	5,8 ab	0,32 b	33,9 b	36,9
G13	3,2 a	3,0 a	9,4 de	7,4 b	5,3 bc	0,27 b	29,8 b	41,1
Média	3,0	2,6	10,5	7,8	5,4	0,3	37,1	44,1
CV (%)	6,9	8,6	5,88	5,3	4,3	13,4	13,5	36,3

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste tukey a 5 % de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de variação.

A cor da nervura da folha (CrNF) foi verde nos acessos estudados. Para o descritor cor da folha (CrF), 100 % das plantas dos acessos G1, G8 e G9 foram verde escuro. Os demais acessos apresentaram variação entre a cor verde intermediário e verde escuro, para a cor da folha.

Os acessos G7 e G13 apresentaram para pilosidade da folha (PiF), 75 % das plantas com folhas ligeiramente pubescentes e 25 % das plantas com folhas moderadamente pubescentes. No acesso G10 em 100 % das plantas, a pilosidade das folhas foi glabra, os demais acessos apresentaram 100 % das plantas com folhas ligeiramente pubescentes.

Nos acessos G7 e G10 ocorreu 6,25 % das plantas com o formato da folha (FoF) oval e 93,7 % das plantas com formato da folha oval-lanceolado. Os demais acessos se mostraram 100 % com o formato da folha oval-lanceolado.

O acesso G9 segregou para o descritor cor das asas (CrA), apresentando flores com pétalas brancas, rosa claro, rosa escuro e violeta. No acesso G10, 6,25 % das plantas apresentaram a cor da pétala rosa claro e 93,75 % das plantas pétala de cor branca. Nos demais acessos todas as plantas apresentaram a cor da pétala branca. Para todos os acessos a cor da quilha (CoQ) foi verde. Os acessos G9 e G10 com a cor do estandarte (CrE) variando entre verde e rosa escuro, para os demais acessos a cor do estandarte foi verde. Houve uma tendência das plantas apresentarem o padrão de abertura das asas (AbA) do tipo fechadas, mas observou para os acessos G1, G5, G7, G9 e G13 o padrão de abertura medianamente abertas e para os acessos G9 e G13 o padrão de abertura muito separadas (Tabela 10).

Houve uma grande variação para o descritor curvatura da vagem (CuV). Todos os acessos apresentaram mais de uma característica para CuV, observando vagens direitas, ligeiramente curvas e curvas.

Para o descritor formato das sementes (FoS), os acessos G3, G8 e G12 apresentaram 100% das sementes em formato esférico, nos demais acessos houve variação, ocorrendo sementes elípticas e oblongas. Para o perfil da semente (PeS), os acessos não expressaram um padrão uniforme no descritor, apresentando tendência em caracterizá-los como sementes achatadas, semicheias e cheias.

Com os valores das médias das variáveis quantitativas foi possível construir um dendrograma de dissimilaridade com os 10 acessos de feijão-fava utilizados no experimento de espaladeira vertical. Pela análise do dendrograma (Figura 9), observou a formação de quatro grupos, com uma distância genética próxima a 60 %. O primeiro grupo formado pelos acessos G1, G10, G6, G7 e G13; o segundo grupo formado pelos acessos G3, G12 e G8; o terceiro

grupo formado apenas pelo acesso G5 e o quarto grupo formado apenas pelo acesso G9 (Figura 9).

Quando a distância genética foi reduzida para próximo de 40 %, o primeiro grupo se subdividiu em dois, um contendo os acessos G1 e G10, e o outro os acessos G6, G7 e G13. O segundo grupo se subdividiu em dois, um contendo os acessos G3 e G12, e o outro apenas o acesso G8.

Foi possível observar pelo dendrograma a formação de um grupo com apenas o acesso G9, caracterizado por sementes grandes, elípticas e achatadas, com peso de uma semente de 0,62 g; a formação de um grupo com apenas o acesso G5, caracterizado pela forma das sementes em oblongas e um grande agrupamento das sementes pequenas, com o formato esférico e peso de uma semente 0,32 g, formado pelos acessos G1, G10, G6, G7, G13, G3, G12 e G8.

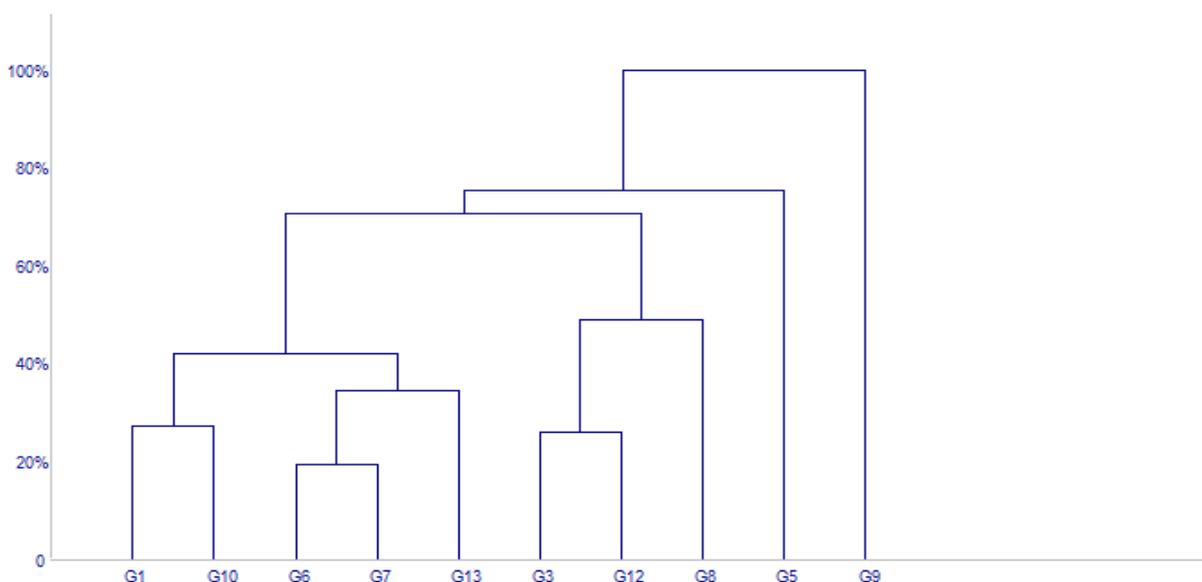


Figura 9. Dendrograma de dissimilaridade genética dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. (Plantio “outono – inverno”).

Filho et al. (2010) observaram uma maior consistência nos padrões de agrupamento de cultivares de feijão através do método da ligação média entre grupo (Ward), obtido a partir da matriz de distância euclidiana.

Tabela 9. Porcentagem de plantas quanto a pigmentação do caule (PiC), hábito de crescimento (HC), ramificação (RAM), cor da nervura da folha (CrNF), cor da folha (CrF), pilosidade da folha (PiF) e formato da folha (FoF) dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (Plantio “Outono – Inverno”).

Acessos	PiC				HC		RAM				CrNF	CrF		PiF			FoF	
	Sem pigmentação	Localizada nos nós	Generalizada	Quase Total	Indeterminado	1*	2*	3*	4*	Verde	Verde Intermediário	Verde Escuro	Glabra	Ligeiramente Pubescente	Moderadamente Pubescente	Oval	Oval-Lanceolado	
G1	100	0	0	0	100	6,2	50	43,7	0	100	0	100	0	100	0	0	100	
G3	100	0	0	0	100	25	68,7	6,2	0	100	56,2	43,7	0	100	0	0	100	
G5	100	0	0	0	100	0	0	93,7	6,2	100	25	75	0	100	0	0	100	
G6	100	0	0	0	100	50	50	0	0	100	56,2	43,7	0	100	0	0	100	
G7	100	0	0	0	100	50	50	0	0	100	12,5	87,5	0	75	25	6,2	93,7	
G8	100	0	0	0	100	12,5	87,5	0	0	100	0	100	0	100	0	0	100	
G9	18,7	31,2	31,2	18,7	100	0	25	75	0	100	0	100	0	100	0	0	100	
G10	93,7	6,2	0	0	100	37,5	62,5	0	0	100	43,7	56,2	100	0	0	6,2	93,7	
G12	100	0	0	0	100	18,7	81,2	0	0	100	50	50	0	100	0	0	100	
G13	100	0	0	0	100	25	50	25	0	100	37,5	75	0	75	25	0	100	

1\* = 1 caule principal, ramos laterais curtos, raros ou inexistentes; 2\* = 1 caule principal, raros ramos laterais a começar nos primeiros nós; 3\* = 2 ou 3 caules principais a começar nos primeiros nós; 4\* = 2 ou 3 caules principais e outros ramos laterais;

Tabela 10. Porcentagem de plantas quanto a cor das asas (CrA), cor da quilha (CoQ), cor do estandarte (CrE), abertura das asas (AbA), curvatura da vagem (CuV), forma da semente (FoS) e perfil da semente (PeS) dos 10 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (Plantio “Outono – Inverno”).

Acessos	CrA				CoQ		CrE		AbA			CuV		FoS			PeS		
	Branca	Rosa claro	Rosa escuro	Violeta	Esverdeada	Rosa Escuro	Verde	Fechadas	Medianamente Abertas	Muito separadas	Direita	Ligeiramente Curva	Curva	Esférica	Elíptica	Oblonga	Achatada	Semi-cheia	Cheia
G1	100	0	0	0	100	0	100	68,7	31,2	0	37,5	30	32,5	68,7	25	6,2	68,7	31,2	0
G3	100	0	0	0	100	0	100	100	0	0	95	5	0	100	0	0	0	87,5	12,5
G5	100	0	0	0	100	0	100	62,5	37,5	0	0	6,2	93,7	0	37,5	62,5	43,7	31,2	25
G6	100	0	0	0	100	0	100	100	0	0	41,2	57,5	1,2	87,5	12,5	0	56,2	25	18,7
G7	100	0	0	0	100	0	100	81,2	18,7	0	40	60	0	81,2	18,7	0	43,7	43,7	12,5
G8	100	0	0	0	100	0	100	100	0	0	78,7	21,2	0	100	0	0	6,2	68,7	25
G9	18,7	43,7	12,5	25	100	81,2	18,7	56,2	37,5	6,2	20	48,7	31,2	25	68,7	6,2	93,7	6,2	0
G10	93,7	6,2	0	0	100	6,2	93,7	75	25	0	27,5	53,7	18,7	93,7	6,2	0	87,5	12,5	0
G12	100	0	0	0	100	0	100	100	0	0	93,7	6,2	0	100	0	0	12,5	62,5	25
G13	100	0	0	0	100	0	100	68,7	25	6,2	81,2	18,7	0	93,7	6,2	0	25	75	0

Ensaio em campo com competição de cultivares é o melhor meio técnico de verificar o potencial produtivo de variedades de plantas, dessa forma, poderem direcionar e selecionar materiais que possam contribuir para o aumento e melhoria dos materiais já existentes.

Nesse trabalho, dois dos acessos são promissores em ganhos com produtividade, são eles os acessos G8 e G9, o que permitirá aprofundar estudos fito-técnicos como época e densidade de plantio em cultivos solteiros ou em consórcio. Tais acessos, para esse experimento com densidade de plantio de 6.660 plantas.ha<sup>-1</sup>, tiveram uma estimativa de produção de 437 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes, mostrando uma boa produção para uma densidade de plantas por hectare tão baixa. Com densidade de plantio de 20.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, Neto et al. (2017) obtiveram uma produção de 1.472 kg ha<sup>-1</sup> de feijão-fava.

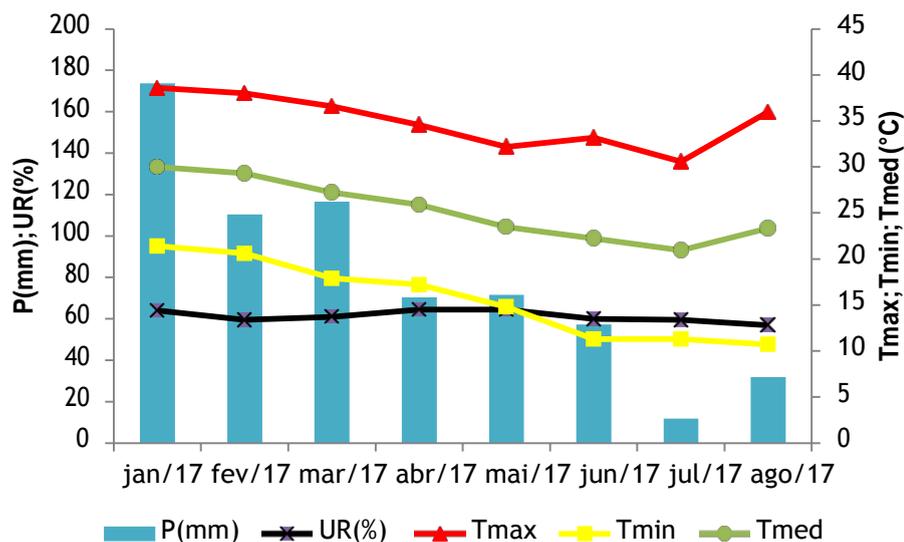
### 43. Componentes agronômicos em 15 acessos de feijão-fava com plantio em vasos

Aos 10 acessos estudados no experimento da espaldeira vertical, foram acrescentados cinco novos acessos, sendo eles: fava Tocantins, Henderson, Orelha-de-Vó, Christmas Pole e Raio-de-Sol (Figura 10).



Figura 10. Novos acessos de feijão-fava acrescentados à coleção de germoplasma da UFRRJ.

A temperatura média máxima no período do experimento foi 33,8 °C e a temperatura média mínima foi 13,8 °C. A temperatura média foi 23,8 °C. A umidade relativa média apresentou 61,0 % e a precipitação acumulada no período foi de 359,4 mm (Figura 11). A complementação da lâmina de irrigação foi feita com regador manual. A maioria dos acessos se adaptou bem à faixa de temperatura ocorrida, sendo recomendado, no município de Seropédica – RJ, plantar feijão-fava nesse período sem maiores problemas, quanto às condições climáticas.



P (mm) = precipitação; UR % = umidade relativa; Tmax = temperatura máxima; Tmin = temperatura mínima; Tmed = temperatura média

Figura 11. Gráfico de precipitação, umidade relativa, temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média, estação Seropédica - Ecologia Agrícola, município Seropédica – RJ, no período de janeiro de 2017 à agosto de 2017.

Houve diferença estatística significativa para todos os descritores quantitativos avaliados nos acessos (Tabela 11 e 12).

O diâmetro do caule (DiC) em média foi de 5,1 mm, sendo que o acesso Raio-de-Sol com 6,0 mm foi o maior, e o acesso G5 com 4,1 mm foi o menor. Na média o número de nós (NuN) foi 15,2. Os acessos que apresentaram os maiores números de nós foram G1, G3, G6, G8 e G12, com 16,8, 17,5, 16,9, 17,8 e 18,2 nós, respectivamente. O acesso com menor número de nós foi o Henderson, com 11,1 nós. Este acesso tinha uma particularidade, sendo o único com o hábito de crescimento determinado, as plantas eram de porte baixo e poucos nós. O hábito de crescimento determinado se caracteriza pelo desenvolvimento completo da gema terminal em uma inflorescência, enquanto o indeterminado se caracteriza pelo desenvolvimento da gema terminal em uma guia (SANTOS et al., 2002). O número de nós é determinante para a produção dos acessos, havendo uma relação direta em quanto maior o número de nós, maior a possibilidade de produção de vagens e sementes.

Tabela 11. Médias das variáveis fenotípicas quantitativas diâmetro do caule (DiC, em mm), número de nós (NuN), comprimento da folha (CoF, em mm), largura da folha (LaF, em mm), tempo médio de floração (TMF, em dias), tamanho do botão floral (TBF, em mm), número de vagens por planta (NuV), comprimento da vagem (CoV, em mm), largura da vagem (LaV, em mm) e espessura da vagem (EsV, em mm) dos 15 acessos de *Phaseolus lunatus* L. plantados em vasos.

Acessos	DiC	NuN	CoF	LaF	TMF	TBF	NuV	CoV	LaV	EsV
G1	5,1 abcd	16,8 a	84,1 ab	42,4 ab	48,7 d	5,6 abc	11,6 ab	56,7 cd	14,1 cde	8,0 abc
G3	5,0 abcd	17,5 a	78,6 ab	41,2 ab	48,8 d	5,2 c	10,4 ab	49,4 def	14,7 cd	7,3 abcd
G5	4,1 d	15,1 abc	79,3 ab	40,3 ab	49,2 d	5,5 c	14,8 a	40,8 f	9,6 f	6,1 bcd
G6	5,0 abcd	16,9 a	81,7 ab	42,7 ab	60,7 bcd	5,6 bc	7,7 bc	52,4 de	13,8 cde	5,0 d
G7	5,3 abc	14,1 abc	84,8 ab	43,7 ab	59,0 bcd	5,4 c	8,6 abc	52,3 de	12,4 e	7,9 abc
G8	5,8 ab	17,8 a	74,5 b	38,6 b	62,0 bcd	5,3 c	9,4 ab	49,8 def	14,0 cde	6,0 cd
G9	4,9 bcd	16,2 ab	96,8 a	49,4 ab	49,0 d	5,7 abc	10,6 ab	56,6 cd	14,1 cde	8,5 ab
G10	5,2 abcd	14,8 abc	74,6 b	38,3 b	56,4 bcd	5,9 abc	9,8 ab	55,8 cd	12,4 e	7,5 abc
G12	5,0 abcd	18,2 a	83,7 ab	40,5 ab	52,3 cd	5,5 c	12,4 ab	46,5 ef	14,5 cd	6,8 abcd
G13	5,3 abc	15,8 abc	81,8 ab	42,2 ab	47,5 d	5,6 abc	10,2 ab	50,2 de	13,1 de	7,2 abcd
TOCA	4,6 cd	14,3 abc	80,5 ab	40,8 ab	66,1 bc	5,1 c	7,0 bc	69,1 ab	15,7 bc	8,6 a
POLE	4,85 bcd	13,8 abc	76,9 b	44,1 ab	67,5 b	6,5 ab	3,1 cd	77,9 a	18,4 a	8,6 a
SOL	6,0 a	11,4 bc	90,3 ab	51,3 a	82,8 a	6,5 a	0,6 d	69,5 ab	18,7 a	6,3 abcd
VÓ	5,1 abcd	14,6 abc	92,1 ab	46,4 ab	84,0 a	5,6 abc	0,3 d	71,3 ab	18,5 a	6,4 abcd
HENDER	4,7 cd	11,1 c	80,5 ab	45,7 ab	31,6 e	5,5 c	7,2 bc	63,075 bc	17,5 ab	7,2 abcd
Média	5,1	15,2	82,7	43,2	57,7	5,6	8,2	57,4	14,8	7,2
CV (%)	13,8	21,4	15,3	16,9	16,6	11,1	48,8	10,2	8,8	21,9

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste tukey a 5 % de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de variação.

Tabela 12. Médias das variáveis fenotípicas quantitativas número de lóculos por vagem (NLV), número de semente por vagem (NuS), comprimento da semente (CoS, em mm), largura da semente (LaS, em mm), espessura da semente (EsS, em mm), peso de uma semente (PuS, em g) e peso total de sementes por planta (PTS, em g) dos 15 acessos de *Phaseolus lunatus* L. plantados em vasos.

Acessos	NLV	NuS	CoS	LaS	EsS	PuS	PTS
G1	2,8 ab	1,9 abc	11,4 efg	8,7 cde	4,8 abc	0,42 cde	6,9 a
G3	3,0 a	2,4 a	9,8 ghi	8,2 def	5,2 ab	0,26 defg	5,7 ab
G5	1,8 d	1,6 bc	10,7 fgh	6,2 h	3,9 cd	0,24 efg	4,0 ab
G6	2,8 ab	2,3 ab	8,6 i	7,0 gh	4,5 abc	0,23 efg	2,9 bc
G7	2,5 abc	1,9 abc	10,7 fgh	7,9 efg	4,7 abc	0,31 defg	4,3 ab
G8	2,8 ab	2,3 abc	9,0 hi	7,4 fg	4,5 abcd	0,21 fg	3,1 bc
G9	2,3 bcd	1,8 abc	14,0 cd	9,2 cd	4,8 abc	0,44 bcd	5,4 ab
G10	2,9 ab	2,3 abc	10,0 fghi	7,6 efg	4,0 cd	0,24 efg	3,8 ab
G12	2,9 ab	1,9 abc	9,4 hi	8,0 efg	5,4 a	0,32 defg	6,2 ab
G13	3,0 a	2,3 abc	10,6 fgh	8,0 defg	5,1 abc	0,33 defg	5,1 ab
TOCA	2,5 abc	2,2 abc	15,7 bc	10,4 b	4,8 abc	0,62 ab	5,3 ab
POLE	2,0 cd	1,6 bc	20,4 a	12,8 a	4,4 abcd	0,76 a	3,0 bc
SOL	2,0 cd	1,5 c	11,9 ef	7,1 gh	3,3 d	0,19 g	0,1 c
VÓ	2,0 cd	2,0 abc	16,9 b	10,8 b	5,1 abc	0,54 bc	0,3 c
HENDER	2,6 ab	2,3 ab	13,0 de	9,7 bc	4,0 bcd	0,39 cdef	5,1 ab
Média	2,5	2,0	12,1	8,6	4,6	0,36	4,1
CV (%)	15,0	25,3	9,8	8,6	16,9	33,8	52,8

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste tukey a 5 % de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de variação.

O descritor comprimento da folha (CoF) na média foi 82,7 mm. O acesso com maior comprimento da primeira folha central trifoliada completamente expandida foi o G9, com 96,8 mm. Os acessos com os menores comprimentos da folha foram os acessos G8, G10 e Christmas Pole, com 74,5, 74,6 e 76,9 mm, respectivamente. A largura da folha (LaF) foi em média 43,2 mm, sendo que o acesso Raio-de-Sol, com 51,3 mm apresentou a maior largura da folha, e os acessos G8 e G10, com 38,6 e 38,3 mm, respectivamente, com as menores larguras da folha.

Para esse experimento o tempo médio de floração (TMF) foi 57,7 dias. Os acessos mais tardios para florescerem foram Raio-de-Sol e Orelha-de-Vó, com 82,8 e 84,0 dias. Santos et al. (2002) observaram resultados semelhantes para o acesso Raio-de-Sol, e divergentes quanto ao acesso Orelha-de-Vó, que foi classificado como precoce. O acesso mais precoce em florescimento das plantas foi o Henderson, com 31,6 dias. Selecionar acessos precoces e altamente produtivos é desejável, uma vez que é possível realizar mais ciclos da cultura no ano agrícola, aumentando a produtividade da área.

Houve diferença no tamanho do botão floral (TBF), na média apresentou 5,6 mm e o acesso com maior botão floral foi o acesso Raio-de-Sol, com 6,5 mm. Para o descritor número de vagens (NuV), em média as plantas produziram 8,2 vagens. O acesso com maior produção de vagens por planta foi o G5, com 14,8 vagens. Os acessos Raio-de-Sol e Orelha-de-Vó produziram 0,6 e 0,3 vagens. Tais acessos são provenientes da região Nordeste do Brasil e ainda estão passando por um processo de adaptação às condições climáticas do município de Seropédica - RJ, como fotoperíodo, latitude, temperatura e precipitação. Devem-se selecionar plantas ao longo das gerações para obter material adaptado às condições locais para esses acessos.

Em comparação aos experimentos da multiplicação na cerca e o experimento no plantio em espaldeira, a produção de vagens no plantio em vasos foi baixa. A média de produção de vagens na multiplicação da cerca foi 170,9 vagens por planta, e a média de produção de vagens na espaldeira foi 48,9 vagens por planta. Essa diferença pode ser atribuída à época de plantio e o local do experimento. Na multiplicação dos acessos o plantio foi no mês de dezembro de 2014, período com dias mais longos, assim as plantas puderam ganhar em massa vegetal, aumentar o número de nós e florescer um pouco mais tarde, ganhando em produção. Em comparação ao substrato onde as plantas se sustentavam, condições de solo natural são muito mais benéficas e eficientes que experimentos em vasos. O

revolvimento do solo para preencher os vasos causa desestruturação do solo e o menor volume do vaso causa um confinamento das raízes que vão absorver menos nutriente.

Na média, o descritor comprimento da vagem (CoV) foi 57,4 mm. O acesso com maior comprimento de vagem foi o acesso Christmas Pole, apresentando 77,9 mm, seguida do acesso Orelha-de-Vó com 71,3 mm, confirmando resultados obtidos por Santos et al. (2002) para o acesso Orelha-de-Vó apresentando vagens de maior comprimento (89,9 mm) para as variedades estudadas. O menor comprimento de vagem foi o acesso G5, com 40,8 mm.

Os acessos Christmas Pole, Raio-de-Sol e Orelha-de-Vó foram os de maior largura da vagem (LaV) com 18,4, 18,7 e 18,5 mm, respectivamente. O acesso com menor largura da vagem foi o G5 apresentando 9,6 mm. Os acessos com a maior espessura da vagem (EsV) foram a fava Tocantins e Christmas Pole, ambos 8,6mm. Já o acesso com menor espessura da vagem foi o G6, com 5,0 mm.

Os acessos com maior número de lóculos (NLV) foram G3 e G13 ambos com 3,0 lóculos. O com menor número de lóculos foi o acesso G5, com 1,8 lóculos. O acesso com maior número de semente (NuS) por vagem foi o acesso G3, com 2,4 sementes. O acesso com menor número de sementes por vagem foi Raio-de-Sol, com 1,5 sementes. Oliveira et al. (2011) observaram que para essa variável o número de sementes por vagem foi constante entre os acessos avaliados, com 2 sementes, enquanto que as variedades avaliadas por Santos et al. (2002) apresentaram número de sementes variando de duas a quatro. Tais descritores estão diretamente ligados à produção de sementes, assim acessos com maior número de lóculos e maior número de sementes por vagens são potencialmente mais produtivos.

Para o descritor comprimento da semente (CoS), o acesso com maior comprimento foi Christmas Pole, com 20,4 mm. O acesso com menor comprimento da semente foi o G6, com 8,6 mm. Na largura da semente (LaS), o acesso Christmas Pole foi o mais largo com 12,8 mm. O acesso com menor largura foi o G5, com 6,2 mm. Em relação à espessura da semente (EsS), o acesso G12 foi o mais espesso, com 5,4 mm. Já o acesso menos espesso foi o Raio-de-Sol com 3,3 mm.

O peso de uma semente (PuS) se destacou na fava Christmas Pole, com 0,76 g, sendo que em média o peso de uma semente foi 0,36 g. Para peso total de sementes (PTS) o acesso mais produtivo para esse experimento foi o acesso G1, com 6,9 g.planta<sup>-1</sup>. Trabalhando com feijão-fava, Oliveira et al. (2011) verificaram que o peso de 100 sementes variou de 31,16 g a 49,96 g, por outro lado, também com feijão-fava, Guimarães et al. (2007) verificaram, para essa variável, uma variação maior, com 15,0 a 88,9 g.

Os acessos menos produtivos foram Raio-de-Sol e Orelha-de-Vó, com 0,1 e 0,3 g.planta<sup>-1</sup>. Para Santos et al. (2002) as menores produtividades foram observadas nestas variedades, provavelmente pelo fato de produzirem menor número de vagens por área. Encontraram resultados para o acesso Orelha-de-Vó no estado da Paraíba para a variável peso de 100 sementes (79,5 g) e produtividade média de 293 kg.ha<sup>-1</sup>, assim como Gomes et al. (2010) com maior comprimento (92,7 mm) e largura de vagem (21,0 mm) e Silva et al. (2013) avaliando variedades originadas de diferentes municípios, quanto ao peso de cem sementes, verificaram que a variedade Orelha-de-Vó destacou-se das demais apresentando maior peso. Tais acessos pouco produtivos ainda não estão adaptados às condições climáticas de Seropédica – RJ. Diegues (2014), em um trabalho plantado em vasos encontrou os acessos G1, G8 e G12, os mais produtivos da coleção de germoplasma da UFRRJ.

O acesso G9 segregou para pigmentação do caule (PiC), apresentando plantas com pigmentação localizada nos nós, generalizada e quase total. Para a fava Tocantins em 100 % das plantas a pigmentação do caule foi generalizada. Nos demais acessos estudados não houve pigmentação no caule. Apenas o acesso Henderson com hábito de crescimento (HC) determinado, característica interessante, facilita a condução e o manejo das plantas em campo. Neto et al. (2015) verificaram maior produtividade de um acesso de feijão-fava com hábito de crescimento determinado, com 1.486 kg.ha<sup>-1</sup>, em consórcio com palma forrageira.

Para os demais acessos com hábito de crescimento indeterminado, houve a necessidade de tutorar durante o ciclo. A ramificação (RAM) mostrou grande variabilidade dentro dos acessos. Apenas os acessos G13 e Henderson apresentaram 100 % das plantas com ramificação do tipo 1, com 1 caule principal, ramos laterais curtos, raros ou inexistentes; e ramificação do tipo 3, com 2 ou 3 caules principais a começar nos primeiros nós, respectivamente (Tabela 13).

A cor da nervura da folha (CrNF) foi verde para todos os acessos avaliados. Na cor da folha (CrF) houve variação dentro dos acessos, entre verde intermediário e verde escuro, apenas o acesso Raio-de-Sol apresentou 100 % das plantas com a cor da folha verde intermediário. O acesso Christmas Pole, apresentou 100 % das plantas com pilosidade da folha (PiF) ligeiramente pubescente. Para o acesso Raio-de-Sol, 100 % das plantas apresentaram pilosidade moderadamente pubescente, nos acessos G10 e fava Tocantins uma variação entre pilosidade glabra e ligeiramente pubescente e os demais acessos a pilosidade da folha foi glabra.

O acesso Raio-de-Sol, apresentou 100 % das plantas com o formato da folha (FoF) oval-lanceolado. Os acessos G6, fava Tocantins, Christmas Pole e Henderson apresentaram uma variação entre plantas com a forma da folha em oval a oval-lanceolado. Os demais grupos a variação foi entre folha oval-lanceolado a lanceolado.

No acesso G9, 100 % das plantas foram descritas com a cor das asas (CrA) rosa claro. No acesso Orelha-de-Vó, a cor das asas eram violetas. Para os demais acessos descritos a cor das asas foram brancas. Para o acesso G9 e Orelha-de-Vó, o descritor cor da quilha (CoQ) foi tingida. Nos demais acessos a cor da quilha foi esverdeada. Para cor do estandarte (CrE), o acesso G9 foi rosa claro e o acesso Orelha-de-Vó foi violeta. Nos demais acessos o estandarte foi verde. Para o padrão de abertura das asas (AbA), 100 % das plantas do acesso Raio-de-Sol foram asas medianamente abertas. Para o acesso Christmas Pole, 100 % das plantas foram asas muito separadas. Os acessos G5, G8, G9 e fava Tocantins segregaram para o descritor abertura das asas, variando em fechadas, medianamente abertas e muito separadas. Os demais acessos foram descritos como asas fechadas (Tabela 14).

No descritor curvatura da vagem (CuV), os acessos G12, Christmas Pole e Raio-de-Sol, 100 % das plantas produziram vagem direita. Para os acessos G7, fava Tocantins e Orelha-de-Vó, 100 % das plantas foram descritas para curvatura da vagem em ligeiramente curva. No acesso G5 as vagens eram curvas. Os demais acessos segregaram para esse descritor, apresentado vagens direitas, ligeiramente curvas e curvas.

Para o descritor forma da semente (FoS), os acessos fava Tocantins, Christmas Pole e Orelha-de-Vó apresentaram a forma elíptica. No acesso Raio-de-Sol as sementes foram oblongas. Houve segregação para esse descritor nos acessos G1, G5, G7, G9 e G13. Nos demais acessos a forma das sementes era esférica. Houve segregação para perfil das sementes (PeS) nos acessos G3, G5, G6, G8, G12 e G13. Para os demais acessos as sementes foram achatadas.

Tabela 13. Porcentagem de plantas quanto a pigmentação do caule (PiC), hábito de crescimento (HC), ramificação (RAM), cor da nervura da folha (CrNF), cor da folha (CrF), pilosidade da folha (PiF) e formato da folha (FoF) dos 15 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (plantio em vasos).

Acessos	PiC				HC		RAM			CrNF	CrF			PiF			FoF	
	Sem pigmentação	Localizada nos nós	Generalizada	Quase Total	Indeterminado	Determinado	1*	2*	3*	Verde	Verde Intermediário	Verde Escuro	Glabra	Ligeiramente Pubescente	Moderadamente Pubescente	Oval	Oval-Lanceolado	Lanceolado
G1	100	0	0	0	100	0	40	30	30	100	30	70	100	0	0	0	60	40
G3	100	0	0	0	100	0	80	10	10	100	60	40	100	0	0	0	60	40
G5	100	0	0	0	100	0	20	10	70	100	50	50	100	0	0	0	60	40
G6	100	0	0	0	100	0	70	0	30	100	40	60	100	0	0	10	70	20
G7	100	0	0	0	100	0	60	10	30	100	90	10	100	0	0	0	60	40
G8	100	0	0	0	100	0	50	20	30	100	20	80	100	0	0	0	80	20
G9	0	60	30	10	100	0	70	20	10	100	50	50	100	0	0	0	50	50
G10	100	0	0	0	100	0	70	10	20	100	80	20	90	10	0	0	70	30
G12	100	0	0	0	100	0	90	10	0	100	50	50	100	0	0	0	30	70
G13	90	10	0	0	1000	0	100	0	0	100	40	60	100	0	0	0	70	30
TOCA	0	0	100	0	100	0	20	0	80	100	30	70	80	20	0	10	70	20
POLE	100	0	0	0	100	0	10	20	70	100	20	80	0	100	0	70	20	10
SOL	100	0	0	0	100	0	30	20	50	100	100	0	0	0	100	0	100	0
VÓ	100	0	0	0	100	0	30	0	70	100	60	40	100	0	0	0	50	50
HENDER	100	0	0	0	0	100	0	0	100	100	10	90	100	0	0	10	90	0

1\* = 1 caule principal, ramos laterais curtos, raros ou inexistentes; 2\* = 1 caule principal, raros ramos laterais a começar nos primeiros nós; 3\* = 2 ou 3 caules principais a começar nos primeiros nós.

Tabela 14. Porcentagem de plantas quanto a cor das asas (CrA), cor da quilha (CoQ), cor do estandarte (CrE), abertura das asas (AbA), curvatura da vagem (CuV), forma da semente (FoS) e perfil da semente (PeS) dos 15 acessos de *Phaseolus lunatus* L. da coleção de germoplasma da UFRRJ (plântio em vasos).

Acessos	CrA			CoQ		CrE			AbA			CuV			FoS			PeS		
	Branca	Rosa claro	Violeta	Esverdeada	Tingida	Rosa Claro	Violeta	Verde Fechadas	Medianamente Abertas	Muito separadas	Direita	Ligeiramente Curva	Curva	Esférica	Elíptica	Oblonga	Achatada	Semi-cheia	Cheia	
G1	100	0	0	100	0	0	0	100	100	0	0	50	30	20	90	10	0	100	0	0
G3	100	0	0	100	0	0	0	100	100	0	0	80	20	0	100	0	0	80	20	0
G5	100	0	0	100	0	0	0	100	30	40	30	0	0	100	30	20	50	90	10	0
G6	100	0	0	100	0	0	0	100	100	0	0	85	15	0	100	0	0	80	20	0
G7	100	0	0	100	0	0	0	100	100	0	0	0	100	0	90	10	0	100	0	0
G8	100	0	0	100	0	0	0	100	70	30	0	90	10	0	100	0	0	80	10	10
G9	0	100	0	0	100	100	0	0	50	50	0	10	80	10	30	40	30	100	0	0
G10	100	0	0	100	0	0	0	100	100	0	0	0	80	20	100	0	0	100	0	0
G12	100	0	0	100	0	0	0	100	100	0	0	100	0	0	100	0	0	60	40	0
G13	100	0	0	100	0	0	0	100	100	0	0	10	90	0	80	20	0	90	10	0
TOCA	100	0	0	100	0	0	0	100	70	0	30	0	100	0	0	100	0	100	0	0
POLE	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	100	100	0	0	0	100	0	100	0	0
SOL	100	0	0	100	0	0	0	100	0	100	0	100	0	0	0	0	100	100	0	0
VO	0	0	100	0	100	0	100	0	100	0	0	0	100	0	0	100	0	100	0	0
HENDER	100	0	0	100	0	0	0	100	100	0	0	50	50	0	100	0	0	100	0	0

Pelo dendrograma de dissimilaridade genética, com um corte de aproximadamente 60 %, formou um agrupamento com dois grupos distintos. O primeiro com os acessos G1, G12, G3, G13, G6, G8, G7, G10 e G5. O segundo grande grupo com os acessos G9, Tocantins, Henderson, Christmas Pole, Orelha-de-Vó e Raio-de-Sol.

Quando o corte foi próximo a 40 %, o primeiro grupo subdividiu em dois. Um grupo formado por sementes esféricas (G1, G12, G3, G13, G6, G8, G7, G10) e o outro formado apenas pelo acesso G5, uma semente oblonga. O segundo grande grupo subdividiu em três grupos, o primeiro formado pelos acessos (G9, Tocantins e Henderson), com sementes elípticas e achatadas; o segundo pelos acessos (Christmas Pole e Orelha-de-Vó), com sementes elípticas e achatadas e o terceiro grupo formado apenas pelo acesso Raio-de-Sol, com sementes oblongas e achatadas.

Pelo dendrograma de dissimilaridade, foi possível verificar o grau de semelhança genética dentro dos grupos formados e a distância genética entre os grupos. Assim, indivíduos agrupados no mesmo grupo são semelhantes geneticamente e indivíduos agrupados em grupos distintos, apresentam uma maior distância genética. Tais estudos são relevantes quando se deseja fazer cruzamentos interespecíficos para ganho em heterose da F1 e seleção de indivíduos com características desejáveis, como: produção de vagens por plantas, aumento do número de lóculos e sementes por vagem, peso total de sementes por plantas, ciclo precoce e resistência a pragas e doenças.

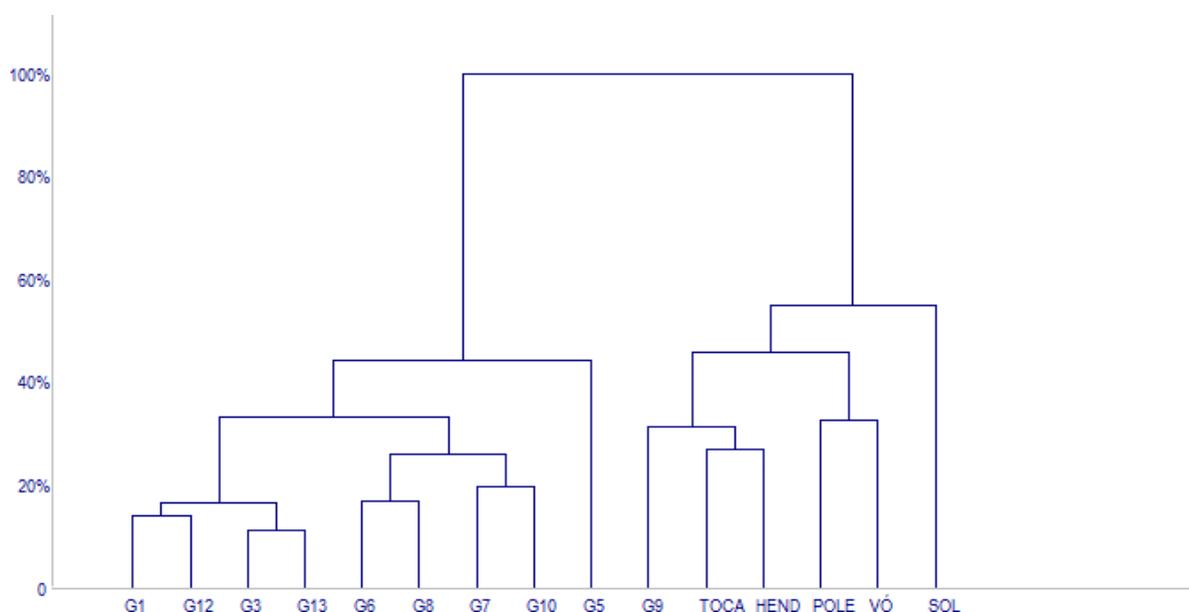


Figura 12. Dendrograma de dissimilaridade genética dos 15 acessos de *Phaseolus lunatus* L. (plantio em vasos).

#### **44 Produção do consórcio milho com feijão-fava em Seropédica - RJ e Campos dos Goytacazes - RJ**

Foram realizados dois experimentos de consórcio milho com feijão-fava. O primeiro foi conduzido no setor de fitotecnia da UFRRJ em Seropédica - RJ, com o plantio em junho de 2016. O segundo experimento implantado no campo experimental da UFRRJ, na cidade de Campos dos Goytacazes - RJ, sendo o plantio em fevereiro de 2017.

Para o experimento de Seropédica – RJ, não houve diferença significativa para as variáveis avaliadas número de espigas (NuE), peso da espiga mais palha (PE+P, em kg), peso da espiga menos palha (PE-P, em kg), peso total de grãos (PTG, em kg), produção por hectares ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), rendimento grãos/espigas (Ren. G/E, em %), comprimento da espiga (CE, em mm) e diâmetro da espiga (DE, em mm) (Tabela 15). Os valores foram maiores para todos os parâmetros produtivos avaliados para o milho solteiro.

Em média, o número de espigas (NuE) observado em 10 plantas da parcela, foi 10,25 espigas. Na média o peso da espiga mais palha (PE+P) e o peso da espiga menos palha (PE-P) foi 0,973 e 0,839 kg, respectivamente. Para peso total de grãos (PTG) a média foi 0,663 kg, sendo para o milho solteiro a média do peso total de grãos 0,841kg.

Resultados diferentes foram encontrados por Alves (2014) estudando a produção de milho-verde e grãos consorciados com leguminosas em sistemas de plantio direto orgânico, observando que os consórcios não prejudicaram os atributos morfológicos de espigas de milho-verde e os componentes da produção de grãos.

Observou-se com os resultados apresentados na tabela 15, que em números absolutos, a produção de milho solteiro com  $4.206,25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  é maior que o milho consorciado, apesar de serem estatisticamente iguais. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2016), avaliando o desempenho do feijão-de-corda e milho BRS Caatingueiro consorciados em diferentes densidades populacionais e arranjos de plantas, onde o sistema de cultivo solteiro de milho apresentou produtividade de grãos de  $3.312 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , e o consorciado com milho e feijão-de-corda na mesma cova com produtividade de  $2.770 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

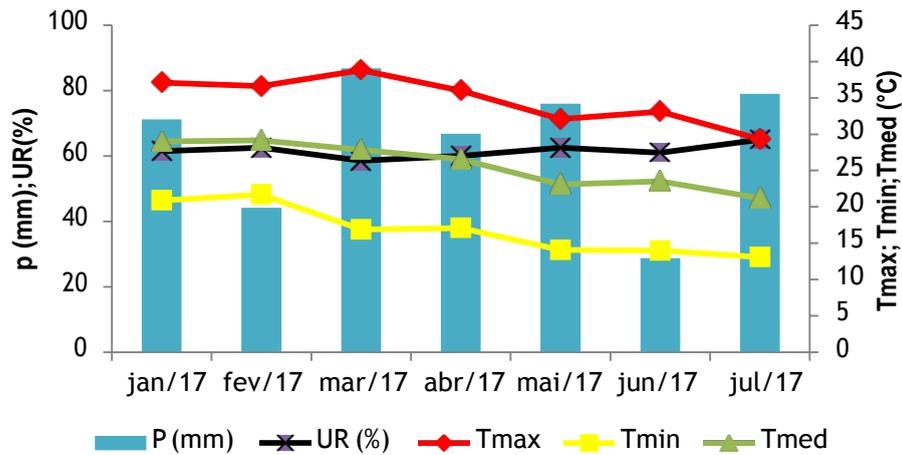
Esse resultado pode ser explicado pela maior competição por água, nutrientes e radiação no consórcio, o que implica nesse caso, na menor produção. Também o rendimento grãos/espigas (Ren. G/E) para o milho solteiro, em números absolutos (80,08 %), foi maior que a média geral (78,96 %) e os demais tratamentos. A média do comprimento da espiga (CE) foi 106,81 mm, com milho solteiro apresentando 114,57 mm de comprimento. O diâmetro da espiga (DE) foi em média 40,51 mm.

Não houve produção de feijão-fava neste experimento, uma vez que a época de implantação não foi favorável para que as plantas aumentassem a massa vegetal e entrassem em período produtivo. No mês de junho em Seropédica – RJ, os dias foram mais curtos e com menores temperaturas, assim, as plantas não emitiram grande quantidade de nós, pouco alongaram os entre nós, não permitindo que a cultura se sobressaísse sobre as plantas daninhas, dificultando o controle das invasoras. Dessa forma a produção de feijão-fava para esse experimento foi nula.

Tabela 15 – Média dos parâmetros produtivos do milho quanto o número de espigas (NuE), peso da espiga mais palha (PE+P, em kg), peso da espiga menos palha (PE-P, em kg), peso total de grãos (PTG, em kg), produção por hectares (kg.ha<sup>-1</sup>), rendimento grãos/espigas (Ren. G/E, em %), comprimento da espiga (CE, em mm), diâmetro da espiga (DE, em mm) no consórcio com feijão-fava em Seropédica - RJ.

Tratamentos	NuE	PE + P	PE - P	PTG	kg.ha <sup>-1</sup>	Ren. G/E	CE	DE
Milho	10,50	1,205	1,048	0,841	4206,25	80,08	114,57	41,65
Milho + G3	10,25	0,987	0,851	0,658	3293,75	77,18	109,80	40,58
Milho + G5	10,00	0,892	0,767	0,612	3062,50	79,84	104,22	39,58
Milho + G6	10,25	1,038	0,895	0,710	3550,00	79,40	109,49	42,08
Milho + G7	10,50	0,868	0,741	0,587	2937,50	79,20	97,25	39,77
Milho + G12	10,00	0,850	0,733	0,572	2862,50	78,04	105,54	39,38
Média	10,25	0,973	0,839	0,663	3318,75	78,96	106,81	40,51
CV (%)	4,11	23,61	24,01	23,9	23,9	1,68	13,41	6,48

Já no experimento em Campos dos Goytacazes - RJ foi possível obter produção tanto do milho, quanto do feijão-fava. A época de plantio sendo realizada no verão favoreceu as plantas a produzir maior massa vegetal e entrar em período produtivo no outono. A temperatura máxima em média foi 34,7 °C e a temperatura mínima em média foi 16,8 °C. A temperatura média durante o experimento foi 25,7 °C. A umidade relativa média foi 61,5 %. A precipitação acumulada foi 452,8 mm. Sendo que a complementação da lâmina necessária para as culturas foi feita por meio de aspersão convencional (Figura 13).



P (mm) = precipitação; UR % = umidade relativa; Tmax = temperatura máxima; Tmin = temperatura mínima; Tmed = temperatura média

Figura 13. Gráfico de precipitação (mm), umidade relativa (UR%), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) e temperatura média (Tmed), estação Campos dos Goytacazes – A607, no período de janeiro de 2017 a agosto de 2017.

Na avaliação do milho, houve diferença estatística significativa para a variável rendimento grãos/espigas (Ren. G/E). Para as demais variáveis não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 16). Nesse experimento notou-se uma tendência dos parâmetros avaliados serem maiores no consórcio.

O número de espigas (NuE) na área útil da parcela foi em média 10,42. O peso da espiga mais palha (PE + P) e o peso da espiga menos palha (PE - P) em média foram 1,096 e 0,939 kg. Para o peso total de grãos (PTG) a média na área útil da parcela foi 0,766 kg.

Houve uma tendência da produção de milho ser beneficiada pelo consórcio com o feijão-fava, apesar das produções serem estatisticamente iguais, em números absolutos ocorreu uma diferença. Alves (2014) encontrou resultados semelhantes, evidenciando que os consórcios com guandus proporcionam melhora na qualidade dos grãos de milho e que a consorciação beneficia o cultivo de milho em sistema de plantio direto orgânico.

A produtividade de milho solteiro foi 3.681 kg.ha<sup>-1</sup>, já a produção de milho consorciado em média foi de 3.865 kg.ha<sup>-1</sup>. Esses resultados de produtividade são similares àqueles encontrados por Henrique (2014), em que o milho consorciado com feijão-caupi cv. Itaim apresentou dados de produtividade de 3.904 kg.ha<sup>-1</sup>, superiores ao milho monocultivo com 3.783 kg.ha<sup>-1</sup>. Entretanto, Araújo et al. (2017) trabalhando com o consórcio de milho e feijão comum em condições de sequeiro no litoral norte do Ceará, encontraram resultados inferiores ao presente trabalho com 320 kg.ha<sup>-1</sup> na produção do milho, assim como Lopes et al. (2017) com 73 kg.ha<sup>-1</sup> produtividade do milho no consórcio.

A maior produção foi o tratamento Milho + G3 com 4.143,75 kg.ha<sup>-1</sup> (tabela 16). Pode-se dizer para esse experimento que ocorreu um sinergismo entre o milho e o feijão-fava, onde o consórcio em sistema de semeadura na mesma linha de plantio para milho e feijão-fava tenha beneficiado o milho. O feijão-fava sendo uma planta fixadora de nitrogênio pode estar disponibilizando esse nutriente às plantas de milho, o que refletiu diretamente no ganho em produção.

Tabela 16. Médias dos parâmetros produtivos do milho quanto o número de espigas (NuE), peso da espiga mais palha (PE+P, em kg), peso da espiga menos palha (PE-P, em kg), peso total de grãos (PTG, em kg), produção por hectares (kg.ha<sup>-1</sup>), rendimento grãos/espigas (Ren. G/E, em %), peso de mil sementes (PMS, em g) comprimento da espiga (CE, em mm), diâmetro da espiga (DE, em mm) no consórcio com feijão-fava em Campos dos Goytacazes – RJ.

Tratamentos	NuE	PE + P	PE - P	PTG	kg.ha <sup>-1</sup>	Ren G/E	PMS	CE	DE
Milho	11,00	1,047	0,900	0,736	3681,25	81,81 ab	303,40	112,27	37,93
Milho + G3	10,50	1,157	1,011	0,828	4143,75	81,87 ab	310,85	121,75	39,90
Milho + G5	11,00	1,153	0,990	0,822	4112,50	82,93 a	303,56	117,17	40,21
Milho + G6	10,00	0,993	0,848	0,688	3443,75	80,84 ab	310,27	108,30	39,73
Milho + G7	10,25	1,058	0,903	0,742	3712,50	82,18 ab	312,76	116,09	40,93
Milho + G12	9,75	1,167	0,981	0,782	3912,50	79,09 b	316,60	129,95	39,38
Média	10,42	1,096	0,939	0,766	3834,38	81,45	309,57	117,59	39,68
CV (%)	8,82	20,09	21,96	22,75	22,75	2,03	9,64	10,70	6,14

Para a variável rendimento de grãos/espigas (Ren. G/E), o tratamento Milho + G5, com 82,93 % foi o tratamento com maior rendimento grãos/espigas. O tratamento Milho + G12, com 79,09 % foi o menor rendimento grãos/espigas. Para o peso de mil sementes (PMS) a média foi 309,57 g. O comprimento da espiga (CE) e o diâmetro da espiga (DE) foram na média 117,59 e 39,68 mm, respectivamente.

Na avaliação do feijão-fava não houve diferença estatística significativa para as variáveis número de vagens (NuV) e número de vagens por planta (NuVP). No entanto, houve diferença estatística significativa para as variáveis: peso da vagem mais sementes (PV + S, em kg), peso total de grãos (PTG, em kg), produção por hectares (kg.ha<sup>-1</sup>), rendimento grãos/vagens (Ren. G/V, em %), número de lóculos na vagem (NLV), número de sementes na vagem (NuSV), peso de cem sementes (PCS, em g) e peso de uma semente (PuS, em g) (Tabela 17).

Na área útil da parcela, o número de vagens médio foi 253. O tratamento com maior número de vagens foi o Milho + G6, com 320 vagens. O tratamento com menor número de

vagens foi o G5 com 133 vagens. O número de vagens por planta (NuVP) em média, foi 16,76 vagens, resultado superior àquele obtido por Lopes et al. (2017) com 6,4 vagens por planta. O tratamento Milho + G12, com 21,88 vagens, foi o maior em NuVP. O com menor NuVP foi o tratamento G5 com 8,52 vagens.

O tratamento que se destacou no parâmetro peso das vagens mais sementes (PV + S) foi o Milho + G7, com 0,408 kg. E o tratamento com menor PV + S foi o tratamento G5, com 0,093 kg. Por consequência foram os tratamentos com maior e menor peso total de grãos (PTG), o Milho + G7 com 0,291 kg e o G5 com 0,065 kg de PTG.

O tratamento com maior produção de feijão-fava foi o Milho + G7, com 1.456 kg.ha<sup>-1</sup>. O Tratamento solteiro G5 e o consorciado Milho + G5, com uma produção de 325 kg.ha<sup>-1</sup> e 837 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, foram os menos produtivos (Tabela 17). Essa baixa produção pode ser atribuída, ao florescimento tardio do grupo 05, todos os grupos entraram em produção antes do grupo 05, e no dia da colheita, feita em apenas um repasse, este grupo ainda estava com suas vagens em formação.

Os valores obtidos na produção de feijão-fava para esse experimento foram ótimos, uma vez que a média nacional de produção de feijão-fava gira em torno dos 450 kg.ha<sup>-1</sup>. A produção média geral dos tratamentos foi 1.077,50 kg.ha<sup>-1</sup> e a produtividade média do feijão-fava solteiro de 965 kg.ha<sup>-1</sup>. Oliveira et al. (2011), trabalhando com oito acessos de fava (solteira), obtiveram produtividades de 277 até 920 kg ha<sup>-1</sup>, com uso de irrigação e Lopes et al. (2017) produziram 67 kg ha<sup>-1</sup> em regime de sequeiro, mostrando que apesar de a cultura ser resistente ao déficit hídrico, nota-se empiricamente, que as plantas respondem bem à aplicações de lâminas de irrigação.

Para todos os tratamentos do feijão-fava consorciado com milho, observou-se que houve um ganho em produtividade quando comparado com o cultivo do feijão-fava solteiro. Pode-se dizer que o consórcio beneficiou a produção de feijão-fava. O manejo das plantas invasoras foi facilitado pelo consórcio e a colheita manual beneficiada pela posição ereta do colhedor. A qualidade visual das vagens e dos grãos de feijão-fava no consórcio foi melhor, não apresentando manchas de fungos nas vagens, tão pouco doenças nas sementes. Isso se

Tabela 17. Média dos parâmetros produtivos número de vagens (NuV), número de vagens por planta (NuVP), peso da vagem mais sementes (PV + S, em kg), peso total de grãos (PTG, em kg), produção por hectares (kg.ha<sup>-1</sup>), rendimento grãos/vagens (Ren. G/V, em %), número de lóculos na vagem (NLV), número de sementes na vagem (NuSV), peso de cem sementes (PCS, em g) e peso de uma semente (PuS, em g) dos acessos feijão-fava consorciado com milho em Campos dos Goytacazes - RJ.

Tratamentos	NuV	NuVP	PV + S	PTG	kg.ha <sup>-1</sup>	Ren. G/V	NLV	NuSV	PCS	PuS
G3	232,75	11,74	0,283 ab	0,227 ab	1137,50 ab	80,19 a	3,65 a	3,35 a	33,11 ab	0,333 ab
G5	133,25	8,52	0,093 b	0,065 b	325,00 b	64,67 b	2,35 b	2,30 c	25,47 c	0,272 b
G6	303,50	20,41	0,332 ab	0,248 ab	1243,75 ab	74,42 ab	3,40 a	3,15 ab	29,74 bc	0,307 ab
G7	251,75	20,58	0,280 ab	0,213 ab	1068,75 ab	76,13 ab	3,60 a	3,30 a	31,43 ab	0,287 ab
G12	231,00	11,71	0,266 ab	0,210 ab	1050,00 ab	78,81 a	3,20 a	2,95 abc	33,39 ab	0,338 ab
Milho + G3	255,25	13,99	0,308 ab	0,228 ab	1143,75 ab	73,75 ab	3,55 a	3,30 a	32,90 ab	0,363 ab
Milho + G5	243,00	19,41	0,236 ab	0,167 ab	837,50 ab	71,03 ab	2,45 b	2,40 bc	33,98 ab	0,374 a
Milho + G6	320,00	21,59	0,391 ab	0,276 ab	1381,25 ab	69,26 ab	3,20 a	3,05 abc	30,90 abc	0,311 ab
Milho + G7	313,25	17,72	0,408 a	0,291 a	1456,25 a	71,34 ab	3,15 a	3,05 abc	35,71 a	0,352 ab
Milho + G12	249,00	21,88	0,308 ab	0,226 ab	1131,25 ab	73,14 ab	3,45 a	3,25 a	33,74 ab	0,339 ab
Média	253,28	16,76	291,0	215,0	1077,5	73,27	3,20	3,01	32,03	0,327
CV(%)	39,52	52,97	42,19	43,08	43,08	6,85	7,56	10,33	7,41	12,52

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste tukey a 5 % de probabilidade.

deve ao arejamento da cultura ser melhor no consórcio. Assim, a produção de feijão-fava é recomendada consorciada com milho.

O rendimento grãos/vagens (Ren. G/V) foi maior no tratamento G12, com 78,81 %. E menor no tratamento G5, com 64,67 %. Para a variável número de lóculos na vagem (NLV), os tratamentos G5 e Milho + G5, com 2,35 e 2,45, foram os menores, diferindo estatisticamente dos demais com a média de 3,4 para NLV.

Para a variável número de sementes na vagem (NuSV), os tratamentos G3, G7, Milho + G3 e Milho + G12, com 3,35, 3,30, 3,30 e 3,25 sementes, respectivamente, foram os que apresentaram o maior valor. O tratamento com menor valor foi o G5, com 2,30 sementes. Filho et al. (2017), avaliando o consórcio entre feijão caupi “verde” e milho, em diferentes arranjos de plantas não encontraram diferenças significativas entre o número de grãos por vagem.

O peso de cem sementes (PCS) foi maior no tratamento Milho + G7, com 35,71 g. E o tratamento com menor PCS foi o G5, com 25,47 g. Para a cultura de feijão comum consorciado com o milho Araújo et al. (2017) não encontraram diferenças significativas para o peso de 100 grãos (22,4 g). Carvalho (2012), avaliando dez cultivares de feijão-fava, obteve amplitude de 12,5 a 28,4 g e Silva (2011) como média geral, obteve 19,5 g. Para o peso de uma semente (PuS) se destacou o tratamento Milho + G5, com 0,374 g. E com menor PuS o tratamento G5, com 0,272 g.

Os índices de equivalente área (IEA) para a cultura do milho e para a cultura do feijão-fava encontram-se na tabela 18.

Tabela 18. Tabela dos índices de equivalente área do milho consorciado/milho solteiro (IEAm), índice de equivalente área do feijão-fava consorciado/feijão-fava solteiro (IEAfv) e o índice equivalente área total (IEAt).

Consórcio/Milho	IEAm	Consórcio/Feijão-fava	IEAfv	IEAt
Milho + G3/Milho	1,12	Milho + G3/G3	1,01	2,13
Milho + G5/Milho	1,12	Milho + G5/G5	2,58	3,69
Milho + G6/Milho	0,94	Milho + G6/G6	1,11	2,05
Milho + G7/Milho	1,01	Milho + G7/G7	1,36	2,37
Milho + G12/Milho	1,06	Milho + G12/G12	1,08	2,14

Para a cultura do milho observou-se que o índice equivalente área relativo (IEAm) é menor que 1,00 apenas no consórcio milho + G6, com 0,94 IEAm. Isso significa dizer que quando o milho é consorciado com o feijão-fava acesso G6, produz 6 % menos que se estivesse em cultivo solteiro. Para os demais consórcios o índice é maior que um, tendo no consórcio Milho + G3 e Milho + G5 índice igual a 1,12.

Para a cultura do feijão-fava todos os índices equivalente área relativo (IEAfv) foram maiores que um. O consórcio Milho + G5 foi o mais expressivo com índice igual 2,58. Isso significa dizer que o feijão-fava, acesso G5, quando plantado em consórcio com o milho produziu 158 % a mais que em cultivo solteiro. O outro consórcio que se destacou foi com o acesso G7, com índice igual a 1,36, ou seja, produção 36 % maior no consórcio, em relação ao monocultivo. Pelos índices de equivalente área total (IEAt) apresentando valores maiores que 2,00, a consorciação do feijão-fava com milho é extremamente eficiente.

Para Araújo et al. (2017) o consórcio de feijão caupi com milho com a finalidade de produção de grãos foi considerado eficiente, pois os valores de (IEA) foi superior a 1,0, bem como Henrique (2014) avaliando o desempenho agrônômico do consórcio de milho e feijão-caupi com IEA igual a 1,23 e Filho et al. (2017) com diferentes combinações das populações de plantas de milho e feijão-de-corda, o qual evidencia o efeito positivo na produtividade pelo sistema em consórcio, onde praticamente todos os tratamentos estudados proporcionaram produção adicional, em comparação aos monocultivos de milho e do feijão-de-corda.

#### 45. Ensaio de nodulação em acessos de feijão-fava em solos de diferentes sistemas de uso agrícola

O experimento foi instalado em casa de vegetação climatizada na Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, no primeiro semestre de 2015 (Figura 14).



Figura 14. Ensaio de nodulação em três acessos de feijão-fava em solos sob três diferentes sistemas de uso agrícola, Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Não houve interação significativa entre os fatores (acessos e solos) para as variáveis número de nódulos por planta e massa fresca e seca dos nódulos por planta.

Houve diferença significativa para o número de nódulos por planta entre os acessos, variando de 59 a 122 nódulos por planta. O acesso com maior número de nódulos foi o acesso G8, com 122 nódulos por planta. O acesso G8 foi o segundo mais produtivo no trabalho de Diegues (2014) e o mais produtivo, junto com o acesso G9, no experimento da espaladeira, plantio “Outono – Inverno”. Assim o acesso G8 destacou-se entre os demais para as variáveis produção e número de nódulos. A sua alta produção pode ser parcialmente elucidada pela sua grande formação de nódulos nas raízes.

Houve diferença significativa dentro do fator solo, para a variável número de nódulos, sendo que no S3, área sob sistema agroecológico, apresentou 136 nódulos por planta; e S1, área de lavoura de feijão e S2, área de pastagem, 63 e 46 nódulos por planta, respectivamente (Tabela 19).

Solos sobre o sistema de uso com manejo agroecológico apresentam maior porcentagem de matéria orgânica, temperatura do solo mais amena, o pH do solo mais tamponado e equilíbrio de competição entre as bactérias fixadoras e não fixadoras de

nitrogênio. O que propiciou a maior nodulação das plantas no solo S3, cujo manejo era estritamente em sistema agroecológico. O solo, S1 – área de lavoura de feijão - foi o segundo em termos absolutos para produção de nódulos. Pode-se inferir que nesse solo por ter ocorrido plantios anteriores com feijão, formou-se uma banco natural de bactérias que fixam nitrogênio, proporcionando uma maior nodulação em relação ao solo S2 – área de pastagem.

Entretanto, Ferreira (2017), trabalhando com crescimento de feijão-fava, identificou em área de pastagem os seguintes gêneros de bactérias: *Rhizobium*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Variovorax*, *Xanthomonas* e *Bacillus*, demonstrando a elevada diversidade genética de estirpes bacterianas sob esse sistema, com estirpes dos gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas* com potencial para uso como promotoras do crescimento vegetal.

Para variável massa fresca dos nódulos, observando os fatores isolados verificou-se diferença significativa entre os solos e entre os acessos. Os S1 e S3 destacaram-se com maior massa fresca dos nódulos, apresentando 0,97 e 1,16 g, respectivamente. Assim, o solo em sistema agroecológico de manejo e o solo com plantios anteriores de feijão são os solos com maior massa fresca de nódulos. O solo S2 – área de pastagem apresentou a massa fresca dos nódulos de 0,42 g. O acesso G8, com 1,16 g por planta, foi a que destacou com maior massa fresca dos nódulos. A massa fresca dos nódulos, dos acessos G1 e G12 apresentaram 0,65 e 0,72 g por planta, respectivamente.

Para a variável massa seca dos nódulos não houve diferença significativa dentro do fator acesso, variando 0,13 a 0,16 g por planta. Houve diferença significativa dentro do fator solo, destacaram-se o S1 e S3, com 0,14 e 0,19 g, respectivamente. O S2 apresentou 0,07 g, para massa seca dos nódulos.

Tabela 19. Média do número de nódulos (NN), massa fresca de nódulos (MFN, em g) e massa seca de nódulos (MSN, em g) em três tipos de uso do solo e três acessos de feijão-fava, Seropédica – RJ.

Solos	NN	MFN	MSN
S1	63,64 b	0,97 a	0,14 ab
S2	46,33 b	0,42 b	0,07 b
S3	136,79 a	1,16 a	0,19 a
Acessos	NN	MFN	MSN
G1	64,77 b	0,65 b	0,13
G8	122,70 a	1,16 a	0,16
G12	59,38 b	0,72 b	0,13
Média	82,29	0,85	0,14
CV(%)	26,70	7,56	3,62

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

A área onde se cultivava feijão e a área onde realiza um sistema de cultivo agroecológico foram as que apresentaram maior nodulação, em detrimento a área de pastagem. E o acesso que apresentou maior nodulação, para a variável número de nódulos e massa fresca dos nódulos, foi o acesso G8.

Do ponto de vista da FBN, no Brasil, alguns estudos encontraram isolados com alta eficiência simbiótica e capacidade fixadora em feijão-fava, tais como o àqueles encontrados por Costa (2016) no qual estirpes de *Bradyrhizobium* se destacaram na produção de matéria seca da parte aérea de feijão-fava e apresentam grande potencial para serem utilizadas como inoculantes. Neto (2016) demonstraram que a simbiose entre o rizóbio e o feijão-fava variedade Boca de moça resulta em maior eficiência na nodulação e na fixação biológica do nitrogênio; e, caracterizando rizobactérias em feijão-caupi cultivado no estado do Rio de Janeiro, Nosoline (2016) obteve 20 isolados pertencente ao gênero *Azospirillum* spp, 6 pertencentes ao gênero *Pseudomonas* spp e um isolado identificado como *Rhizobium*, apresentando mecanismos de promoção de crescimento vegetal.

Há necessidade de ampliar os estudos sobre diversidade, descrição morfológica e molecular, caracterização e avaliação agrônômica das bactérias fixadoras associadas ao feijão-fava.

## 5. CONCLUSÕES

Os dados encontrados demonstram que o feijão-fava tem grande potencial de produção na região estudada, indicando possibilidade de cultivo em toda região sudeste. Para isso, é necessário se determinar a época correta de plantio já que o material estudado apresenta fotoperiodismo acentuado.

A alta produção individual de grãos sugere que alguns acessos poderiam ser cultivados em monocultivo, sob estruturas de espaldeiras em rotação com outras espécies que utilizam essas estruturas. O alto preço dos grãos no mercado justificariam os gastos da construção dessas estruturas.

Os materiais estudados, de regiões distintas formaram agrupamentos também distintos, indicando grande variabilidade genética dentro e entre regiões.

O cultivo consorciado mostrou-se altamente promissor, sugerindo pelos altos IEA encontrados, alguns acima de 2,0, que esteja havendo algum estímulo do feijão-fava no desempenho do milho, fato que necessita ser confirmado.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, R. S., HUNGRIA, M. **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa SPI, 1994. (Embrapa, Documentos, 44).
- ARAÚJO, A. S. F. de; SANTOS, J. O.; ANTUNES, J. E. L.; FIGUEIREDO, M. do V. B. Fixação Biológica do Nitrogênio. In: **A cultura do Feijão-Fava no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: EDUFPI, 2010. 272 p.
- ARAÚJO, A. K.; FILHO, J. A. A.; MARANHÃO, S. R. Consórcios de milho, feijão e mandioca em presença de bagana de carnaúba em um argissolo no litoral norte do Ceará sob condições de sequeiro. **Essentia**, Sobral, v. 18, n. 1, p. 2-23, 2017.
- AZEVEDO, J. N. de; FRANCO, L. J. D.; ARAÚJO, R. O. da C. **Composição química de sete variedades de feijão-fava**. Teresina, PI: EMBRAPA MEIO-NORTE, 2003. 4p. (EMBRAPA MEIO-NORTE. Comunicado Técnico, 152).
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação Agrícola**. 4<sup>o</sup>. Edição. Jaboticabal: Funep. 237 p. 2008.
- BATTISTI, R. **Épocas de semeadura da cultura da soja com base no risco climático e na rentabilidade líquida para as principais regiões produtoras do Brasil**. Dissertação. Piracicaba, 2013.
- BAUDET.J.C. Signification taxonomique des caracteres blastogéniques dans la tribu Papilionaceae – Phaseoleae. **Bulletin du Botanique National de Belgique**, v.44, p.259-293. 1974.
- BAUDOIN, J. P. Genetic resources, domestication and evolution of lima bean, *Phaseolus lunatus*. In: GEPTS, P. (Ed.) **Genetic resources of Phaseolus bean**. Holland: Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 393-407.
- BAUDOIN, J. P.; ROCHA, O.; DEGREEF, J.; MAQUET, A.; GUARINO, L. Ecogeography, demography, diversity and conservation of *Phaseolus lunatus* L. in Central Valley of Costa Rica. In: **Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Genepools**, International Plant Genetic Resources Institute, IPGRI (Ed.), Rome, 1999.
- BAUDOIN, J. P.; SILUE, S.; GEERTS, P.; MERGEAI, G.; JACQUEMIN J. M.; TOUSSAINT A. **Interspecific hybridization with *Phaseolus vulgaris* L.: Embryo development and its genetics**. Recent Res. Devel. Genet. Breeding. 2004.
- BEYRA, A.; ARTILES, G. R. Revisión taxonômica de los géneros *Phaseolus* y *Vigna* (Leguminosae – Papilionoideae) em Cuba. **Anales Del Jardín Botánico de Madrid**, v. 61, n. 2, p. 135-154, 2004.

BROUGHTON, W. J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. “Beans (*Phaseolus* spp.) – Model food legumes”. **Plant and soil**. Vol. 252. Nº 1. 2003. p. 55-128.

CARVALHO, J. F. **Avaliação de cultivares de feijão-caupi e feijão vagem arbustivo em sistema orgânico de produção**. Dissertação (Mestrado). Campos dos Goytacazes – RJ: UENF, p. 74, 2012.

CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; NETO, D. O. A.; TEIXEIRA, L. G. V. Desempenho agrônômico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.2, p.157-166, 2013.

CASSINI, S. T. A.; FRANCO, M. C. Fixação Biológica de Nitrogênio: microbiologia, fatores ambientais e genéticos. – In: VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. de P.; BORÉM, A. (Eds). **Feijão**. 2°. Ed. Atual. – Viçosa: Ed. UFV. 2013. 600p.

COSTA, E. M. da. **New *Bradyrhizobium* species from soils of different Brazilian regions: taxonomy and symbiotic efficiency**. Tese (Doutorado). Lavras - MG: UFL, p. 224, 2016.

COTTA, M. K.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R.; PAIVA, H. N.; FILHO, A. C. V.; SILVA, M. L. Análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de certificados de emissões reduzidas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.969-979, 2006.

CHIEZA, E. D.; GUERRA, J. G. M.; ARAÚJO, E. DA S.; ESPÍNDOLA, J. A.; FERNANDES, R. C. Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com *Crotalaria juncea* L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico. **Revista Ceres**, v. 64, n. 2, p. 189-196, 2017.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. New York: Botanical Garden, 1988. 555p.

DEBOUCK, D. G. Systematics and morphology. In: SCHOONHOVEN, A. Van; VOYSEST, O. (Ed.) **Common beans: research for crop improvement**. Cali: CIAT. P. 55-181. 1991.

DEBOUCK, D.G.; SMARTT, J. Beans. In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N.W. (Eds.). **Evolution of Crop Plants**. Harlow: Longman, 1995, cap. 58, p. 287-294.

DEBOUCK, D. G. Diversity in *Phaseolus* species in relation to the common bean. In: SINGH, S. P. (Ed.) **Common beans improvement in the twenty-first century**. Dordrecht: Kluwer, 1999. p. 25-52.

DIEGUES, I. P. **Diversidade genética entre acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) mensurada via caracteres morfoagronômicos e marcadores ISSR**. 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

DOBEIREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: Social and economic contributions. **Soil Bid. Biochem**. Vol. 29, No. 36, pp. 771-774, 1997.

ESQUIVEL, M. E.; CASTANEIRAS, L.; HAMMER, K. Origin, classification, variation and distribution of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in the light of Cuba material. **Euphytica**, v. 49, p.89-97, 1990.

FERNANDES, M. F.; FERNANDES, R. P. M.; HUNGRIA, M. Seleção de rizóbios nativos para guandu, caupi e feijão-de-porco nos tabuleiros costeiros do Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.835-842, 2003.

FREITAS, A. D. S.; VIEIRA, C. L.; SANTOS, C. E. de R. e S.; STAMFORD, N. P.; LYRA, M. do C. C. P. de. Caracterização de rizóbios isolados de Jacatupé cultivado em solo salino do Estado de Pernambuco, Brasil. **Bragantia**, v.66, p.497-504, 2007.

FERREIRA, L. V. M. **Coinoculação de bactérias promotoras de crescimento em feijão-fava e feijão-comum**. Tese (Doutorado). Lavras – MG: UFL, p. 94, 2017.

FILHO, N. P.; SOUSA, L. L.; SANTOS, T. M.; RODRIGUES, W. A. D.; CAMARA, F. T. Estudo sobre a produtividade de feijão caupi “verde” consorciado com milho em função da colheita parcelada das vagens. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.4, n.7, p. 247, 2017.

FILHO, A. F. O.; BEZERRA, F. T. C.; PITOMBEIRA, J. B.; DUTRA, A. S.; BARROS, G. L. Eficiência agrônômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 4, p. 729-736, 2016.

FILHO, A. C.; RIBEIRO, N. D.; BURIN, C. Consistência do padrão de agrupamento de cultivares de feijão conforme medidas de dissimilaridade e métodos de agrupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.3, p.236-243, 2010.

GOMES, S. O.; REIS, R. L. R.; CARMO, M. D. S.; FILHO, J. R. A.; GOMES, R. L. F.; LOPES, A. C. A. Avaliação de componentes de produtividade de grãos em sub-amostras de feijão-fava de crescimento determinado. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v.7, p. 312-317, 2010.

GUIMARÃES, W. N. R.; MARTINS, L. S. S.; SILVA, E. F.; FERRAZ, G. M. G.; OLIVEIRA, F. J. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, p.37-45, 2007.

HENRIQUE, S. L.; **Desempenho agrônômico do consórcio de milho e feijão-caupi, inoculado com rizóbio, conduzido sob manejo orgânico no município de Januária-MG**. Dissertação (mestrado). Seropédica – RJ: UFRRJ, p. 53, 2014.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. Fixação biológica do nitrogênio em soja. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Eds.) **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa- spi, 1994. p. 9-90.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal – Culturas Temporárias e Permanentes**. Prod. agric. munic., Rio de Janeiro, v. 39, p.1-101, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal – Culturas Temporárias e Permanentes**. Prod. agric. munic., Rio de Janeiro, v. 40, p.1-102, 2013.

IPGRI. Descritores para *Phaseolus lunatus* (Feijão-espadinho). **International Plant Genetic Resources Institute**, Rome. 2001.

JUNIOR, C. P. **Crescimento e desempenho produtivo de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura no Centro-Sul do estado do Paraná**. Dissertação. Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO. Guarapuava-PR. 2012.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 2, p. 219-234, 2015.

LOPES, N. S.; SILVA, F. E.; COSTA, M. N. F.; RODRIGUES, W. A. D.; CAMARA, F. T. Produtividade de fava e milho em função do sistema de consórcio em regime de sequeiro na região do Cariri-CE. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.4, n.8; p. 220, 2017.

LYMMAN, J. M. Adaptation studies on lima bean accessions in Colombia. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 108, n.3, p. 369-373, 1983.

MACKIE, W. W. **Origin, dispersal, and variability of the lima bean, *Phaseolus lunatus***. Hilgardia, v.15, n.1, p. 1-29, 1943.

MAQUET, A.; VEREMANS, X. Z.; BAUDOIN, J. P. Phylogenetic study on wild allies of lima bean, *Phaseolus lunatus* (Fabaceae), and implications on its origin. **Plant Systematics and Evolution**, v. 218, p. 43-54, 1999.

MARTINS, L. M. V. et al. **Características relativas ao crescimento em meio de cultura e a morfologia de colônias de “Rizóbio”**.p.14, 1997. EMBRAPA: Comunicado Técnico 19.

MARTORANO, L. G.; MATOS, R. M.; SILVA, E. M. R.; ANGELOCCI, L. R.; PEREIRA, F. A.; VILLA NOVA, N. A. Disponibilidade climática para o cultivo da bananeira na região de Seropédica/Itaguaí-RJ. In. **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEROLOGIA**, 10. Piracicaba, 1997, Piracicaba: SBA, 1997. **Anais...** p.301-303.

MELO, L. J. V. **Morfofisiologia e rendimento de fava sob diferentes condições de manejo cultural**. Campina Grande – PB. 2005. 166p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Campina Grande.

MOUSINHO, F. E. P. Irrigação. In: ARAÚJO, A. S. F.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F. (Org.). **A cultura do feijão-fava no Meio-Norte do Brasil**. 1 ed. Teresina: EDUFPI, v. 1, p. 45-72, 2010.

NETO, M. B.; FAGUNDES, R. A. A.; BARBOSA, M. M.; ARRIEL, N. H. C.; FRANCO, C. F. O.; SANTOS, J. F. Características morfológicas e produtivas em acessos de feijão-fava consorciados. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.9, n.3, p. 23-27, 2015.

NETO, V. P. C. **Nodulação e fixação biológica de nitrogênio em feijão-fava inoculado com rizóbios isolados de solos da microrregião do médio parnaíba piauiense.** Dissertação (mestrado). Teresina – PI: UFP, p. 59, 2016.

NOBRE, D. A. C.; JUNIOR, D. S. B.; NOBRE, E. C.; SANTOS, J. M. C.; MIRANDA, D. G. S.; ALVES, L. P. Qualidade física, fisiológica e morfologia externa de sementes de dez variedades de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 425-429, 2012.

NOSOLINE, S.M. **Prospecção e caracterização de rizobactérias de feijão-caupi cultivado no estado do rio de janeiro.** Tese (Doutorado). Campos dos Goytacazes – RJ: UENF, p. 163, 2016.

OLIVEIRA, A.P. DE; ALVES, E.U.; ALVES, A.U.; DORNELAS, C.S.M.; SILVA, J.A. DA; PORTO, M.L.; ALVES, A.V. Produção de feijão-fava em função do uso de doses de fósforo em um Neossolo Regolítico. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.3, p.543-546, 2004.

OLIVEIRA, F. N.; TORRES, S.B.; BEBEDITO, C.P. Caracterização botânica e agrônômica de acessos de feijão-fava, em Mossoró, RN. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 143-148, 2011.

OLIVEIRA, S. G. **Alelopatia e potencialidade do consórcio entre rúcula e capim-cidreira.** Dissertação (mestrado). Botucatu – SP: UNESP, p. 74, 2014.

ORMENO-ORRILLO, E.; VINUESA, P.; ZUNIGA-DAVILA, D.; MARTINEZ-ROMERO, E. Molecular diversity of native bradyrhizobia isolated from (*Phaseolus lunatus*L.) in Peru. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 29, p.253-226, 2006.

PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E. G.; AISENBERG, G. R.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A.; ANTUNES, I. F. Crescimento de plantas e qualidade fisiológica de sementes de feijão sob alagamento do solo. **Scientia Agraria**. Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 1, p. 94-98, 2017.

PIPER, C. V. **Studies in American Phaseolinae.** Unide States National Herbarium, v. 22.p. 663-701, 1926.

RACHIE, K. O.; SONG, L.; LYMAN, J. Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) and potential in the tropics. In: SUMMERFIELD, R. J. & BUNTING, A. H. (Eds.). **Advances in legume science**. Kew: Royal Botanic Garden, 1980. P. 375-381.

RAMALHO, M. A. P.; COELHO, A. M.; TEIXEIRA, A. L. S. Consórcio de milho verde e feijão em diferentes épocas de plantio na entresafra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 7, p.799-806, 1985.

RÓS, A. B.; JOÃO, R. E. S. Desempenho agrônômico e uso eficiente da terra em arranjos de plantas de mandioca e batata-doce. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n.4, p. 517-522, 2016.

SANTOS, M. A.; BATISTA, P. S. C.; LOPES, M. F.; SILVA, M. G. DE M.; BERTO, A. L. F. Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão-de-corda em diferentes populações e arranjos de plantas no semiárido mineiro. **Revista Agroambiente**, v. 10, n. 3, p. 201-208, 2016.

SANTOS, D.; CORLETT, F. M. F.; MENDES, J. E. M. F.; JÚNIOR, J. S. A. W. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no Estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1407-1412, 2002.

SANTOS, D.; CORLETT, F. M. F.; MENDES, J. E. M. F.; WANDERLEY JÚNIOR, J. S. A. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 10, p. 1407-1412, 2002.

SANTOS, et al. Diversidade de rizóbios capazes de nodular leguminosas tropicais. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.4, p.249-256, 2008.

SANTOS, J. O. **Divergência genética em feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.)**, UFPI, Teresina, 2008. 97p. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, R. N. P.; ALVES, A. A.; GARCEZ, B. S.; MOREIRA FILHO, M. A.; OLIVEIRA, M. E.; MOREIRA, A. L.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; PARENTE, H. N. Degradabilidade ruminal de casca de vagem de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) amonizada com ureia. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v.18, n.1, p.26-37, 2017.

SILVA, G. S.; OLIVEIRA, R. A.; QUEIROZ, N. L.; SILVA, M. N. B.; SOUSA, M. F.; SILVA, S. A. Desempenho agrônômico de algodão orgânico e oleaginosas consorciados com palma forrageira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.9, p.975-981, 2013.

SILVA, J. L. A.; NEVES, J. A. Produção de feijão-caupi semi-prostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira Ciência Agrária**, v. 6, n. 1, p. 29-36, 2011.

SILVA, H. T.; COSTA, A. O. **Caracterização botânica das espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. 40p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 156).

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

SILVA, P. S. L.; FREITAS, C. J. Rendimentos de grãos verdes de milho e caupi em cultivos puros e consorciados. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 43, n. 245, p. 28-38, 1996.

SOARES, C. A.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; GÂNDARA, F. C. Aspectos socioeconômicos. In: LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F. (Orgs.) **A cultura do feijão-fava no Meio Norte do Brasil**. Teresina: EDUFPI, 2010. p. 237-268.

SOUZA, L. S. B.; DE MOURA, M. S. B.; SEDIYAMA, G. C.; da SILVA, T. G. F. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura do milho e feijão-caupi em sistemas exclusivo e consorciado. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 151-160, 2015.

VEIGA SILVA, J. C. B.; COMIN, J. J. Desempenho agrônômico de milho, feijão, soja e abóbora em sistema orgânico de monocultivo e consórcio. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n. 2, p. 191-199, 2013.

VIEIRA, R. F. **A cultura do feijão-fava**. Informe Agropecuário, v. 16, n. 174, p. 30-37, 1992.

VIEIRA, R. F.; ARAÚJO, G. A. A. Comparações agronômicas de feijões dos gêneros *Vigna* e *Phaseolus* com o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Brasileira**, v. 27, n. 6, p. 841-850, 1992.

VIEIRA, C. Cultivos Consorciados. – In: VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. de P.; BORÉM, A. (Eds). **Feijão**. 2º. Ed. Atual. – Viçosa: Ed. UFV. 2013. 600p.

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

WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs. Part 1: Competition and yield advantages. **Field Crops Abstract**, v. 32, n. 1, p. 10, 1979.

## 7. ANEXOS

### Anexo A – Descritores vegetativos e reprodutivos do feijão-fava.

Variáveis	Categoria da Variável	Natureza dos Dados	Mensuração dos Dados	Unidades de Medida	Categoria dos dados
Diâmetro de Caule (DiC)	Vegetativa	Quantitativo	Média	milímetros	-
Pigmentação do Caule (PiC)	Vegetativa	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Sem pigmentação; Localizada nos nós; Generalizada; Quase total
Hábito de Crescimento (HC)	Vegetativa	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Determinado; Indeterminado
Ramificação (RAM)	Vegetativa	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	1 Caule Principal, ramos laterais curtos, raros ou inexistentes; 1 Caule principal, raros ramos laterais a começar nos primeiros nós; 2 ou 3 caules principais a começar nos primeiros nós; 2 ou 3 caules principais e outros ramos laterais; Densamente ramificado
Número de Nós (NuN)	Vegetativa	Quantitativo	Contagem	Números inteiros	-
Cor da Nervura das Folhas (CrNF)	Vegetativa	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Verde; Púrpura
Cor da Folha (CrF)	Vegetativo	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Verde pálido; Verde intermediário; Verde escuro
Pilosidade das Folhas (PiF)	Vegetativa	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Glabra; Ligeiramente pubescente; Moderadamente pubescente; Altamente pubescente
Comprimento de Folha (CoF)	Vegetativa	Quantitativo	Média	milímetros	-
Largura de Folha (LaF)	Vegetativa	Quantitativo	Média	milímetros	-

<b>Variáveis</b>	<b>Categoria da Variável</b>	<b>Natureza dos Dados</b>	<b>Mensuração dos Dados</b>	<b>Unidades de Medida</b>	<b>Categoria dos dados</b>
Forma de Folha (FoF)	Vegetativa	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Redondo; Oval; Oval-lanceolado; Lanceolado; Linear-lanceolado
Tempo Médio de Floração (TMF)	Reprodutivo	Quantitativo	Contagem	Números Reais	Até que 50% das plantas apresentem inflorescências
Tamanho de Botão Floral (TBF)	Reprodutivo	Quantitativo	Média	Milímetros	-
Cor das Asas (Pétalas)* (CrA)	Reprodutivo	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Branca; Rosa claro; Rosa escura a púrpura; Violeta
Cor da Quilha (CoQ)	Reprodutivo	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Esverdeada; Tingida (rosa ou púrpura)
Cor do Estandarte (CrE)	Reprodutivo	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Branco; Rosa claro; Rosa escuro a púrpura; Violeta; Verde
Padrão de Abertura das Asas (AbA)	Reprodutivo	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Asas paralelas (fechadas); Medianamente abertas; Asas muito separadas
Número das Vagens (NuV)	Reprodutivo	Quantitativo	Soma	Número reais	-
Comprimento das Vagens (CoV)	Reprodutivo	Quantitativo	Média	milímetros	-
Largura das Vagens (LaV)	Reprodutivo	Quantitativo	Média	milímetros	-
Espessura das Vagens (EsV)	Reprodutivo	Quantitativo	Média	Milímetros	-
Curvatura das Vagens (CuV)	Reprodutivo	Qualitativo	Avaliação visual e Porcentagem	-	Direita; Ligeiramente curva; Curva
Número de lócus na Vagem (NLV)	Reprodutivo	Quantitativo	Média	Números reais	-

<b>Variáveis</b>	<b>Categoria da Variável</b>	<b>Natureza dos Dados</b>	<b>Mensuração dos Dados</b>	<b>Unidades de Medida</b>	<b>Categoria dos dados</b>
Número de Sementes (NuS)	Reprodutivo	Quantitativo	Soma	Números reais	-
Comprimento da Semente (CoS)	Reprodutivo	Quantitativo	Média	Milímetros	-
Largura das Semente (LaS)	Reprodutivo	Quantitativo	Média	Milímetros	-
Espessura da Semente (EsS)	Reprodutivo	Quantitativo	Média	Milímetros	-
Peso de uma Semente (PuS)	Reprodutivo	Quantitativo	Média	Gramas	-
Peso de Cem Sementes	Reprodutivo	Quantitativo	-	Gramas	-
Peso total de Sementes (PTS)	Reprodutivo	Quantitativo	Soma	Gramas	-
Forma da Semente (FoS)	Reprodutivo	Qualitativo	A partir da variável RCL	-	Esférica; Elíptica; Oblonga ou reniforme curta
Perfil da Semente (PeS)	Reprodutivo	Qualitativo	A partir da variável REL	-	Achatada; Semi-achatada; Cheia
N-Proteico na semente (NPS)	Nutricional	Quantitativo	Média	Porcentagem	-
Valor de Proteína Bruta (VPB)	Nutricional	Quantitativo	Média	-	-

Fonte: (Modificado de Diegues, 2014).

**Anexo B** – Análise do solo da área de multiplicação dos 14 acessos de feijão-fava, Seropédica - RJ.

Resultados de análises químicas - Rotina de FERTILIDADE DO SOLO

Identificação	Perfil (cm)	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	m	n	pHágua	Corg	P	K
		Cmolc/dm <sup>3</sup>									%	01:02,5	%	mg/L		
Amostra	0-20	0,042	4,65	4,47	0,51	5,07	0	9,68	14,75	65,5	0	0	5,97	1,47	56,25	199,75

**Anexo C** – Análise do solo da área do experimento com 10 acessos de feijão-fava na espaldeira vertical, Seropédica - RJ.

Resultados de análises químicas - Rotina de FERTILIDADE DO SOLO

Identificação	Perfil (cm)	Na	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	t	T	V	m	n	pHágua	Corg	P	K
		Cmolc/dm <sup>3</sup>									%			01:02,5	%	mg/dm <sup>3</sup>
Amostra	0-20	0,05	1	0,5	3,1	0,2	1,7	1,9	4,8	35	10	-	4,3	-	15	61

**Anexo D** – Análise do solo da área do experimento consórcio milho vs feijão-fava, Campos dos Goytacazes - RJ.

Resultados de análises químicas - Rotina de FERTILIDADE DO SOLO																				
Iden.	Perfil (cm)	Na	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	t	T	V	m	n	pHágua	Corg	P	K	Fe	Cu	Zn	Mn
		Cmolc/dm <sup>3</sup>									%			01:02,5	%	mg/dm <sup>3</sup>				
Amostra 1	0-20	0,44	7,2	3,6	5,4	0	11,4	11,4	16,8	67,9	0	-	6,5	1,71	71	69	67,2	3,2	7,8	40,2
Amostra 2	20-40	0,42	5,1	3,9	6	0	9,5	9,5	15,5	61,3	0	-	6,1	1,37	20	36	70,8	3,3	5,4	26,4

**Anexo E – Análise de variância dos descritores quantitativas do experimento na espaldeira vertical com 10 acessos de feijão-fava em março de 2016, Seropédica - RJ.**

FV	GL	QM																	
		DiC	NuN	CoF	LaF	TMF	TBF	NuV	CoV	LaV	EsV	NLV	NuS	CoS	LaS	EsS	PuS	PCS	PTS
Trat	9	0,361	1,340	45,048	36,699	116,988*	0,189	396,041	95,711*	6,905*	1,949*	0,525*	0,362*	10,727*	1,519*	0,643*	0,039*	252,308*	562,279
Bloco	3	1,750	4,534	677,697	300,341	11,900	0,011	1,456,309	24,827	1,067	0,87	0,052	0,185	0,151	0,157	0,155	0,001	40,379	1.130,202
erro	27	0,185	1,509	29,885	17,073	5,529	0,118	342,689	12,698	0,731	0,293	0,044	0,051	0,382	0,176	0,056	0,002	25,364	257,798
Total	39																		

\*Significativo ao nível de 5%.

**Anexo F** – Análise de variância dos descritores quantitativos do experimento em vasos com 15 acessos de feijão-fava em março de 2017, Seropédica - RJ.

FV	GL	QM																
		DiC	NuN	CoF	LaF	TMF	TBF	NuV	CoV	LaV	EsV	NLV	NuS	CoS	LaS	EsS	PuS	PTS
Trat	14	2,148*	45,435*	399,912*	139,185*	1.886,949*	1,721*	171,683*	1.105,306*	66,937*	11,786*	1,701*	0,962*	110,479*	29,566*	3,276*	0,272*	38,647*
erro	135	0,502	10,653	161,350	53,556	91,865	0,399	16,194	34,903	1,702	2,493	0,147	0,268	1,427	0,561	0,61	0,015	4,744
Total	149																	

\*Significativo ao nível de 5%.

**Anexo G** – Análises de variâncias do experimento consórcio milho vs feijão-fava em fevereiro de 2017, Campos dos Goytacazes – RJ.

Anova variáveis do milho.

FV	GL	QM								
		NuE	PE + P	PE - P	PTG	kg.ha <sup>1</sup>	Ren G/E	PMS	CE	DE
TRAT	5	1,066	0,021	0,016	0,011	296.046,87	7,167*	108,689	229,735	4,049
BLOCO	3	0,611	0,14	0,111	0,076	1.900.026,04	2,306	298,979	397,026	12,120
erro	15	0,844	0,048	0,039	0,03	760.713,54	2,737	889,991	158,307	5,935
Total	23									

\*Significativo ao nível de 5%.

Anova variáveis feijão-fava.

FV	GL	QM									
		NuV	NuVP	PV + S	PTG	kg.ha <sup>1</sup>	Ren. G/V	NLV	NuSV	PCS	PuS
TRAT	9	11.566,80	94,085	0,03*	0,015*	399.522,83*	83,114*	0,833*	0,552*	32,874*	0,004*
BLOCO	3	1.310,82	82,035	0,002	0,001	47.500,00	30,956	0,066	0,057	11,465	0,002
erro	27	10.017,41	78,807	0,015	0,008	215.474,00	25,170	0,058	0,096	5,634	0,001
Total	39										

\*Significativo ao nível de 5%.

**Anexo H – Análises de variâncias do ensaio de nodulação dos três acessos de feijão-fava em três diferentes sistemas de uso do solo, Seropédica - RJ.**

**Variável analisada: Número de Nódulos.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FATOR_SOLO	2	95.365510	47.682755	9.134	0.0023
FATOR_ACES	2	36.424245	18.212123	3.489	0.0553
FATOR_SOLO*FATOR_ACE	4	19.629432	4.907358	0.940	0.4660
REP	2	36.551080	18.275540	3.501	0.0548
erro	16	83.525065	5.220317		
Total corrigido	26	271.495332			
CV (%) =	26.70				
Média geral:	8.5577299	Número de observações:	27		

**Variável analisada: Massa Fresca dos Nódulos (g).**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FATOR_SOLO	2	0.359307	0.179653	17.246	0.0001
FATOR_ACES	2	0.151698	0.075849	7.281	0.0056
FATOR_SOLO*FATOR_ACE	4	0.156991	0.039248	3.768	0.0241
REP	2	0.023440	0.011720	1.125	0.3490
erro	16	0.166671	0.010417		
Total corrigido	26	0.858107			
CV (%) =	7.56				
Média geral:	1.3493731	Número de observações:	27		

**Variável analisada: Massa Seca dos Nódulos (g).**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
FATOR_SOLO	2	0.013640	0.006820	4.556	0.0272
FATOR_ACES	2	0.001081	0.000540	0.361	0.7026
FATOR_SOLO*FATOR_ACE	4	0.004565	0.001141	0.762	0.5649
REP	2	0.002814	0.001407	0.940	0.4112
erro	16	0.023952	0.001497		
Total corrigido	26	0.046052			
CV (%) =	3.62				
Média geral:	1.0676867	Número de observações:	27		