

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**TESE**

**Bases para o Cultivo Orgânico de Feijão-Caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp.)] no Estado do Rio de Janeiro**

**Rejane Escrivani Guedes**

**2008**



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

**BASES PARA O CULTIVO ORGÂNICO DE FEIJÃO-CAUPI [*Vigna unguiculata* L. (WALP)] NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**REJANE ESCRIVANI GUEDES**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Norma Gouvêa Rumjanek**

*e Co-orientação do professor*  
Gustavo Ribeiro Xavier  
Raul de Lucena Duarte Ribeiro

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

Seropédica, RJ  
Março, 2008

635.652

G924b

T

Guedes, Rejane Escrivani, 1976-

Bases para o cultivo orgânico de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L. (walp)] no Estado do Rio de Janeiro / Rejane Escrivani Guedes – 2008. 75f. : il.

Orientador: Norma Gouvêa Rumjanek.

Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Bibliografia: f. 68-75.

1. Feijão – Cultivo - Rio de Janeiro (Estado) - Teses. 2. Feijão – Adubos e fertilizantes – Rio de Janeiro (Estado) - Teses. 3. Feijão – Doenças e pragas – Rio de Janeiro (Estado) - Teses. 4. Cultivo consorciado – Rio de Janeiro (Estado) - Teses. I. Rumjanek, Norma Gouvêa, 1953-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

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

**REJANE ESCRIVANI GUEDES**

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

TESE APROVADA EM: 25 de Março de 2008

---

Norma Gouvêa Rumjanek. Dra. Embrapa – CNPAB  
(Orientadora)

---

Antonio Carlos de Souza Abboud. Dr. UFRRJ

---

Dejair Lopes de Almeida. Dr. Embrapa – CNPAB

---

Lindete Míria Vieira Martins. Dra. UNEB.

---

Marcelo Grandi Teixeira. Dr. Embrapa – CNPAB

## DEDICATÓRIA

*À Deus por me guiar e sempre me apoiar nas horas mais difíceis.  
Ao meu querido pai Geraldo Lima Guedes Júnior,  
a minha querida mãe Maria Aparecida Escrivani Guedes,  
por todo amor, confiança, carinho e compreensão.  
Aos meus irmãos Rodrigo e Raquel.  
Ao meu amado Angelo Machado.  
Aos meus amigos queridos.*

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre presente, me guiando em todos os passos durante minha vida.

À minha família, pelo apoio e incentivo, por acreditarem em meu trabalho, pelo amor, carinho, e compreensão sem os quais eu não atingiria meus objetivos.

Aos meus amigos, que sempre estiveram presentes nos momentos bons e ruins, e que sempre me apoiaram.

À minha orientadora Norma Gouvêa Rumjanek, e aos meus co-orientadores Raul de Lucena Duarte Ribeiro e Gustavo Ribeiro Xavier, pela orientação, compreensão e a amizade construída neste período, que espero, dure para sempre.

À CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida.

Ao CPGF, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia do Instituto de Agronomia, pela oportunidade a mim concedida.

À UFRuralRJ, pelo valioso conhecimento concedido dentro do campo da Agronomia e por me acolher nestes últimos onze anos, incluindo a graduação, o mestrado e o doutorado, se tornando a minha segunda casa, servindo também, como uma escola de vida.

À Embrapa Agrobiologia, por fornecer seu espaço para o desenvolvimento da pesquisa; e aos seus pesquisadores José Guilherme Marinho Guerra, Dejair Lopes de Almeida e Janaína Ribeiro Costa, que sempre se mostraram atenciosos e prestativos na realização deste trabalho.

Aos funcionários da “Fazendinha Agroecológica km 47” e aos amigos do Laboratório de Ecologia Microbiana, pela amizade e colaborações no decorrer dos experimentos e pelo maravilhoso ambiente de trabalho em que convivi.

A todos que de uma maneira ou de outra contribuíram para mais esta realização em minha vida.

**Muito obrigada!**

## RESUMO GERAL

GUEDES, Rejane Escrivani. **Bases para o cultivo orgânico de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp.)] no estado do Rio de Janeiro**. 2008. 96p Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Foi avaliado, em sistema orgânico de produção, o desempenho de genótipos de feijão-caupi com potencial para produção de grãos verdes e adubação verde, e em consórcios com o milho, nas condições da Baixada Fluminense, município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro. No ano de 2005, em área do SIPA, (Sistema Integrado de Produção Agroecológica – “Fazendinha Agroecológica Km. 47”), foram avaliados 53 genótipos de feijão-caupi, segundo características fitotécnicas qualitativas e quantitativas. Os dados foram submetidos a análise de variância univariada e a análise multivariada. Houve diferença significativa para todos os parâmetros avaliados. Os genótipos EES-02, EES-08, EES-26, EES-47, Feijão-Caupi e Feijão Mauá reuniram características mais adequadas para colheita de grãos verdes, apresentando porte semi-ramador, hábito de crescimento determinado, com florescimento até 45 dias após semeadura, diferindo apenas pela coloração da vagem e do grão. Os resultados da análise univariada demonstraram alta variabilidade entre os genótipos. Porém, para o caso de se reunir vários atributos fitotécnicos, constituindo grupos de genótipos, a análise multivariada se mostrou mais eficiente e pode ser de valia para o melhoramento do feijão-caupi. Foi avaliado, ainda, o desempenho agrônômico dos consórcios do milho com o feijão-caupi submetidos ao manejo orgânico, através de dois experimentos conduzidos no SIPA. No Experimento 1, avaliou-se o desempenho de três cultivares de feijão-caupi para adubação verde do milho (cv. AG-1501) em consórcios simultâneos. As cultivares de feijão-caupi Mauá, BRS Milênio e Olho de Peixe foram utilizadas, adotando-se delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 3 (dois espaçamentos de milho e três cultivares de feijão-caupi). No Experimento 2, avaliou-se o consórcio entre feijão-caupi (cv. Mauá) e milho (cv. AG-1051) para colheitas de grãos verdes e de espigas verdes, respectivamente. Os tratamentos constaram de quatro intervalos entre as semeaduras de feijão-caupi e de milho. No Experimento 1, o espaçamento do milho em fileiras duplas favoreceu a produção de biomassa aérea fresca de feijão-caupi, muito provavelmente pela maior entrada de luz no sistema. Os resultados do Experimento 2 indicaram que o consórcio não interferiu na produtividade do milho, colhendo-se, em média, 9,5 e 5,9 Mg ha<sup>-1</sup> de espigas verdes empalhadas e desempalhadas, respectivamente. Com relação à produção de grãos verdes da cv. Mauá de feijão-caupi, o monocultivo superou os consórcios com o milho, ultrapassando 1400 kg ha<sup>-1</sup>. O consórcio correspondente a 21 DAM (dias antes do milho) diferiu dos demais tipos de consórcio, sendo superior, em produção, que atingiu 978,75 kg ha<sup>-1</sup>. Concluiu-se que o sistema de consórcio com o feijão-caupi pode ser adotado na região sem risco de perdas na produtividade do milho por efeito de competição, sendo de três semanas (21 DAM) o intervalo mais adequado entre as semeaduras.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, consórcios, agricultura orgânica, adubação verde, grãos, e espigas verdes.

## GENERAL ABSTRACT

GUEDES, Rejane Escrivani. **Organic farming systems for cowpea [*Vigna unguiculata* L. (Walp.)] in the state of Rio de Janeiro**. 2008. 75p Tese (Doctor Science in Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Cowpea genotypes submitted to organic management were evaluated for grain yield and green manure, as well as intercropped with corn, under field conditions of Seropédica, state of Rio de Janeiro. In the year of 2005, 53 cowpea genotypes were compared at the Integrated Agroecology Production System (“SIPA” – Km 47 Agroecologic Farm) relating to qualitative and quantitative agronomic traits. Data were treated by following univariate and multivariate statistical analysis. Significant differences were detected with respect to all the evaluated parameters. Genotypes EES-02, EES-08, EES-26, EES47, Feijão-Caupi and Feijão Mauá showed favourable attributes for immature (=green) grain yield. They presented determinate growth habit with moderate branching and flowering stage up to 45 days after sowing, only differing by pod and grain colors. Univariate analysis demonstrated high variability among cowpea genotypes. However, multivariate analysis was more efficient to joint selected agronomic traits for identification of genotypic groups, which can be important in cowpea breeding programs. Cowpea and corn intercrops also submitted to organic cultivation were evaluated by means of two field experiments carried out at SIPA. In Experiment 1, the cowpea cultivars Mauá, BRS Milênio and Olho de Peixe were intercropped with corn (cv. AG-1051) to function as green manures. A randomized blocks design was employed in factorial 2x3 scheme (two corn plant spacing x three cowpea cultivars). In Experiment 2, ‘Mauá’ cowpea and ‘AG-1051’ corn were intercropped for harvesting immature (=green) grains and spikes, respectively. Treatments consisted of four time intervals between cowpea and corn sowing. As for Experiment 1, corn planted in double rows favoured cowpea above-ground biomass production, probably due to a greater amount of light admitted into the system. Results from Experiments 2 indicated that intercrop with cowpea did not decrease corn yield which reached averages of 9,5 and 5,9 Mg ha<sup>-1</sup> of ears with and without straw, respectively. Regarding cowpea grain yield of Mauá cultivar its single crop was superior to the intercrops exceeding 1400 kg ha<sup>-1</sup>. Treatment corresponding to 21 days of interval between cowpea and corn sowing differed from the other types of intercrops, with yield attaining 978,75 kg ha<sup>-1</sup>. It is concluded that the intercropping system can be adopted in the region without risks of lowering corn yield due to competition, being three weeks (21 days) the most adequate time interval between sowing.

**Key-words:** *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, intercrops, organic farming, green manuring, immature (=green) grains, spikes.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>01</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>03</b>
2.1 Agricultura orgânica.....	04
2.2 O feijão-caupi: origem, aspectos gerais da cultura e importância socioeconômica.....	04
2.3 Cultivo do feijão-caupi para produção de grãos verdes.....	06
2.4 Cultivo do feijão-caupi para adubação verde.....	07
2.6 Principais pragas e doenças do feijão-caupi no Brasil.....	08
<b>3. CAPÍTULO I - Avaliação de genótipos locais e introduzidos de feijão-caupi [<i>Vigna unguiculata</i> (Walp.)] em sistema orgânico de cultivo.....</b>	<b>09</b>
Resumo.....	10
Abstract.....	11
3.1 Introdução.....	12
3.2 Material e Métodos.....	14
3.3 Resultados e Discussão.....	18
3.3.1 Análise univariada.....	18
3.3.2 Análise multivariada.....	22
3.3.3 Análise de componentes principais.....	29
3.4 Conclusões.....	32
<b>4. CAPÍTULO II – Consórcios entre feijão-caupi e milho em sistema orgânico de produção no estado do Rio de Janeiro.....</b>	<b>33</b>
Resumo.....	34
Abstract.....	35
4.1 Introdução.....	36
4.2 Material e Métodos.....	39
4.2.1 Experimento 1: Avaliação de cultivares de feijão-caupi para adubação verde do milho em consórcios simultâneos sob manejo orgânico.....	39
4.2.2 Experimento 2: Avaliação de consórcios entre feijão-caupi e milho, para colheita de grãos verdes e de espigas verdes, no sistema orgânico de produção..	42
4.3 Resultados e Discussão.....	45
4.3.1 Experimento 1.....	45
4.3.2 Experimento 2.....	56
4.4 Conclusões.....	67
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1.</b> Genótipos de feijão-caupi ( <i>Vigna unguiculata</i> ) avaliados e respectivas procedências (Seropédica/RJ, 2005).....	15
<b>Tabela 2.</b> Resumo das análises de variância de sete descritores fitotécnicos quantitativos avaliados em 53 genótipos de feijão-caupi (Seropédica/RJ, 2005).....	19
<b>Tabela 3.</b> Valores médios dos genótipos de feijão-caupi para sete descritores fitotécnicos quantitativos empregados para estimar o grau de dissimilaridade genética (Seropédica/RJ, 2005).....	20
<b>Tabela 4.</b> Agrupamento de 53 genótipos de feijão-caupi com base no coeficiente “simple matching” utilizado como medida de dissimilaridade (Seropédica/RJ, 2005).....	24
<b>Tabela 5.</b> Agrupamento de 53 genótipos de feijão-caupi avaliados em sistema orgânico de cultivo, com base na distância Euclidiana utilizada como medida de dissimilaridade (Seropédica/RJ, 2005).....	26
<b>Tabela 6.</b> Valores relativos aos três fatores ( $\lambda_1$ , $\lambda_2$ e $\lambda_3$ ), retidos pelo critério de Mineigen, para sete variáveis fitotécnicas dos genótipos avaliados de feijão-caupi e percentuais da informação representada pelos componentes principais (% variância e % variância acumulada).....	29

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 7.</b> Quadrados médios relativos à biomassa fresca (BF); biomassa seca (BS); comprimento do ramo principal (CRP); comprimento do maior ramo secundário (CRS); número de folhas (NF); número de ramos (NR); Número de nódulos (NN); massa fresca de nódulos (MF) e massa seca de nódulos (MS) referentes a três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).....	46
<b>Tabela 8.</b> Comprimentos do ramo principal e do maior ramo secundário de três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).....	48
<b>Tabela 9.</b> Número de folhas e de ramos por planta de três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).....	49
<b>Tabela 10.</b> Quadrados médios relativos a produção de biomassa aérea fresca e seca por três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).....	52
<b>Tabela 11.</b> Biomassa aérea fresca de três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).....	52
<b>Tabela 12.</b> Biomassa aérea seca de três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).....	53
<b>Tabela 13.</b> Quadrados médios relativos à produtividade do milho em espigas verdes empalhadas (PEE) e desempalhadas (PED); ao número de espigas (NES); diâmetro basal (DIA) e comprimento (COM) da espiga, consorciado com três cultivares de feijão-caupi em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).....	54

<b>Tabela 14.</b> Comprimento da espiga verde de milho consorciado com três cultivares de feijão-caupi em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).....	55
<b>Tabela 15.</b> Quadrados médios relativos a parâmetros fitotécnicos do milho: diâmetro basal da espiga verde empalhada (DEE); diâmetro basal da espiga verde desempalhada (DED); comprimento da espiga (COM); produtividade em espigas verdes empalhadas (PEE); produtividade em espigas verdes desempalhadas (PED); número de espigas (NES); biomassa aérea fresca da planta (MFP); biomassa aérea seca da planta (MSP); altura do ponto de emergência da primeira espiga (ALT) em diferentes tipos de consórcio com o feijão-caupi, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2007).....	57
<b>Tabela 16.</b> Biomassas fresca e seca da parte aérea e altura da planta de milho nos diferentes tipos de consórcio com feijão-caupi, sob manejo orgânico, imediatamente após a colheita de espigas verdes (Seropédica/RJ, 2007).....	59
<b>Tabela 17.</b> Quadrados médios relativos ao feijão-caupi com relação à produtividade em vagens (PVV) e grãos verdes (PGV); número de vagens (NVV); percentual de casca da vagem após retirada dos grãos (CAS); comprimento da vagem (COM); e número de grãos por vagem (NGVA) nos diferentes tipos de consórcio com o milho, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).....	60
<b>Tabela 18.</b> Comprimento da vagem verde e número de grãos verdes por vagem de feijão-caupi nos diferentes tipos de consórcio com o milho, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).....	64
<b>Tabela 19.</b> Índices de Equivalência de Área (IEA) relativos a diferentes tipos de consórcio entre feijão-caupi e milho, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2007).....	65
<b>Tabela 20.</b> Índices de Equivalência de Área (IEA) relativos a diferentes tipos de consórcio entre feijão-caupi e milho, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2007).....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1.** Variação sazonal de temperatura média do ar (A) e precipitação pluviométrica (B) no município de Seropédica, no período de condução do estudo. Dados do Posto Agrometeorológico da Estação Experimental de Seropédica (PESAGRO-RIO/ INMET) (Seropédica/RJ, 2005)..... 14
- Figura 2.** Grau de severidade de danos foliares pela “vaquinha” (*Ceratomyxa arcuata*) verificados em genótipos de feijão-caupi (Seropédica/RJ – 2005)..... 17
- Figura 3.** Vista geral do experimento implantado em março de 2005, no qual 53 genótipos de feijão-caupi, em cultivo orgânico, foram avaliados por suas características fitotécnicas (Seropédica/RJ, 2005)..... 18
- Figura 4.** Dendrograma obtido pela análise de agrupamento utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade (“simple matching”), com base em características fitotécnicas qualitativas de 53 genótipos de feijão-caupi avaliados no sistema orgânico de cultivo (Seropédica/RJ, 2005)..... 23
- Figura 5.** Dendrograma obtido pela análise de agrupamento, utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade euclidiano, baseado em características fitotécnicas quantitativas de 53 genótipos de feijão-caupi avaliados em sistema orgânico de cultivo (Seropédica/RJ, 2005)..... 25
- Figura 6.** Médias relativas aos descritores fitotécnicos quantitativos referente ao comprimento de vagem, após análise de agrupamento utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade Euclidiano, representando os 53 genótipos de feijão-caupi avaliados no sistema orgânico de cultivo. (Seropédica/RJ, 2005)..... 26
- Figura 7.** Médias relativas aos descritores fitotécnicos quantitativos referente ao número de grãos por vagem, após análise de agrupamento utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade Euclidiano, representando os 53 genótipos de feijão-caupi avaliados no sistema orgânico de cultivo. (Seropédica/RJ, 2005)..... 27
- Figura 9.** Médias relativas aos descritores fitotécnicos quantitativos plantas com sintomas de virose e danos foliares pela “vaquinha”, após análise de agrupamento utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade Euclidiano, representando os 53 genótipos de feijão-caupi avaliados no sistema orgânico de cultivo (Seropédica/RJ, 2005)..... 27
- Figura 10.** Dispersão gráfica dos escores de 53 genótipos de feijão-caupi, sob cultivo orgânico, em relação aos dois primeiros componentes principais (Seropédica/RJ, 2005)..... 30

### CAPÍTULO II

- Figura 11.** Regiões do estado do Rio de Janeiro (Fonte: Aspa, 2006), com indicação de municípios produtores de feijão-caupi..... 37
- Figura 12.** Representação diagramática do Experimento 1, sendo: tratamento (A) milho em fileiras individuais consorciado com feijão-caupi e tratamento (B) milho em fileiras duplas, consorciado com feijão-caupi,. As partes centrais demarcadas correspondem à área útil de cada parcela (= tratamento)..... 41
- Figura 13.** Representação diagramática da parcela do consórcio milho x feijão-caupi no Experimento 2. As partes centrais demarcadas correspondem à área útil de cada parcela (= tratamento)..... 43
- Figura 14.** Vista das parcelas com fileiras duplas (A) ou individuais (B) de milho consorciado com feijão-caupi no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 47

2007).....	
<b>Figura 15.</b> Nodulação radicular de três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).....	50
<b>Figura 16.</b> Vista parcial do Experimento 2, ilustrando o arranjo espacial do consórcio entre milho e feijão-caupi (Seropédica/RJ, 2007).	56
<b>Figura 17.</b> Diâmetro basal da espiga verde (empalhada e desempalhada) de milho nos diferentes tipos de consórcio com feijão-caupi, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).....	58
<b>Figura 18.</b> Comprimento da espiga verde de milho consorciado com feijão-caupi, submetidos ao cultivo orgânico, em função de diferentes intervalos entre semeaduras (Seropédica/RJ, 2007).....	58
<b>Figura 19.</b> Produtividade do milho em espigas verdes (empalhadas e desempalhadas) nos diferentes tipos de consórcio com feijão-caupi, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).....	59
<b>Figura 20.</b> Número de espigas verdes de milho produzidas nos diferentes tipos de consórcio com feijão-caupi, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).....	60
<b>Figura 21.</b> Produtividade de feijão-caupi em vagens verdes nos diferentes tipos de consórcio com o milho, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).....	61
<b>Figura 22.</b> Parcelas do Experimento 2, ilustrando os tratamentos, 50 dias após a semeadura do milho (Seropédica, 2007).....	62
<b>Figura 23.</b> Produtividade do feijão-caupi em grãos verdes nos diferentes tipos de consórcio com o milho, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).....	63
<b>Figura 24.</b> Percentuais de descarte de casca de vagem de feijão-caupi, após retirada dos grãos verdes, nos diferentes tipos de consórcio com o milho, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).....	63

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura dita “moderna”, implantada no Brasil após a Segunda Guerra Mundial, sob o signo da “revolução verde”, é principalmente caracterizada pelas monoculturas aliadas à aplicação maciça de insumos industriais obtidos de fontes não renováveis. Os efeitos deletérios desse modelo de agricultura, também chamado de “convencional”, que atingem tanto o meio rural como o urbano, podem ser resumidos em: declínio da produtividade pela degradação do solo, erosão, perda de matéria orgânica e salinização; poluição do ambiente com resíduos de agroquímicos, contaminação e queda da qualidade nutricional dos alimentos; aumento da resistência de ervas espontâneas e de parasitas aos agrotóxicos; efeitos tóxicos às plantas, aos animais e ao homem pelo uso excessivo de pesticidas e de fertilizantes minerais solúveis, tornando-se, no futuro, insustentáveis.

A exploração agrícola intensificada também resultou em erosão genética, com os genótipos locais e tradicionais sendo substituídos por cultivares e raças melhoradas, altamente dependentes de insumos externos, tornando-as mais vulneráveis a pragas e condições ambientais adversas. Por essa razão, a preservação do uso de recursos genéticos, em âmbito regional, deve ser uma meta a se alcançar a fim de minimizar os riscos.

Em nível mundial, a agricultura vem passando, nos últimos anos, por um forte questionamento, visto ser crescente a preocupação com os efeitos negativos desse modelo tecnológico. Existe interesse entre os agricultores por sistemas de produção alternativos que reduzam as possibilidades de degradação ambiental e melhorem a qualidade de vida no meio rural, além de preservar a capacidade produtiva do solo no longo prazo.

O feijão-caupi representa um alimento básico das populações rural e urbana do nordeste brasileiro, sendo, desse modo, uma cultura que merece toda a atenção, sobretudo direcionada à melhoria de suas características agrônômicas e sistemas de produção.

Por ser uma cultura rústica, com boa tolerância à secas, desenvolvendo-se satisfatoriamente em solos de baixa fertilidade natural, o feijão-caupi torna-se particularmente interessante para ser integrado aos sistemas orgânicos de produção. Nesse sentido, deve-se levar em conta uma ampla gama de cultivares disponíveis, com características variadas em relação a hábito de crescimento e aptidão para diversos fins, como produção de grãos secos ou verdes, adubação verde e forragem para animais.

Embora considerada uma cultura tropical de boa adaptabilidade regional, ainda apresenta baixa produtividade no Brasil. Geralmente, o produtor utiliza, por conta e risco, qualquer semente disponível, o que leva a freqüentes frustrações. A indicação de cultivares apropriadas proporcionaria segurança ao produtor, facilitando, inclusive, melhor aceitação do produto nos mercados locais.

Para conseguir um rendimento satisfatório da cultura é necessário o entendimento das relações entre os componentes da produtividade, sem esquecer também os que se referem à qualidade dos grãos e à resistência a doenças e pragas.

A sustentabilidade da produção agrícola depende do desenvolvimento de tecnologias ecologicamente corretas. O estabelecimento e a manutenção de sistemas agroecológicos baseiam-se, principalmente, no aporte de nutrientes através de processos biológicos naturais. Nesse pressuposto, o fornecimento de nitrogênio via fixação biológica (FBN) é ponto chave para a ciclagem desse importante nutriente, e os cultivos consorciados com espécies leguminosas prestam-se a essa finalidade. O feijão-caupi pode ser introduzido em consórcios por sua reconhecida capacidade de FBN e de produzir biomassa. O nitrogênio é considerado como sendo crítico em termos de produtividade agrícola nas regiões tropicais.

A cultura do feijão-caupi vem crescendo no estado do Rio de Janeiro, sobretudo em áreas rurais relativamente próximas aos grandes centros urbanos, onde se concentram

populações de origem nordestina, o que representa uma considerável demanda pelo consumo do produto.

No presente estudo, buscou-se avaliar a adaptabilidade de cultivares de feijão-caupi às condições de baixada da Região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, submetidas ao manejo orgânico, objetivando-se, também, pesquisar formas de consórcio entre o feijão-caupi e o milho, já adotado em comunidades de agricultores familiares no território fluminense, tendo em vista a importância regional da cultura do milho, sobretudo para produção de espigas “verdes” e a carência de pesquisas regionais sobre esse consórcio.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

## 2.1 Agricultura orgânica

Nas últimas décadas, mudanças têm sido observadas no padrão de consumo alimentar. Novos valores, sociais e ambientais, antes não considerados, são agregados aos produtos agrícolas, o que influencia sua escolha pelos consumidores. A crescente demanda por alimentos saudáveis, de melhor qualidade, com elevado valor nutricional e produzidos em sistemas menos agressivos ao ambiente, gerou a necessidade de repensar o modelo de produção (FONTANÉTTI et al., 2006).

Os modelos convencionais reducionistas de produção agropecuária conseguiram, em curto prazo, aumentar a produtividade e conferir maior competitividade no mercado globalizado. Porém, os impactos gerados causaram degradação do solo, contaminação dos recursos hídricos e perda da biodiversidade, dificultando a manutenção desses índices produtivos e comprometendo o agroecossistema. Tais fatos contribuíram para estimular um novo paradigma, o da sustentabilidade, o qual preconiza o uso conservacionista do solo e da água, a maximização das contribuições biológicas e o incremento da agrobiodiversidade. Desses princípios surgiram correntes como a agricultura orgânica, biodinâmica, biológica, natural, ecológica e permacultura (EHLERS, 1996). Todas elas, de uma forma ou de outra, estão inseridas no conceito da agroecologia, que busca a produção de alimentos dentro de uma perspectiva sócio-ecológica, direcionada à sustentabilidade da atividade rural (GLIESSMAN, 2001).

A expansão mundial das vendas de produtos orgânicos está em torno de 7% a 9% ao ano, predominando os mercados da Europa e dos EUA. Em termos globais, a área explorada, sob manejo orgânico (certificado), já está em torno de 26,5 milhões de hectares, sendo que a Oceania detém a maior participação, seguida da América Latina e Caribe, Europa, América do Norte, Ásia e África (WILLER & YUSSELF, 2005).

A agricultura orgânica no estado do Rio de Janeiro, vem, do mesmo modo, crescendo bastante nos últimos anos. Segundo dados da ABIO (Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro), existem hoje no estado 12.544 hectares de área certificada como orgânica, englobando produção vegetal e animal, perfazendo um total de 180 unidade de produção.

Dentre os processos preconizados para a agricultura orgânica, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um dos mais importantes, com reconhecidas vantagens quanto à redução dos custos de produção e dependência do agricultor pelos insumos industrializados, além de representar uma das principais fontes de nitrogênio. Esse processo biológico é capaz de contribuir eficientemente para o rendimento agrônomico da maioria das espécies cultivadas de leguminosas e de outras culturas em sistemas de consórcio ou rotação.

O feijão-caupi, também usado como adubo verde, se beneficia comprovadamente da FBN; no entanto, em função das condições de clima e solo, os níveis de fixação alcançados podem ficar aquém daqueles necessários ao desenvolvimento ideal da planta. A otimização do processo de FBN depende fundamentalmente da seleção dos parceiros simbióticos (estirpe de rizóbio e genótipo de feijão-caupi), pois existem claras evidências da importância dessas interações no desempenho da cultura.

## 2.2 O feijão-caupi: origem, aspectos gerais da cultura e importância sócio-econômica

O feijão-caupi é uma *Dicotyledonea*, que pertence à ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae*, gênero *Vigna*, seção *Catiang* e espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (PADULOSI & NG, 1997). A espécie possui diversas denominações vulgares, tais como feijão-de-corda e feijão macassar na Região Nordeste, feijão de praia e feijão de estrada na Região Norte e feijão miúdo na Região Sul (FREIRE

FILHO et al., 1983). É também chamado de feijão catador e feijão gerutuba em algumas regiões do estado da Bahia e norte de Minas Gerais e de feijão fradinho ou feijão-de-corda no estado do Rio de Janeiro.

NG & MARECHAL (1985) citam o oeste da África, mais precisamente a Nigéria, como centro primário de diversidade da espécie. Entretanto, PADULOSI et al. (1997) assinalam que provavelmente o Transvaal, na República da África do Sul, corresponde à região de especiação de *V. unguiculata*. Acredita-se que o feijão-caupi chegou à América Latina no século XVI, primeiramente nas colônias espanholas e em seguida no Brasil, provavelmente a partir do estado da Bahia (FREIRE FILHO, 1988). Da Bahia, o feijão-caupi foi levado pelos colonizadores para outras áreas do nordeste e outras regiões do País.

O feijão-caupi é uma planta que se desenvolve adequadamente em ampla faixa geográfica, desde a latitude 40 °N até 30 °S, adaptando-se tanto a terras altas como baixas, no oeste da África, na Ásia, na América Latina e na América do Norte (RACHIE, 1985). A faixa ideal de temperatura para seu desenvolvimento está entre 18 e 34 °C (ARAÚJO et al., 1984). No Brasil, o feijão-caupi adaptou-se a regiões de clima quente (úmido ou semi-árido), sendo cultivado predominantemente nos estados do norte e do nordeste.

Os principais produtores e consumidores mundiais de feijão-caupi são Nigéria, Níger e Brasil (SINGH et al., 2002). Na Região Nordeste do Brasil, encontram-se as maiores áreas plantadas, onde a cultura assume destaque socioeconômico por ser a principal fonte de proteína vegetal, sobretudo para a população rural, além de fixar a mão-de-obra no campo (CARDOSO & RIBEIRO, 2006) e gerar emprego e renda (FREIRE FILHO et al., 2005a).

Segundo dados da FAO (<http://www.fao.org>), a área mundial cultivada com feijão-caupi é de aproximadamente 14 milhões de hectares, correspondendo a mais de 4.5 Mt de produção anual. Os países que apresentam produção crescente de feijão-caupi são: Benin, Burkina Faso, Camarões, Chade, Gana, Mali, Nigéria, Níger, Senegal e Togo (África Central e Ocidental); Botsuana, Quênia, Malauí, Moçambique, Somália, Sudão, Tanzânia, Uganda, Zâmbia, e Zimbábue (Leste da África Sulista); Bangladesh, China, Índia, Indonésia, Myanmar, Nepal, Filipinas e Sri Lanka (Ásia); e Brasil, Cuba, Haiti e E.U.A. (América). Uma proporção significativa da produção de feijão-caupi vem das regiões secas da Nigéria (aproximadamente 5 milhões de hectares, com 2.1 Mt), do Níger (aproximadamente 3 milhões de hectares, com 0.6 Mt) e do Brasil (aproximadamente 1.9 milhões de hectares, com 0.7 Mt) (EHLERS & HALL, 1997).

No Brasil, embora os dados do IBGE (2002) referentes à produção nacional de feijão, englobem as espécies *Vigna unguiculata* e *Phaseolus vulgaris*, estima-se que são cultivados perto de 1,5 milhão de hectares de feijão-caupi. Devido às condições de adaptabilidade da cultura e hábito alimentar da população, o feijão-caupi é cultivado predominantemente nas regiões Norte e Nordeste, alcançando de 95% a 100% das áreas plantadas com feijão nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte (SANTOS et al., 2000).

O estado do Ceará é o maior produtor nacional de feijão-caupi, seguido pelo Piauí. No ano agrícola de 2002/2003, a área plantada no Ceará foi de 618.000 hectares, resultando em uma produção de 211.800 toneladas, enquanto no Piauí foram cultivados 218.000 hectares correspondendo a 68.500 toneladas (FNP, 2004).

O feijão-caupi detém grande importância para as populações dessas regiões, principalmente para as mais carentes, pois fornece um alimento de alto valor nutritivo, sendo um componente básico da dieta alimentar.

A importância do feijão-caupi está no alto conteúdo de proteína nas sementes (AKANDE, 2007). É consumido na forma de grãos secos e verdes, vagens verdes, plântulas e folhas novas cozidas (LOPES & FARIAS, 1995). No geral, apresenta cerca de 56,8% de carboidratos, 1,3% de gorduras e 3,9% de fibras. Seu valor protéico (23,4% na composição média da semente) é superior ao do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) (EHLERS & HALL, 1997). Sua

composição inclui importantes frações de lipídios, açúcares, cálcio, ferro, potássio, além de aminoácidos essenciais como isoleucina, leucina, fenilamina, tirosina e metionina. Destaque para este último, por estar presente em quantidade significativamente maior à dos feijões do gênero *Phaseolus*, além de ser fonte de proteínas, minerais e vitaminas (BRESSANI, 1985). Com todos esses atributos, o feijão-caupi causa impactos positivos na nutrição e saúde de comunidades pobres, particularmente crianças.

De acordo com OLIVEIRA & CARVALHO (1988), altas temperaturas durante o florescimento podem ser prejudiciais à cultura. Por outro lado, temperaturas abaixo de 20 °C podem diminuir o desenvolvimento do ciclo das plantas. É considerada uma espécie tolerante à seca, principalmente as cultivares ramadoras, o que lhes confere rusticidade. Apresenta, ainda, razoável tolerância à umidade excessiva no solo, sendo importante, contudo, que a colheita ocorra em épocas de estiagem (PIO-RIBEIRO & ASSIS FILHO, 1997). É também capaz de resistir a condições de solo ácido e alcalino (EHLERS & HALL, 1997). Possuindo habilidade de fixar o nitrogênio atmosférico (MARTINS et al., 2003), cresce e produz até mesmo em solos pobres, com mais de 85% de areia, menos que 0,2% de matéria orgânica e baixos níveis de fósforo (KOLAWALE, et al., 2000; SANGINGA et al., 2000).

O feijão-caupi tem acentuada importância na nutrição e no sustento de milhões de pessoas que habitam países menos desenvolvidos nos trópicos (FREIRE FILHO et al., 2005), sendo consumido de variadas formas: folhas jovens, vagens verdes e grãos (NIELSEN et al., 1997; EHLERS & HALL, 1997). É também usado como adubo verde e como forrageira. A maioria do feijão-caupi cultivado na África é consorciado com sorgo, milheto, milho, mandioca ou algodão (FATOKUM et al., 2000). Na Ásia e no Brasil o cultivo é solteiro ou consorciado (WATT et al., 1985), enquanto nos EUA predomina o monocultivo, embora, algumas vezes, seja cultivado entre espécies frutíferas.

O feijão-caupi apresenta alta variabilidade genética, que o torna versátil e com aptidão para várias finalidades e diversificados sistemas de produção. É adaptado a consórcios com milho, sorgo, algodão, cana-de-açúcar, além de olerícolas como a berinjela e o quiabo, dentre outras. Demonstra rápido crescimento, capaz de assegurar eficiente cobertura do solo, principalmente pelas cultivares ramadoras. Todos esses atributos fazem do feijão-caupi um componente importante na agricultura (CARSKY et al., 2001), sendo considerado de pronunciado valor estratégico (FREIRE FILHO et al., 2005).

### **2.3 Cultivo do feijão-caupi para produção de grãos**

Para consumo na forma de grão verde, as vagens são colhidas quando começam a maturar. O estágio é fácil de ser reconhecido porque as vagens tornam-se entumescidas e começam a sofrer uma leve mudança de tonalidade, quer sejam verdes ou roxas. Nesse ponto, é comercializado em amarrados de vagens ou em grãos debulhados. O consumo de feijão-caupi é uma tradição do nordeste, fazendo parte de vários pratos típicos. Em decorrência, constitui-se em importante fonte de emprego e renda no entorno de cidades de médio e grande portes.

Embora não se tenha um estudo que indique as preferências por cultivares, constata-se que a arquitetura da planta e a qualidade do grão vêm crescendo de importância. No território nacional já existem extensas áreas de cultivo de feijão-caupi para consumo de grãos secos, requerendo plantas eretas que viabilizam a mecanização da colheita. No caso de grãos verdes, geralmente selecionam-se cultivares de porte semi-ramador e de ciclo mais longo. O mercado valoriza grãos com sobrevida de pós-colheita, uniformidade de cor, tamanho e forma, cocção rápida, além de sabor agradável após o cozimento.

FERREIRA & SILVA (1987) avaliaram a produção de vagens e grãos verdes. Destacaram-se as cultivares BR 1-Poty (CNCx27-2E), com produtividade de vagens verdes e grãos verdes, respectivamente, de 4.639 e 2.543 kg/ha, e a cultivar EPACE-6 com 5.118 e 2.235 kg/ha. Esses resultados comprovaram que nem sempre a cultivar mais produtiva em termos de vagens verdes é também a mais produtiva em termos de grãos verdes.

#### **2.4 Cultivo do feijão-caupi para adubação verde**

O manejo inadequado do solo pode, ao longo do tempo, trazer sérias conseqüências, exaurindo-o de suas reservas orgânicas e minerais. Segundo KIEHL (1960), as leguminosas são preferidas para conservar os níveis de fertilidade do solo por sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, significando uma alternativa de se fornecer esse macronutriente às plantas e que, comumente, reduz de modo expressivo o custo de produção de culturas de interesse econômico.

A adubação verde, em unidades de produção orgânica, é uma estratégia importante, com elevado potencial de impacto na produtividade das culturas e na conservação do solo. O uso de espécies da família botânica das leguminosas, notadamente em áreas de pousio, tem suas vantagens reconhecidas empiricamente desde épocas remotas, antes mesmo das ciências agrárias iniciarem as pesquisas (ESPÍNDOLA et al., 1997). A adubação verde com leguminosas é também capaz de reciclar outros nutrientes essenciais lixiviados para camadas mais profundas do solo (OLIVEIRA et al., 2005), além de promover a sua cobertura, e atenuar os impactos negativos da competição das ervas espontâneas com as lavouras subseqüentes, a par de intensificar a biodiversidade funcional nos agroecossistemas (KAGE, 1984).

Um dos principais problemas da agricultura orgânica consiste em encontrar alternativas para o aporte de nutrientes, principalmente nitrogênio, aos sistemas produtivos. Leguminosas adaptadas e eficazes quanto à simbiose com estirpes de rizóbio prevalentes em cada região podem ser empregadas na forma de pré-cultivos, funcionando como plantas de cobertura, sendo os nutrientes, reciclados e liberados pela decomposição da palhada, diretamente utilizados pela cultura subseqüente. Entretanto, essa decomposição dos resíduos vegetais roçados pode ser bastante rápida nos trópicos, tornando o aproveitamento dos nutrientes pouco eficiente. A adubação verde com leguminosas em consórcios traria vantagens, tais como: fornecimento do nitrogênio no momento de maior exigência da cultura econômica, controle mais eficaz de ervas espontâneas e melhor aproveitamento de fósforo, potássio e outros nutrientes (ESPÍNDOLA et al., 2005).

O cultivo sistemático de leguminosas eleva o teor de matéria orgânica do solo e reduz a necessidade de fertilização com nitrogênio. Normalmente, as leguminosas contêm em seus tecidos de 2,0 a 2,8% de nitrogênio no período de floração. Assim, produção em torno de 10 toneladas de matéria seca por hectare significaria uma contribuição em nitrogênio da ordem de 280 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, com 60 a 80% provenientes da FBN (URQUIAGA & ZAPATA, 2000).

CASTRO et al., (2004) avaliaram as contribuições de feijão-caupi e de crotalária na adubação verde da berinjela. O feijão-caupi produziu maior quantidade de biomassa que a crotalária. Os teores de nutrientes, com exceção do magnésio, foram mais altos no feijão-caupi e o aporte de nitrogênio ao sistema alcançou 50 e 90 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente para crotalária e feijão-caupi. Após 55 dias vegetando em consórcio com a berinjela, a crotalária e o feijão-caupi acumularam 1,0 e 1,6 toneladas de matéria seca por hectare, contendo 40 e 74 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

## 2.5 Principais pragas e doenças do feijão-caupi no Brasil

Pragas e doenças estão entre os fatores bióticos que mais limitam o rendimento agronômico da cultura do feijão-caupi. Destaque para as viroses, principalmente aquelas causadas pelo *Cowpea Severe Mosaic Virus* - CpSMV, do grupo Comovírus, *Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus* - CpAMV, do grupo Potyvírus, *Cucumber Mosaic Virus* - CMV, do grupo Cucumovírus e *Cowpea Golden Mosaic Virus* - CpGMV, do grupo Geminivírus.

Na Região Nordeste, o melhoramento tem visado, principalmente, produtividade e resistência aos vírus (MIRANDA et al., 1996). Algumas cultivares, como a BR17 Gurguéia, têm resistência simultânea para CpSMV, CpGMV e componentes do grupo Potyvírus (FREIRE FILHO et al., 2005), mas as viroses ainda são problemáticas para a cultura no Brasil.

Entre as pragas mais importantes, pelos danos diretos e indiretos, regularidade e intensidade de ocorrência, destacam-se a “vaquinha” (*Cerotoma arcuata*); o pulgão preto (*Aphis craccivora*) (Hemiptera: Aphididae), a cigarrinha-verde (*Empoasca* sp.) (Hemiptera: Cicadellidae) e o manhoso, *Chalcodermus bimaculatus*) (Coleoptera: Curculionidae) (QUINTELA et al., 1991). O uso de cultivares resistentes pode ser suficiente, em alguns casos, para manter a densidade populacional de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico (LARA, 1991).

Na Nigéria, são conduzidos programas de melhoramento do feijão-caupi voltados para resistência a pragas como o pulgão preto, a cigarrinha, o tripes e o caruncho (SINGH, 1987; SINGH, 1990).

A “vaquinha” (*Cerotoma arcuata* - Coleoptera: Chrysomelidae) é um inseto cujo adulto alimenta-se das folhas de várias leguminosas, sendo considerado um importante transmissor de viroses. Suas larvas alimentam-se de plântulas, cotilédones, região do coleto, raízes e principalmente de nódulos, onde a fixação biológica de nitrogênio (FBN) ocorre. Apesar da pouca importância dada às larvas da “vaquinha”, a predação de nódulos pode causar mais danos ao rendimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) do que o ataque das formas adultas às folhas (TEIXEIRA & FRANCO, 2007).

FAZOLIN (1986), avaliando os danos causados por diferentes populações de “vaquinha” (*Cerotoma* sp.) em feijão-caupi, constatou que as plantas infestadas aos sete dias de idade foram mais sensíveis à redução de área foliar do que aos 30 dias, registrando perdas significativas na produtividade.

## **CAPÍTULO I**

### **DESCRIÇÃO DE GENÓTIPOS LOCAIS E INTRODUZIDOS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata*) EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO**

## RESUMO

### **Avaliação de genótipos locais e introduzidos de feijão-caupi em sistema orgânico de cultivo**

Foi avaliado, em sistema orgânico de cultivo, o desempenho de genótipos de feijão-caupi com potencial para produção de grãos verdes e para adubação verde, nas condições edafoclimáticas representativas da Baixada Fluminense. O experimento foi conduzido de março a junho de 2005 no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica – “Fazendinha Agroecológica Km. 47”), município de Seropédica/RJ. Os tratamentos corresponderam a 53 genótipos de feijão-caupi, sendo 44 da coleção da Estação Experimental de Seropédica (PESAGRO-RIO), duas linhagens: TE 87-98-8 G e AU 94-MOB-816; duas cultivares comerciais: IPA 206 e Princess Ann; três variedades utilizadas pelos agricultores no nordeste do País (Bastião, Canapu Custoso e Canapuzinho); e duas variedades de agricultores tradicionais de feijão-caupi do estado do Rio de Janeiro (Feijão-Caupi e Feijão Mauá). Foram consideradas características fitotécnicas qualitativas e quantitativas, sendo os dados submetidos a análise de variância univariada e a análise multivariada. Houve diferença significativa para todos os caracteres avaliados. Para comprimento da vagem, os limites extremos foram de 9,8 e 21,7 cm, correspondendo aos genótipos EES-42 e EES-33, respectivamente. O número médio de grãos por vagem variou de 6,00 (EES-38) a 15,78 (EES-47). Os genótipos EES-02, EES-08, EES-26, EES-47, Feijão-Caupi e Feijão Mauá revelaram-se adequados à colheita de grãos verdes. Esses genótipos também sofreram danos da “vaquinha” e do vírus do mosaico-severo-do-caupi, mas, ainda assim, alcançaram produções dentro da média nacional. A produção de biomassa aérea seca variou de 0,33 a 1,96 Mg ha<sup>-1</sup>, correspondendo aos genótipos EES-42 e EES-20, respectivamente. Os seis genótipos acima listados, como mais promissores para grãos verdes, apresentaram porte semi-ramador, hábito de crescimento determinado, com florescimento até 45 dias após semeadura, diferindo apenas pela coloração da vagem e do grão. Os resultados da análise univariada demonstraram alta variabilidade entre os genótipos. Porém, para o caso de se agrupar genótipos segundo caracteres fitotécnicos favoráveis, a análise multivariada se mostrou mais eficiente, podendo ser importante para o melhoramento do feijão-caupi.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, agricultura orgânica, grãos verdes, adubação verde.

## ABSTRACT

### Evaluation of local and introduced cowpea genotypes under organic farming management

Cowpea genotypes submitted to organic cultivation for immature (=green) grain and for green manuring under field conditions representations or Baixada Fluminense. The experiment was carried out from March through June of 2005 at the SIPA (Integrate Agroecological Production System – “km 47 Agroecological Farm”) in Seropédica/RJ. Treatments corresponding to 53 cowpea genotypes being 44 from the Seropédica Experimental Station (Pesagro-Rio), two lines: TE 87-98-8 G and AU-94-MOB-816, two commercial cultivars: IPA 206 and Princess Ann, three varieties used by farmers at northeast Brazil (Bastião, Canapu Custoso and Canapuzinho), and two varieties from traditional cowpea growers of Rio de Janeiro state (Feijão-Caupi and Feijão Mauá). Qualitative and quantitative agronomic characters were considered and data were treated by univariate and multivariate statistical analysis. Significant differences were found for all the evaluated characters. For pod length the extreme values were 9,8 and 21,7 cm, corresponding to the accession EES-42 and EES-33, respectively. The mean number of grains per pod varied from 6,0 (EES-38) to 15,78 (EES-47). The EES-02, EES-08, EES-26, EES-47, Feijão-Caupi and Feijão Mauá genotypes showed favourable characteristics for immature grains harvesting. They also suffered damages by beetles (“vaquinhas”) and by cowpea-severe-mosaic-virus, but even though reached yields comparable to the national average reported of cowpea crop. The production of above-ground dry biomass ranked from 0,33 to 1,96 Mg ha<sup>-1</sup> for EES-42 and EES-20, respectively. The six genotypes already cited as having adequate immature grain yield showed determinate vegetative growth, moderate branching and flowering stage up to 45 days after sowing, only differing by pod and grain color. Univariate analysis demonstrated high variability among genotypes. However for grouping genotypes according to favourable agronomic traits, multivariate analysis was more efficient and may be important in cowpea breeding programs.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, organic farming, immature (=green) grain, green manuring.

### 3.1 Introdução

O feijão-caupi pode ser consumido nas formas de vagem verde e de grãos verdes ou secos. No caso de vagens verdes, a colheita é feita quando estão bem desenvolvidas, mas ainda com baixo teor de fibras; para consumo de grãos verdes, as vagens são colhidas no início da maturação e de grãos secos aguarda-se a maturação das vagens nas plantas (ANDRADE et al., 2005). Ramos e folhas podem ser usados para alimentação de animais, como forragem verde, feno, ensilagem e farinha (SHARMA et al., 1981). No Brasil, vêm sendo desenvolvidas cultivares de boa aceitação comercial, especialmente para colheita de grãos secos. Entretanto, há carência de estudos sobre avaliação e recomendação de cultivares com características desejáveis para a produção de grãos verdes ou para fins de adubação verde. BARRIGA & OLIVEIRA (1982) observaram que o rendimento em grãos secos pode não ser o melhor critério para a seleção de cultivares superiores, devendo-se buscar resistência às viroses e insetos-praga, além de considerar outros componentes da produtividade.

A produção de feijão-caupi no sistema orgânico necessita de um desenvolvimento de génotipos resistentes a doenças e pragas, bem como tolerantes ao sombreamento e à competição com outras espécies em consórcios. Na produção para colheita de vagens verdes, além dos atributos já citados, o aspecto visual dos frutos e sua preservação na fase de pós-colheita necessitam ser considerados.

A cultura do feijão-caupi vem passando por processo de transformação ao longo dos anos, em função do desenvolvimento econômico-social e do crescimento populacional no Brasil. Com a modernização da agricultura, as variedades tradicionais foram substituídas por cultivares melhoradas. O melhoramento vem dando ênfase à obtenção de cultivares para produção de grãos secos, priorizando características como arquitetura da planta e ciclo vegetativo apropriados ao cultivo mecanizado. Como conseqüência, observa-se uma progressiva erosão genética, inclusive em regiões de cultivo de feijão-caupi tradicionais, aumentando os riscos de extinção de germoplasma de interesse para outras finalidades (FREIRE-FILHO et al., 2005).

O estudo da divergência genética é de grande importância para o melhoramento, pois, adequadamente explorado, pode reduzir a vulnerabilidade da cultura a doenças e, ao mesmo tempo, acelerar o progresso genético para determinados caracteres (CUI et al., 2001). De acordo com CARVALHO et al. (2003), o conhecimento da diversidade genética em um grupo de genitores é importante no melhoramento, sobretudo para identificar combinações híbridas de maior heterozigose ou efeito heterótico. O uso de genitores com pouca diversidade genética na formação de populações para hibridação reduz a variabilidade genética quanto aos caracteres quantitativos (FEHR, 1987). Quanto mais divergentes forem os genitores, maior a variabilidade resultante na população segregante e maior a probabilidade de reagrupar os alelos em novas combinações favoráveis (BARBIERI *et al.*, 2005).

Atualmente, a caracterização de germoplasma tem sido enfocada de diversas formas. No entanto, muito pouco vem sendo realizado para a classificação dos génotipos considerando os caracteres de importância fitotécnica, embora represente pré-requisito para uma seleção eficiente de pais em programas de melhoramento (ZEULI & QUALSET, 1987). Segundo BEUNINGEN & BUSCH (1997), apesar da ocorrência indesejável da interação génotipo x ambiente na avaliação de caracteres morfológicos quantitativos, esse tipo de estudo apresenta muitas vantagens, tais como a utilização de génotipos uniformes com caracteres altamente herdáveis e uma freqüente ocorrência de heterose quando cruzados génotipos diferenciados a partir de caracteres morfológicos (BARED et al., 2002).

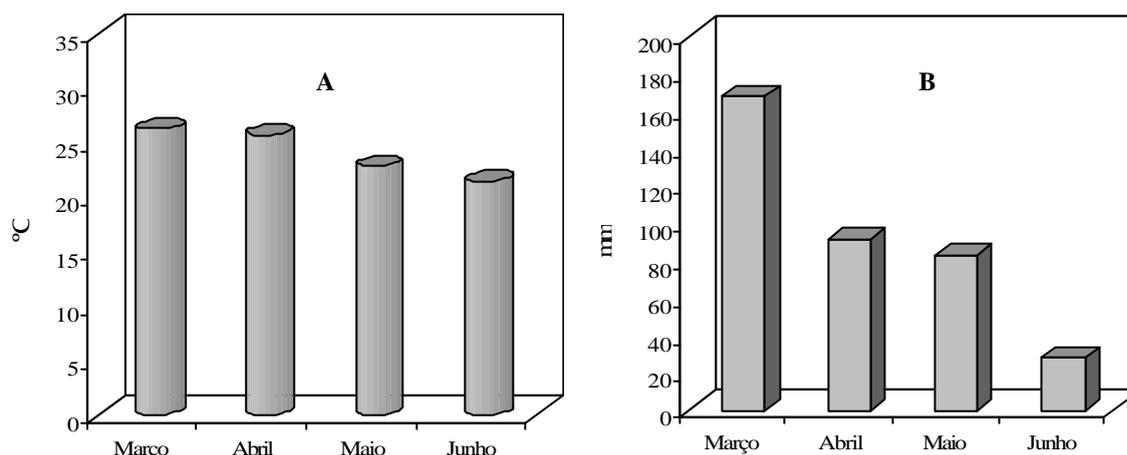
Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de génotipos de feijão-caupi com potencial para produção de grãos verdes e para adubação verde nas condições

edafoclimáticas do município de Seropédica, Região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro.

### 3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido de março a junho de 2005 no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica – “Fazendinha Agroecológica Km. 47”), município de Seropédica/RJ. O SIPA origina-se de convênio de cooperação técnica entre a Embrapa Agrobiologia (Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia), a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRuralRJ) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio/Estação Experimental de Seropédica) (ALMEIDA et al., 2003). Situa-se nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 22°45'S, longitude 43°42'W e altitude de 33 m. A região caracteriza-se pela concomitante elevação da temperatura média do ar e início do período chuvoso em setembro - outubro, estendendo-se até março. Os dados climáticos representativos da época do experimento constam da Figura 1.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo e o resultado da análise química foi o seguinte: pH em água = 6,0;  $Al^{+3} = 0,0 \text{ cmol dm}^{-3}$ ;  $Ca^{+2} = 2,0 \text{ cmol dm}^{-3}$ ;  $Mg^{+2} = 1,2 \text{ cmol dm}^{-3}$ ;  $K = 70 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $P = 12 \text{ mg dm}^{-3}$ . Não se efetuou qualquer tipo de adubação.



**Figura 1.** Variação sazonal de temperatura média do ar (A) e precipitação pluviométrica (B) no município de Seropédica, no período de condução do estudo. Dados do Posto Agrometeorológico da Estação Experimental de Seropédica (PESAGRO-RIO/ INMET) (Seropédica/RJ, 2005).

Os tratamentos corresponderam a 53 genótipos de feijão-caupi (Tabela 1), sendo 44 da coleção da Estação Experimental de Seropédica – PESAGRO-RIO, representando genótipos procedentes de assentamentos rurais, situados nas regiões Metropolitana, Sul, Norte, Noroeste e Sul Fluminense do estado do Rio de Janeiro; duas linhagens: TE 87-98-8 G e AU 94-MOB-816; duas cultivares comerciais: IPA 206 e Princess ANN; três variedades utilizadas por agricultores no nordeste do País (Bastião, Canapu Custoso e Canapuzinho); e duas variedades de agricultores tradicionais de feijão-caupi do estado do Rio de Janeiro (‘Feijão-caupi’ e ‘Feijão Mauá’).

**Tabela 1.** Genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) avaliados e respectivas procedências (Seropédica/RJ, 2005).

Nº	Genótipo	Procedência
1	EES*-02 Feijão Maricá	Assentamento São José da Boa Morte - Cach. de Macacu/ RJ
2	EES-03 Feijão-de-Corda	Assentamento São José da Boa Morte - Cach. de Macacu/ RJ
3	EES-04 Feijão-Mauá Piabetá	Assentamento São José da Boa Morte - Cach. de Macacu/ RJ
4	EES-05 Verdinho	Assentamento Vala Preta – Magé/RJ
5	EES-06 Verdinho Salada	Assentamento Vala Preta – Magé/RJ
6	EES-32 Vagem Roxa	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/ RJ
7	EES-08 Feijão-de-Corda	Assentamento Filhos do Sol - Seropédica/RJ
8	EES-09 Feijão-de-Corda	Estado do Rio Grande do Norte
9	EES-10 Feijão-de-Corda	Assentamento Casas Altas - Seropédica/RJ
10	EES-11 Feijão-de-Corda	Assentamento Casas Altas - Seropédica/RJ
11	EES-12 Feijão-de-Corda	Assentamento Casas Altas - Seropédica/RJ
12	EES-13 Feijão-de-Corda	Assentamento Casas Altas - Seropédica/RJ
13	EES-14 Feijão-de-Corda	Assentamento Casas Altas - Seropédica/RJ
14	EES-15 Feijão-de-Corda	Assentamento Casas Altas - Seropédica/RJ
15	EES-16 Feijão-de-Corda	Assentamento Casas Altas - Seropédica/RJ
16	EES-17 Feijão-de-Corda	Assentamento Casas Altas - Seropédica/RJ
17	EES-18 Feijão-de-Corda	Assentamento Casas Altas - Seropédica/RJ
18	EES-20 Fígado de Galinha	Estado da Paraíba
19	EES-22 Feijão-de-Vagem	Barra de Itabapoana - São Francisco de Itabapoana/RJ
20	EES-24 Feijão-de-Corda	Barra de Itabapoana - São Francisco de Itabapoana/RJ
21	EES-25 Feijão-dos-Paraíbas	São Francisco de Itabapoana/RJ
22	EES-26 EEC	PESAGRO-RIO/EEC - Campos dos Goytacazes/RJ
23	EES-27 BR-10	PESAGRO-RIO/EEC - Campos dos Goytacazes/RJ
24	EES-28 Feijão-de-Corda	Microbacia Água Prata - São João da Barra/RJ
25	EES-29 BR-17 Gogueia	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
26	EES-31 Barba de Guiné	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
27	EES-33 Rabo de Peba	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
28	EES-34 Vermelho	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
29	EES-35 Fígado de Galinha	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
30	EES-36 Toxinha Azul	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
31	EES-38 Tripa de Porco	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
32	EES-39 Toxinha	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
33	EES-41 Feijão-caupi	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
34	EES-42 Vermelho	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
35	EES-43Bege	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
36	EES-45 Filhos do Sol	PESAGRO-RIO - Paty do Alferes/RJ
37	EES-46 Feijão-de-Corda	Assentamento Sol da Manhã - Seropédica/RJ
38	EES-47 Feijão-de-Corda	Assentamento Sol da Manhã - Seropédica/RJ
39	EES-48 Feijão-de-Corda	Assentamento Sol da Manhã - Seropédica/RJ
40	EES-49 Feijão-de-Corda	Assentamento Sol da Manhã - Seropédica/RJ
41	EES-50Feijão-de-Corda	Assentamento Sol da Manhã - Seropédica/RJ
42	EES-51 Feijão-de-Corda	Assentamento Sol da Manhã - Seropédica/RJ
43	EES-52 Feijão-de-Corda	Assentamento Sol da Manhã - Seropédica/RJ
44	EES-53 Feijão-de-Corda	Fazenda do Salto Barra, Mansa/ RJ
45	IPA 206	Embrapa Meio-Norte
46	Princess ANN	Embrapa Meio-Norte
47	TE 87-98-8 G	Embrapa Meio-Norte
48	Feijão Mauá	Seropédica/RJ
49	Canapu Custoso	Estado da Paraíba
50	Feijão-Caupi	Magé, RJ
51	Canapuzinho	Estado da Paraíba
52	Bastião	Estado da Paraíba
53	AU 94-MOB-816	Embrapa Meio-Norte

\*Estação Experimental de Seropédica (PESAGRO-RIO)

O preparo do solo constou de aração, gradagem e sulcamento com tração mecânica. A densidade, após desbaste, correspondeu a sete indivíduos por metro linear de sulco. Os tratamentos culturais incluíram irrigações por aspersão e capinas manuais. Não foram adotadas quaisquer medidas para controle de fitoparasitas.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos corresponderam aos 53 genótipos de feijão-caupi no espaçamento de 0,50 x 0,15m, sendo as parcelas compostas de uma linha única de cultivo, contendo 24 plantas. Cada parcela foi subdividida em três áreas úteis, com quatro plantas cada uma: (1) para avaliação das características qualitativas; (2) para coleta durante o florescimento; e (3) para avaliação e coleta na fase de produção de vagens verdes. As avaliações de sintomas de virose e de ataque pela “vaquinha” (*Cerotoma arcuata*) foram realizadas no final da fase vegetativa, ao longo de toda a área útil da parcela.

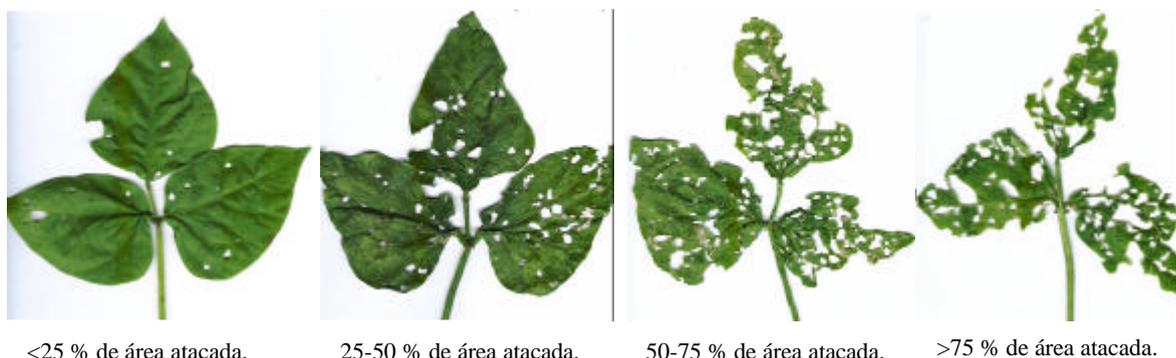
Foram consideradas cinco características fitotécnicas qualitativas: hábito e ciclo de crescimento, porte da planta, cor da vagem verde e cor da semente, de acordo com o “Catálogo de Descritores de Germoplasma de Caupi” (EMBRAPA, 1980).

Os sete caracteres fitotécnicos quantitativos avaliados foram: comprimento da vagem verde (CVV) (no estágio de debulha para comercialização de grãos verdes); número de grãos/vagem (NGV); biomassa aérea seca (BAS), no período de floração; rendimento em grãos ( $Mg\ ha^{-1}$ ) (PRO); acumulação total de N na parte aérea (NTO); proporção de plantas com sintomas de viroses (VIR); e nível de danos pela “vaquinha” (VAQ).

Os dados de comprimento da vagem e do número de grãos por vagem foram obtidos com amostras de 20 vagens verdes (imaturas) por parcela. Para produtividade de grãos verdes, foram feitas colheitas em número variável, dependendo do genótipo, correspondendo a vagens com aproximadamente 60 a 70% de umidade. A determinação da biomassa aérea foi realizada quando 50% das plantas da parcela apresentavam, pelo menos, uma flor aberta. Sub-amostras foram acondicionadas em sacos de papel e transferidas para estufa, com ventilação forçada de ar, regulada a +/- 65°C, ali permanecendo até peso constante, para determinação da biomassa aérea seca. Em seguida, foram processadas em moinho tipo Willey, com malha de 2 mm, para a quantificação do teor de nitrogênio. A determinação do N-total foi feita pelo método de digestão sulfúrica e destilação em Kjeldahl, segundo BREMNER & MULVANEY (1982).

A avaliação da incidência de viroses foi realizada pela contagem das plantas sintomáticas, em cada parcela, ao longo do ciclo. Amostras foliares de plantas doentes foram encaminhadas à Universidade Federal do Ceará para fins de identificação dos vírus presentes. Essas amostras foram submetidas aos anti-soros específicos para os principais vírus que infectam o feijão-caupi no Brasil, incluindo as famílias *Potyviridae*, *Bromoviridae* e *Comoviridae*.

O ataque da “vaquinha” foi avaliado atribuindo-se notas por três pessoas, variando de um a quatro, sendo: nota 1 = menos de 25% da folha com perfurações; 2 = de 25 a 50% da folha com perfurações; 3 = de 50 a 75% da folha com perfurações; e 4 = mais de 75% da folha com perfurações (Figura 2).



**Figura 2.** Grau de severidade de danos foliares pela “vaquinha” (*Cerotoma arcuata*) verificados em genótipos de feijão-caupi (Seropédica/RJ – 2005).

Os dados quantitativos (CVV, NGV, BAS, PRO, NTO, VIR e VAQ) foram submetidos à análise de variância univariada, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, através do Programa SISVAR Versão 4.3 (FERREIRA, 2003). O teste de Scott-Knott é comumente utilizado em procedimentos de comparação múltipla, com a característica de não apresentar ambigüidade nos resultados (SILVA et al., 1999).

Para a análise multivariada dos caracteres qualitativos (fitotécnicos) foram computados os dados binários - 0 e 1 - indicando, respectivamente, ausência ou presença de cada característica para os 53 genótipos de feijão-caupi. Em seguida, esses dados foram usados para construção da matriz de similaridade genética, onde foi utilizado o coeficiente de similaridade de coincidência simples (“simple matching”). A partir dessa matriz, o dendrograma foi obtido pelo método UPGMA (método de média aritmética não ponderada), com auxílio do Programa NTSYS desenvolvido por ROHLF (1994).

No caso dos dados fitotécnicos quantitativos, foi construída uma matriz com as médias das três repetições para cada descritor analisado. Utilizando novamente o Programa NTSYS, foi estabelecido o dendrograma de divergência genética, com base na distância Euclidiana, adotando o método UPGMA para agrupamento. Com esses caracteres, procedeu-se, ainda, análise de componentes principais e variáveis canônicas, estimando a contribuição relativa de cada caráter para a divergência entre genótipos, através do método “proc cluster” do Programa SAS (2000). Do número de variáveis canônicas, respondendo, aproximadamente, por 70% da variação, estimaram-se os escores relativos às primeiras variáveis, que foram utilizados para tributação dos genótipos em gráficos cartesianos de dispersão, possibilitando melhor visualização da divergência. A análise de componentes principais foi realizada a partir de uma matriz de coeficientes de correlação (Pearson) e o agrupamento feito pelo método “Ward's minimum variance”, o que mais se ajustou aos dados. Foi então aplicada uma análise de agrupamento (“cluster”), visando à confirmação da ocorrência de genótipos afins. Para tanto, foi adotado o Programa estatístico SAS (SAS, 1985), através dos métodos “proc factor” e “proc cluster” do Programa computacional SAS Versão 8.2 (SAS Institute, 2000). Os resultados obtidos em cada uma dessas análises serviram à comparação e à complementação das metodologias empregadas.

### 3.3 Resultados e Discussão

A emergência das plantas ocorreu no tempo normal, não havendo falhas no estande inicial (Figura 3). Com 15 dias após a semeadura foi feito o desbaste, padronizando-se a densidade em sete plantas por metro linear.



**Figura 3.** Vista geral do experimento implantado em março de 2005, no qual 53 genótipos de feijão-caupi, em cultivo orgânico, foram avaliados por suas características fitotécnicas (Seropédica/RJ, 2005).

#### 3.3.1 Análise univariada

Na Tabela 2, encontra-se o resumo das análises de variância relativas aos descritores fitotécnicos quantitativos de 53 genótipos de feijão-caupi. Houve diferença significativa para todos os caracteres avaliados, ao nível de 5% de probabilidade. Na Tabela 3, estão apresentadas as médias dos caracteres analisados, comparadas pelo teste de Scott-Knott. Os resultados obtidos evidenciaram alta variabilidade genética, demonstrando a excelência do germoplasma disponível para programas de melhoramento e desenvolvimento de novas cultivares de feijão-caupi.

**Tabela 2** Resumo das análises de variância de sete descritores fitotécnicos quantitativos avaliados em 53 genótipos de feijão-caupi (Seropédica/RJ, 2005).

Caracteres fitotécnicos	Quadrados Médios		Médias	C.V. (%)
	Genótipos (GL=52)	Erro (GL=105)		
Biomassa aérea seca	0.376*	0.192	1.20	36.63
% de nitrogênio total	0.488*	0.192	2,78	15,78
Comprimento da vagem	19.256*	3.105	17.75	9.92
Número de grãos por vagem	10.980*	3.843	10.95	17.90
Produtividade em grãos verdes	2.238*	0.560	10.49	65.54
Proporção de plantas com sintomas de virose	670.767*	273.128	27.82	59.39
Notas de danos foliares pela “vaquinha”	0.500*	0.331	2.61	22.07

\*Significativo pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao comprimento da vagem, houve variabilidade entre os genótipos, formando-se quatro classes (Tabela 3). O caráter produtividade em grãos verdes constituiu três classes, enquanto os descritores: biomassa aérea seca, número de grãos por vagem, percentuais de nitrogênio total nos tecidos foliares e de plantas com sintomas de virose, permitiram o agrupamento em apenas duas classes. Já com respeito ao nível de danos pela “vaquinha”, apesar da análise de variância ter indicado significância, o teste de médias não detectou diferenças.

Para comprimento da vagem, que revelou maior grau de variabilidade entre os genótipos, os limites extremos foram de 9,8 e 21,7 cm, correspondendo aos genótipos EES-42 e EES-33, respectivamente. O número de grãos por vagem variou de 6,00 (EES-38) a 15,78 (EES-47). Os 13 genótipos que apresentaram maiores médias para comprimento da vagem, nove também revelaram as médias mais altas do número de grãos por vagem. PEREIRA et al. (1992), SILVA & OLIVEIRA (1993) e MIRANDA et al. (1996) reportaram que os padrões comerciais quanto ao comprimento da vagem requerem o valor mínimo de 20 cm.

Em estudo realizado por LOPES et al. (2001), foram encontradas cultivares de feijão-caupi com diferentes tipos de vagem e tamanho do grão. Entre aquelas que apresentaram grãos pequenos estava incluída a cultivar BR 17 Gurguéia, resistente ao vírus do mosaico-severo-do-caupi. Já o menor comprimento da vagem correspondeu ao genótipo local Balinha e à cultivar Cana Verde. Vagens curtas ou mesmo de comprimento intermediário são adequadas para cultivo irrigado e mecanizado, reduzindo o contato com o solo úmido e conseqüente apodrecimento. Vagens compridas podem alcançar o solo com maior frequência, intensificando a deterioração dos grãos. Contudo, em áreas de cultivo tradicional do feijão-caupi no nordeste, assim como na maioria das lavouras do estado do Rio de Janeiro, são preferidas as variedades de vagens compridas e com alto número de grãos, visto que normalmente não se faz irrigação. Os genótipos EES-04, EES-05, EES-11, EES-25, EES-28, EES-33, EES-34, EES-36, EES-41, EES-47, e a cultivar Mauá apresentaram essas características, enquadrando-se no padrão comercial (PEREIRA et al, 1992; SILVA & OLIVEIRA, 1993; MIRANDA et al, 1996).

A produtividade em grãos verdes variou de 0,17 a 4,01 Mg ha<sup>-1</sup>, correspondendo aos genótipos EES-34 e EES-02, respectivamente. Oito genótipos se destacaram com as médias mais altas de produção de grãos verdes, sendo que dois deles pertencem ao grupo de maior comprimento da vagem e número de grãos por vagem, EES-47 e feijão Mauá (Tabela 3).

OLIVEIRA et al. (2002) reportaram altas produtividades apresentadas pelas linhagens TE-90-170-76F; CNCX-409-12F; CNCX-405-17F; TE-90-180-10F e TE-87-108-6G, além da cultivar IPA 206 superiores a 5,0 Mg ha<sup>-1</sup> para vagens verdes, 3,0 Mg ha<sup>-1</sup> para grãos verdes e

1,2 Mg ha<sup>-1</sup> para grãos secos. Segundo SILVA & OLIVEIRA (1993), MIRANDA et al. (1996) e SILVA & FREITAS (1996), as produtividades em grãos verdes alcançadas no presente estudo encontram-se dentro das médias referentes a alguns dos genótipos. Já a cultivar IPA 206, bastante difundida no País, produziu somente 2,30 Mg ha<sup>-1</sup> de grãos verdes, ficando abaixo da média considerada satisfatória para o feijão-caupi. Essa baixa produtividade da cultivar IPA-206 pode ter sido decorrente do intenso ataque da “vaquinha” e da virose.

Os genótipos EES-02, EES-08, EES-26, EES-47, Feijão-Caupi e Feijão Mauá reuniram as características mais interessantes para colheita de grãos verdes. Esses genótipos também sofreram os danos da “vaquinha” e do vírus do mosaico-severo-do-caupi, mas, ainda assim, alcançaram produções dentro da média nacional.

A produção de biomassa aérea seca variou de 0,33 a 1,96 Mg ha<sup>-1</sup>, correspondendo aos genótipos EES-42 e EES-20, respectivamente. Já o teor de nitrogênio total nos tecidos variou de 1,97 a 3,55 %. Em estudo de CASTRO et al., (2004), na mesma região, o feijão-caupi (cv. Mauá) utilizado para adubação verde da berinjela, em pré-cultivo consorciado com milho, representou maior contribuição da FBN quando comparado à crotalária, o que repercutiu em aporte superior de N ao sistema, chegando a 68 kg ha<sup>-1</sup>.

Em sistemas orgânicos de produção não é permitido o emprego de adubos químicos sintéticos de alta solubilidade, como os nitrogenados. A própria utilização do esterco animal é limitada pela exigência de provir de rebanhos sob manejo orgânico (BRASIL, 1999). Dessa forma, a adubação verde, significando redução dos níveis de esterco aplicado, pode contribuir para repor as reservas de N do solo, representando economia de custos e menor dependência de insumos externos. O feijão-caupi se presta à adubação verde, por possuir alta capacidade de cobertura do solo e por produzir considerável quantidade de biomassa, com alto potencial de FBN.

O teste de Scott-Knott não separou os genótipos quanto ao nível de danos pela “vaquinha”. As notas, porém, variaram de 1,89 a 3,56, indicando, respectivamente, menor e maior preferência pelo inseto.

**Tabela 3.** Valores médios dos genótipos de feijão-caupi para sete descritores fitotécnicos quantitativos empregados para estimar o grau de dissimilaridade genética (Seropédica/RJ, 2005).

Nº.	Genótipo	CVV (cm)	NGV (nº.)	BAS (Mgha <sup>-1</sup> )	PRO (Mgha <sup>-1</sup> )	NTO (%)	VIR (%)	VAQ (nota)
1	EES-02	17,72 b*	12,12 a	1,95 a	4,01 a	3,28 a	39,85 a	2,11 a
2	EES-03	18,39 b	11,44 a	1,18 b	1,67 c	2,88 a	25,00 b	2,67 a
3	EES-04	20,58 a	13,50 a	0,97 b	0,83 c	2,84 a	16,85 b	3,56 a
4	EES-05	20,08 a	11,50 a	1,35 a	0,59 c	2,96 a	37,29 a	2,45 a
5	EES-06	18,11 b	10,01 b	1,62 a	1,18 c	3,05 a	12,86 b	3,33 a
6	EES-07	18,25 b	10,49 b	1,92 a	1,96 b	2,70 b	30,69 a	3,00 a
7	EES-08	17,56 b	10,87 b	1,17 b	3,02 a	3,20 a	33,70 a	3,11 a
8	EES-09	16,83 c	10,05 b	0,85 b	0,86 c	3,28 a	10,78 b	2,22 a
9	EES-10	18,78 b	11,00 b	1,16 b	1,90 b	2,86 a	44,89 a	2,89 a
10	EES-11	20,93 a	10,83 b	1,16 b	2,12 b	2,75 b	18,98 b	2,67 a
11	EES-12	18,33 b	10,58 b	0,94 b	0,63 c	2,73 b	56,50 a	2,56 a
12	EES-13	17,70 b	8,98 b	0,87 b	1,23 c	3,10 a	30,56 a	3,22 a
13	EES-14	16,97 c	11,31 a	1,08 b	1,79 b	1,97 b	22,22 b	2,33 a
14	EES-15	18,20 b	12,20 a	1,25 b	1,14 c	2,72 b	22,34 b	2,33 a
15	EES-16	16,75 c	9,43 b	1,21 b	1,24 c	2,72 b	45,75 a	2,78 a
16	EES-17	16,94 c	10,37 b	0,99 b	1,89 b	2,58 b	8,33 b	2,78 a
17	EES-18	18,06 b	13,68 a	1,35 a	1,43 c	2,54 b	21,44 b	2,00 a

18	EES-20	18,53 b	10.54 b	1.96 a	0,88 c	2,14 b	29.53 a	2.89 a
19	EES-22	18,67 b	8.67 b	1.06 b	0,43 c	3,04 a	76.19 a	3.33 a
20	EES-24	17,11 c	7.83 b	1.21 b	1,30 c	3,08 a	56.75 a	2.33 a
21	EES-25	20,45 a	9.71 b	1.38 a	1,24 c	2,59 b	29.16 a	3.11 a
22	EES-26	17,00 c	11.28 a	1.14 b	3,85 a	2,43 b	4.85 b	2.56 a
23	EES-27	18,50 b	11.47 a	1.20 b	1,37 c	2,55 b	8.78 b	2.00 a
24	EES-28	20,25 a	12.00 a	1.14 b	0,61 c	2,61 b	39.05 a	2.67 a
25	EES-29	16,00 c	11.69 a	1.21 b	1,67 c	2,51 b	0.00 b	1.89 a
26	EES-31	16,25 c	12.88 a	0.64 b	1,81 b	3,04 a	28.57 a	2.55 a
27	EES-33	21,75 a	12.50 a	1.46 a	0,37 c	3,38 a	36.69 a	2.33 a
28	EES-34	21,00 a	14.50 a	1.35 a	0,17 c	2,84 a	37.12 a	3.56 a
29	EES-35	14,14 c	10.41 b	1.36 a	1,90 b	2,70 b	44.73 a	2.56 a
30	EES-36	20,03 a	14.25 a	1.02 b	2,19 b	3,18 a	32.54 a	3.00 a
31	EES-38	16,50 c	6.00 b	0.80 b	1,01 c	2,40 b	25.91 b	2.66 a
32	EES-39	18,75 b	12.00 a	1.06 b	0,82 c	2,76 b	31.81 a	2.89 a
33	EES-41	20,33 a	10.12 b	0.87 b	1,06 c	2,59 b	28.95 a	3.11 a
34	EES-42	9,84 d	8.65 b	0.33 b	2,01 b	2,48 b	3.03 b	2.33 a
35	EES-43	16,61 c	12.22 a	1.95 a	1,20 c	2,99 a	6.94 b	2.22 a
36	EES-45	18,58 b	10.71 b	1.33 a	0,63 c	2,47 b	37.98 a	2.89 a
37	EES-46	18,83 b	12.87 a	1.28 a	2,25 b	2,46 b	14.33 b	2.22 a
38	EES-47	20,84 a	15.78 a	1.51 a	2,76 a	3,17 a	44.81 a	2.00 a
39	EES-48	18,28 b	10.55 b	1.32 a	1,67 c	2,89 a	29.67 a	2.67 a
40	EES-49	18,50 b	12.00 a	1.33 a	0,71 c	3,43 a	35.75 a	2.89 a
41	EES-50	19,17 b	8.64 b	1.65 a	1,31 c	2,86 a	45.07 a	2.67 a
42	EES-51	19,71 a	12.88 a	0.95 b	0,71 c	3,23 a	17.00 b	2.33 a
43	EES-52	16,92 c	12.36 a	1.08 b	1,67 c	1,99 b	20.20 b	2.44 a
44	EES-53	19,72 a	10.41 b	1.44 a	2,66 a	2,62 b	24.01 b	2.11 a
45	IPA206	19,00 b	10.50 b	1.18 b	2,29 b	2,74 b	28.61 a	2.00 a
46	PrincessANN	14,00 c	7.90 b	0.59 b	1,46 c	2,49 b	12.32 b	2.89 a
47	TE87_98_8G	16,00 c	8.00 b	0.87 b	2,72 a	2,64 b	12.17 b	2.67 a
48	Feijão_Caupi	17,61 b	13.17 a	1.85 a	3,01 a	3,29 a	33.66 a	2.33 a
49	Canapu Custoso	13,33 c	8.97 b	0.88 b	2,31 b	3,55 a	19.97 b	2.22 a
50	Feijão Mauá	21,00 a	12.16 a	1.61 a	2,83 a	2,27 b	43.89 a	2.56 a
51	Canapuzinho	15,22 c	10.57 b	0.75 b	2,16 b	2,92 a	21.63 b	2.33 a
52	Bastião	15,11 c	11.39 a	1.05 b	0,71 c	2,27 b	20.31 b	2.78 a
53	AU94_MOB_816	10,00 d	7.71 b	0.83 b	1,01 c	2,50 b	18.10 b	2.42 a

CVV - comprimento da vagem verde, NGV - número de grãos por vagem, BAS - biomassa aérea seca, PRO - produtividade em grãos verdes, NTO - teor de nitrogênio total nos tecidos, VIR - proporção de plantas com sintomas de virose, VAQ - nível de danos pela vaquinha.

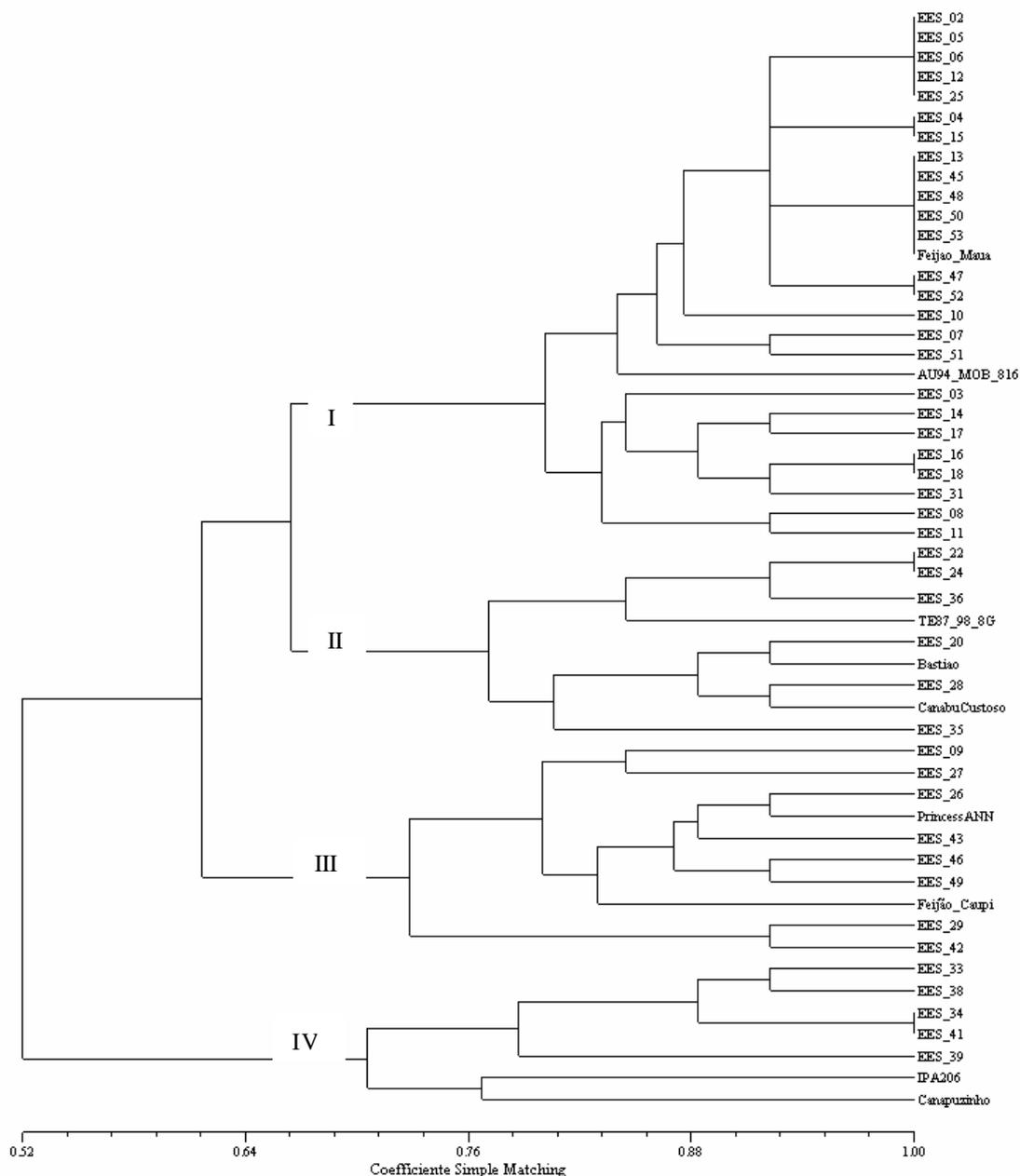
\*Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O genótipo EES-29 não apresentou qualquer sintoma visível de virose, sendo considerado altamente resistente. Já o genótipo EES-22 apresentou mais de 75% de plantas sintomáticas. Análises de amostras foliares, independentemente do tipo de sintoma (mosaico, epinastia, redução de crescimento), revelaram exclusiva infecção pelo vírus do mosaico-severo-do-caupi ("*Cowpea Severe Mosaic Virus*" - CPSMV), família *Comoviridae*, gênero *Comovirus* (SALAS et al., 1999). De acordo com GERGERICH & SCOTT (1996), há 13 espécies de insetos reconhecidas como vetores do CPSMV, todas pertencentes à ordem *Coleoptera*, incluindo *Cerotoma arcuata* encontrada na área do experimento em nível populacional elevado. Nenhuma das amostras foi positiva frente aos anti-soros dos demais vírus do feijão-caupi.

MOURA & MESQUITA (1999) verificaram que, dependendo do estágio do ciclo do feijão-caupi em que ocorre a desfolha, níveis de até 67% de perda de área foliar podem não causar prejuízos significativos à produção. Resultados semelhantes foram obtidos por MOURA (1981), trabalhando com uma cultivar precoce de soja, que constatou que a remoção de até 33% de área foliar, em qualquer estágio, não prejudicava o rendimento. Tais resultados estão de acordo com os de GALVEZ et al. (1977), que concluíram que o período crítico em feijão (*Phaseolus*) vai da floração ao início do enchimento das vagens. Assim, o desfolhamento no estágio R8 (início do enchimento de vagem), na cultivar Rosinha, foi menos prejudicial do que nas demais fases do ciclo. É provável que nesse estágio já tenha ocorrido a translocação de fotoassimilados das estruturas vegetativas para os grãos, sendo a colheita, por essa razão, menos afetada. Tal suposição é baseada nos estudos conduzidos por PISSAIA & COSTA (1981), que observaram esse fenômeno em plantas de soja quando desfolhadas em determinados estágios do ciclo.

### **3.3.2 Análise multivariada**

O dendrograma (Figura 4) é resultado da análise de agrupamento dos genótipos, em função dos descritores fitotécnicos qualitativos. O método UPGMA agrupou os dados obtidos pelo coeficiente de coincidência simples (“simple matching”). O dendrograma estabeleceu uma faixa de similaridade genética entre 52% e 92% para os genótipos, com aproximadamente 75% de similaridade configurando os quatro grupos formados, com base no hábito de crescimento e na coloração das vagens imaturas.



**Figura 4.** Dendrograma obtido pela análise de agrupamento utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade (“simple matching”), com base em características fitotécnicas qualitativas de 53 genótipos de feijão-caupi avaliados no sistema orgânico de cultivo (Seropédica/RJ, 2005).

Descritores morfológicos são bastante acessíveis, quando comparados com marcadores moleculares, devido a facilidade de determinar caracterização de germoplasma por meio de características morfológicas (STUBER, 1992). A dissimilaridade genética é um dos indicadores considerados mais importantes pelos melhoristas de plantas (BENIN et al., 2003). Segundo BARED et al. (2002), não existe possibilidade de ganhos no melhoramento sem a existência de variabilidade genética, que, portanto, deve ser conhecida e preservada. Coleções de germoplasma têm sido estabelecidas, com diferentes espécies cultivadas e revelam-se extremamente úteis como fontes de variabilidade genética à disposição do melhorista. No entanto, somente uma pequena porção dessas coleções tem sido caracterizada por meio de

descritores fitotécnicos de relevância agrônômica (ZEULI & QUALSET, 1987). Atualmente, há interesse especial quanto à caracterização da variabilidade genética de linhas puras, pois o cruzamento artificial entre genitores de menor similaridade entre si acarreta maior segregação e chance de combinação de alelos favoráveis (BEUNINGEN & BUSCH, 1997).

O resumo dos resultados da análise de agrupamento, a partir das características fitotécnicas qualitativas, estão apresentados na Tabela 4. A característica qualitativa que mais contribuiu para a formação dos quatro grupos foi o hábito de crescimento, classificado como determinado ou indeterminado, juntamente com a coloração da vagem imatura. A cor da semente e o peso de 100 grãos não foram determinantes para os agrupamentos.

**Tabela 4.** Agrupamento de 53 genótipos de feijão-caupi com base no coeficiente “simple matching” utilizado como medida de dissimilaridade (Seropédica/RJ, 2005).

Grupo	Nº	Genótipo
I	27	EES-02, EES-05, EES-06, EES-12, EES-25, EES-04, EES-15, EES-13, EES-45, EES-48, EES-50, EES-53, Feijão Mauá, EES-47, EES-52, EES-10, EES-07, EES-51, AU94-MOB-816, EES-03, EES-14, EES-17, EES-16, EES-18, EES-31, EES-08, EES-11;
II	09	EES-22, EES-24, EES-36, TE87-98-8G, EES-20, Bastião, EES-28, Canapu Custoso, EES-35;
III	10	EES-09, EES-27, EES-26, Princess ANN, EES-43, EES-46, EES-49, Feijão-caupi, EES-29, EES-42;
IV	07	EES-33, EES-38, EES-34, EES-41, EES-39, IPA206, Canapuzinho;

Dentro do grupo I, que alocou aproximadamente 50% dos genótipos, estão aqueles que possuem vagem verde com estrias roxas, hábito de crescimento determinado, com porte semi-ramador e mais precoces, florescendo com menos de 45 dias após semeadura. O grupo II, também com genótipos que apresentaram vagem de cor verde com estrias roxas, possui hábito de crescimento indeterminado, porte semi-ramador ou trepador e florescimento entre 40 e 45 dias. O grupo III foi constituído pelos genótipos com vagem de coloração verde e hábito de crescimento determinado, com porte semi-ramador ou ereto. Finalmente, o grupo IV reuniu os genótipos de hábito de crescimento indeterminado e porte trepador com florescimento mais tardio (acima de 45 dias pós-semeadura), englobando os genótipos de ciclo mais longo.

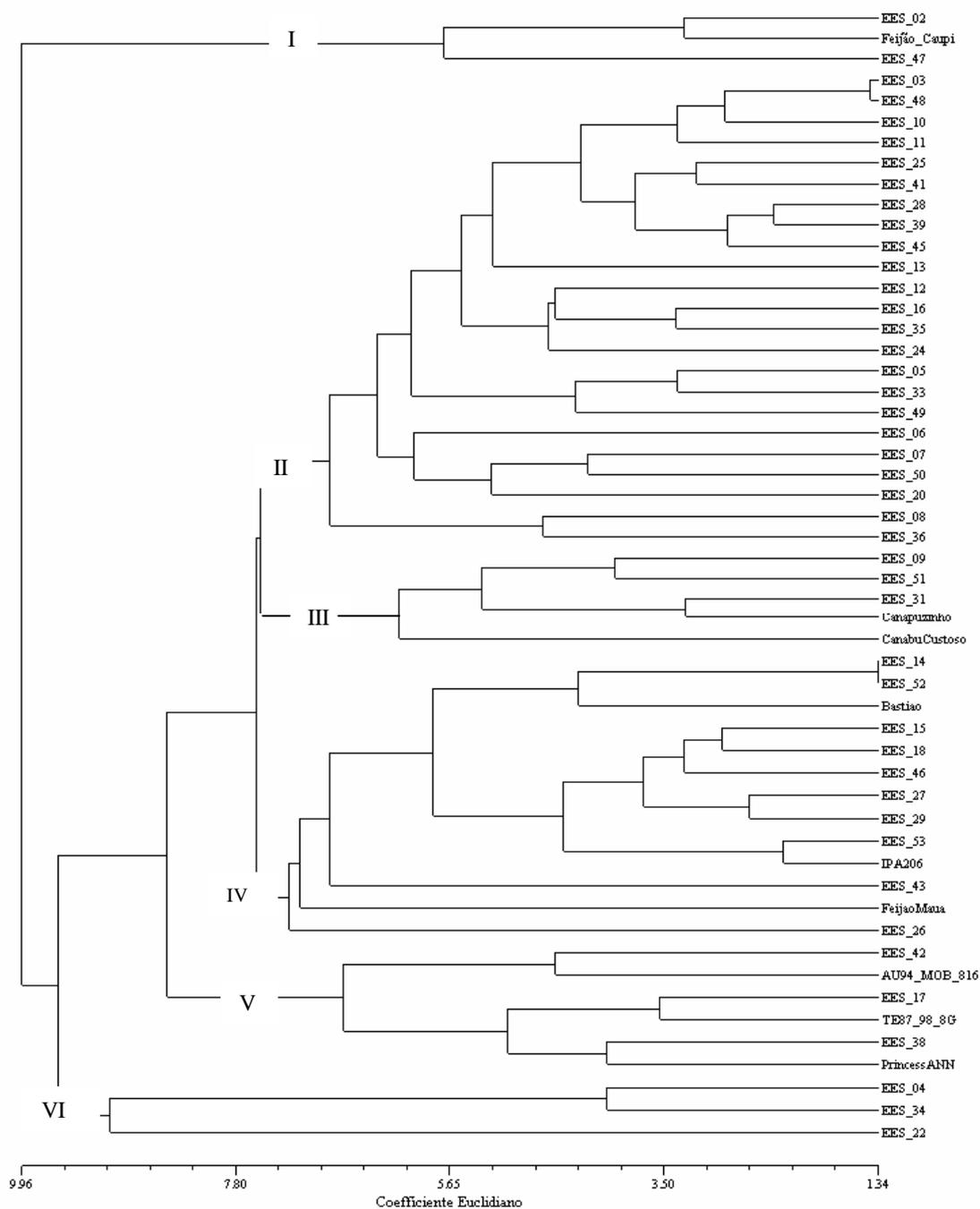
Os genótipos EES-02, EES-08, EES-26, EES-47, Feijão-caupi e Feijão Mauá, que mostraram as características mais interessantes para produção de grãos verdes pertencem aos grupos I e III, ambos de porte semi-ramador, hábito de crescimento determinado, com florescimento até 45 dias após semeadura, diferindo apenas pela coloração da vagem e do grão.

O genótipo EES-42 foi o que apresentou menor produção de biomassa aérea seca ( $0,33 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), revelando, também, vagem curta e pequeno número de grãos por vagem, mas com uma produção de grãos verdes de  $2,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ , apesar da incidência da virose. Este genótipo enquadrou-se no grupo III, sendo classificado como de hábito de crescimento determinado e porte ereto.

Trabalho realizado por HALL et al. (2003), em que se avaliaram rendimento em grãos e biomassa aérea no feijão-caupi, variedades de porte ereto revelaram valores mais baixos que

variedades semi-eretas. Essas últimas apresentaram maturação de vagens entre 70 e 75 dias a contar da semeadura e renderam, aproximadamente, 2 Mg ha<sup>-1</sup> tanto em grãos quanto em biomassa. Variedade com amadurecimento de vagem em torno de 80 dias rendeu 2,5 Mg ha<sup>-1</sup> em grãos e 3,4 Mg ha<sup>-1</sup> em biomassa; já aquela com 85 dias até o amadurecimento de vagem produziu 2,6 Mg ha<sup>-1</sup> de grãos e perto de 6 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa aérea. Esses dados indicaram que porte da planta e duração do ciclo são fatores que influenciam diretamente a produção de grãos e biomassa pelo feijão-caupi.

O dendrograma baseado em características fitotécnicas quantitativas dos 53 genótipos, obtido pela análise de agrupamento utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade euclidiano, é apresentado na Figura 5. O método de agrupamento permitiu separações em função de todas as características estudadas.



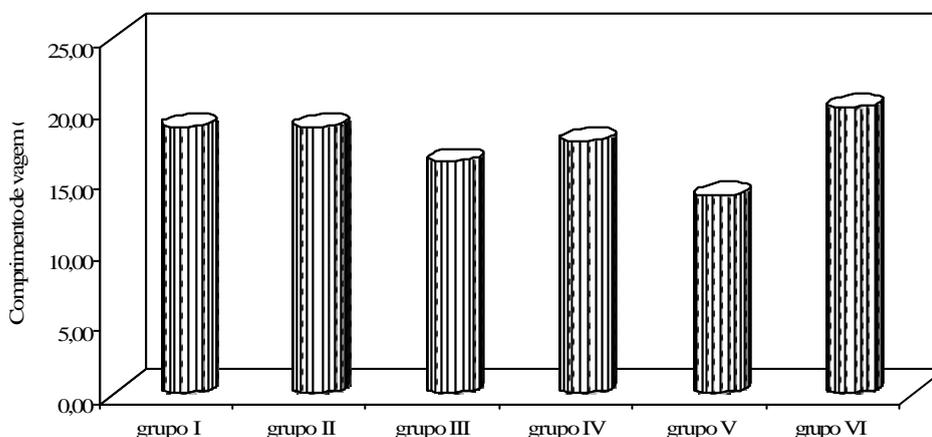
**Figura 5.** Dendrograma obtido pela análise de agrupamento, utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade euclidiano, baseado em características fitotécnicas quantitativas de 53 genótipos de feijão-caupi avaliados em sistema orgânico de cultivo (Seropédica/RJ, 2005).

Pela Tabela 5, constata-se a diversidade entre os genótipos, representada pelos seis grupos constituídos no dendrograma (Figura 5).

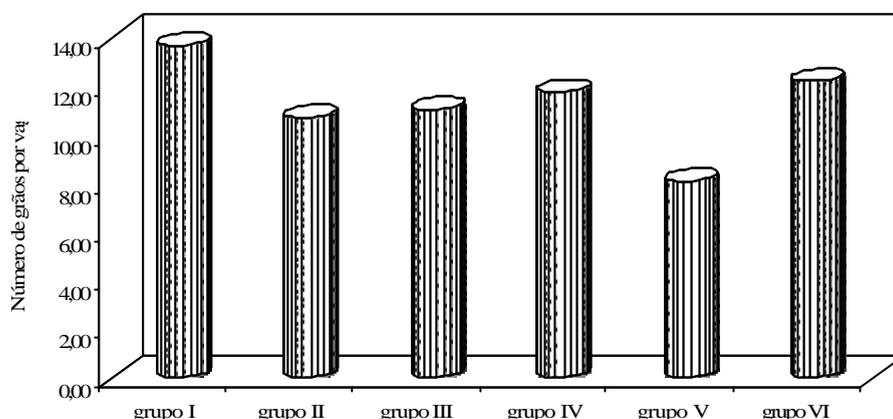
**Tabela 5.** Agrupamento de 53 genótipos de feijão-caupi avaliados em sistema orgânico de cultivo, com base na distância Euclidiana utilizada como medida de dissimilaridade (Seropédica/RJ, 2005).

Grupo	Nº	Genótipo
I	03	EES-02 e EES-47, Feijão-Caupi.
II	23	EES-03, EES-48, EES-10, EES-11, EES-25, EES-41, EES-28, EES-39, EES-45, EES-13, EES-12, EES-16, EES-35, EES-24, EES-05, EES-33, EES-49, EES-06, EES-07, EES-50, EES-08, EES-20, EES-36.
III	05	EES-09, EES-51, EES-31, Canapuzinho, Canapu Custoso.
IV	13	EES-14, EES-52, Bastião, EES-15, EES-18, EES-46, EES-27, EES-29, EES-53, IPA206, EES-43, Feijão Mauá, EES-26.
V	06	EES-42, AU94-MOB-816, EES-17, TE87-98-8G, EES-38, Princess ANN.
VI	03	EES-04, EES-34, EES-22.

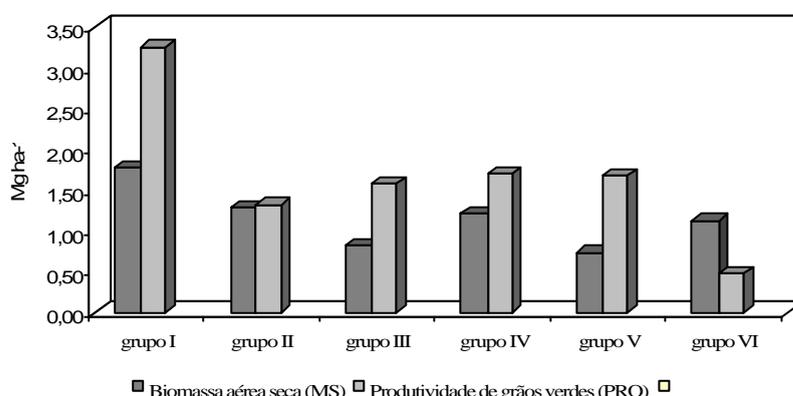
No grupo I, se encontram os genótipos mais promissores no que se refere a dados quantitativos, tais como: vagens mais longas (Figura 6) e maior número de grãos por vagem (Figura 7), com médias de 18,72 cm e 13,69 grãos, respectivamente. Além disso, foram os que apresentaram alta produtividade em grãos verdes e biomassa aérea, em conjunto com elevado teor de nitrogênio total acumulado nessa biomassa (Figura 8). Apesar de apresentarem em torno de 40% de incidência de virose, a produtividade não parece ter sido significativamente afetada. Com relação aos danos pela “vaquinha”, a nota média ficou ao redor de 2,0, indicando que esses genótipos são menos preferidos pelo inseto-praga (Figura 9).



**Figura 6.** Médias relativas aos descritores fitotécnicos quantitativos referente ao comprimento de vagem, após análise de agrupamento utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade Euclidiano, representando os 53 genótipos de feijão-caupi avaliados no sistema orgânico de cultivo. (Seropédica/RJ, 2005).

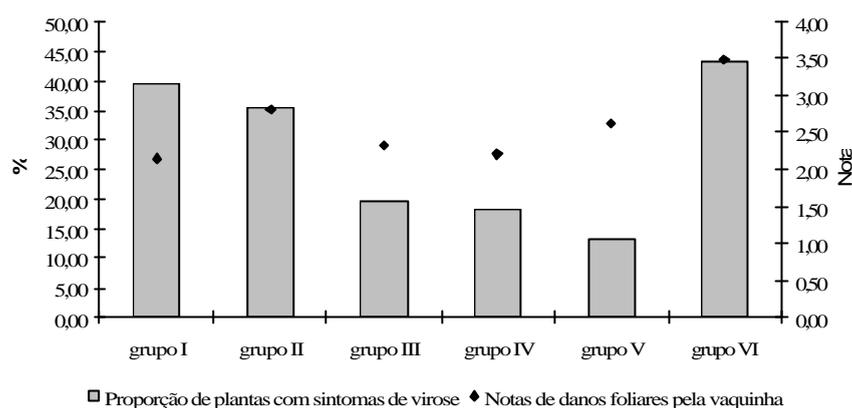


**Figura 7.** Médias relativas aos descritores fitotécnicos quantitativos referente ao número de grãos por vagem, após análise de agrupamento utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade Euclidiano, representando os 53 genótipos de feijão-caupi avaliados no sistema orgânico de cultivo. (Seropédica/RJ, 2005).



**Figura 8.** Médias relativas aos descritores fitotécnicos quantitativos biomassa aérea seca e produtividade em grãos verdes, após análise de agrupamento utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade Euclidiano, representando os 53 genótipos de feijão-caupi avaliados no sistema orgânico de cultivo (Seropédica/RJ, 2005).

Foi observado um severo ataque de *C. arcuata* tanto na parte aérea das plantas quanto nos nódulos radiculares. Os genótipos pertencentes aos grupos II e VI foram os que mais sofreram com os danos causados por este inseto. Já os grupos I, III, IV e V sofreram menos danos. É oportuno lembrar que nenhum tipo de controle foi efetuado na área experimental tanto para pragas quanto para doenças. Isto foi feito com a intenção de melhor determinar os níveis de resistência nos genótipos de feijão-caupi.



**Figura 9.** Médias relativas aos descritores fitotécnicos quantitativos plantas com sintomas de virose e danos foliares pela “vaquinha”, após análise de agrupamento utilizando o método UPGMA e o coeficiente de similaridade Euclidiano, representando os 53 genótipos de feijão-caupi avaliados no sistema orgânico de cultivo (Seropédica/RJ, 2005).

Os componentes do grupo VI: EES-04, EES-34 e EES-22, apesar de apresentarem vagens longas e alto número de grãos por vagem, foram os mais suscetíveis ao vírus e à “vaquinha”, o que certamente contribuiu para o baixo rendimento em biomassa aérea e grãos verdes. O genótipo EES-22 foi o que mostrou percentual mais elevado de plantas com sintomas da virose (76%). Para os três genótipos acima referidos, a média de notas atribuídas ao ataque da “vaquinha” situou-se em 3,5, correspondendo a, aproximadamente, 75% da área foliar lesionados pelo inseto. A preferência da “vaquinha” por esses genótipos pode ter contribuído para maior incidência da virose. *Cerotoma arcuata* é reconhecida como transmissora do vírus do mosaico-severo-do-caupi. Os grupos II e III apresentaram valores intermediários. Comparando os grupos I e VI, há indicativos de que os danos causados pela “vaquinha” foram os que mais influenciaram, de modo negativo, o potencial dos genótipos de feijão-caupi.

Os descritores constantes das Figuras 6, 7 e 8 são importantes para fins de melhoramento do feijão-caupi; os dados permitem verificar a extensão da variabilidade quanto a esses caracteres, com os genótipos mais divergentes podendo ser utilizados como genitores contrastantes em análises genéticas.

Genótipos do grupo I foram superiores quanto às características: produtividade em grãos verdes, comprimento da vagem, número de grãos por vagem e biomassa aérea seca, mesmo apresentando alto percentual de plantas atacadas pela virose, representando interesse para futuros programas de melhoramento.

HALLA (1999), em estudo comparando três variedades de feijão-caupi: IT90K-277-2, IT97K-568-18 e IT97K-568-19, encontrou diferenças genéticas para produção de grãos e forragem. Essas variedades apresentaram características semelhantes de crescimento, mas diferiram quanto ao período de maturação das vagens; o rendimento médio em grãos das três variedades foi de, aproximadamente, 2,5 Mg ha<sup>-1</sup>, mas a produção de forragem variou de 2,1 a 5,9 Mg ha<sup>-1</sup>. Esses resultados indicaram que, com uma pequena variação no ciclo, tanto rendimento em grãos como em forragem podem ser maximizados, visando ao desenvolvimento de cultivares para duplo propósito.

O cruzamento entre genótipos dos diferentes grupos constituídos poderia ser promissor para trabalhos de melhoramento, em virtude da diversidade constatada. Entretanto, deve-se também levar em consideração o potencial de cada genótipo, para possíveis recomendações de uso pelos produtores fluminenses de feijão-caupi. No grupo V, constam genótipos com

resistência simultânea ao vírus do mosaico-severo-do-caupi e à “vaquinha”, mas que não apresentaram características adequadas quanto à produção de grãos verdes e biomassa aérea. Por conseguinte, cruzamentos entre genótipos dos grupo I e V podem resultar em cultivares de elevado potencial produtivo, além de resistentes aos fitoparasitas mencionados.

### 3.3.3 Análise de componentes principais

Na análise dos componentes principais foram retidos três fatores, pelo critério de Mineigen, sendo responsáveis por 67,5% da informação contida no conjunto das sete variáveis originais. O fator 1 ( $\lambda_1$ ) com a proporção de 0,3035, representou as variáveis GVG, CVV, BAS, VIR e VAQ; o fator 2 ( $\lambda_2$ ) com 0,2282, correspondeu à variável PRO; e o fator 3 ( $\lambda_3$ ) com 0,1434, representou a variável NTO (Tabela 3).

Na Tabela 6 estão inseridas as variâncias (autovalores), as variâncias percentuais e as variâncias acumuladas relativas aos três primeiros componentes principais. Os dois primeiros permitiram uma estimativa de 53,2% da variância e os caracteres que mais contribuíram para a divergência entre os genótipos foram: comprimento da vagem e produção de biomassa aérea seca.

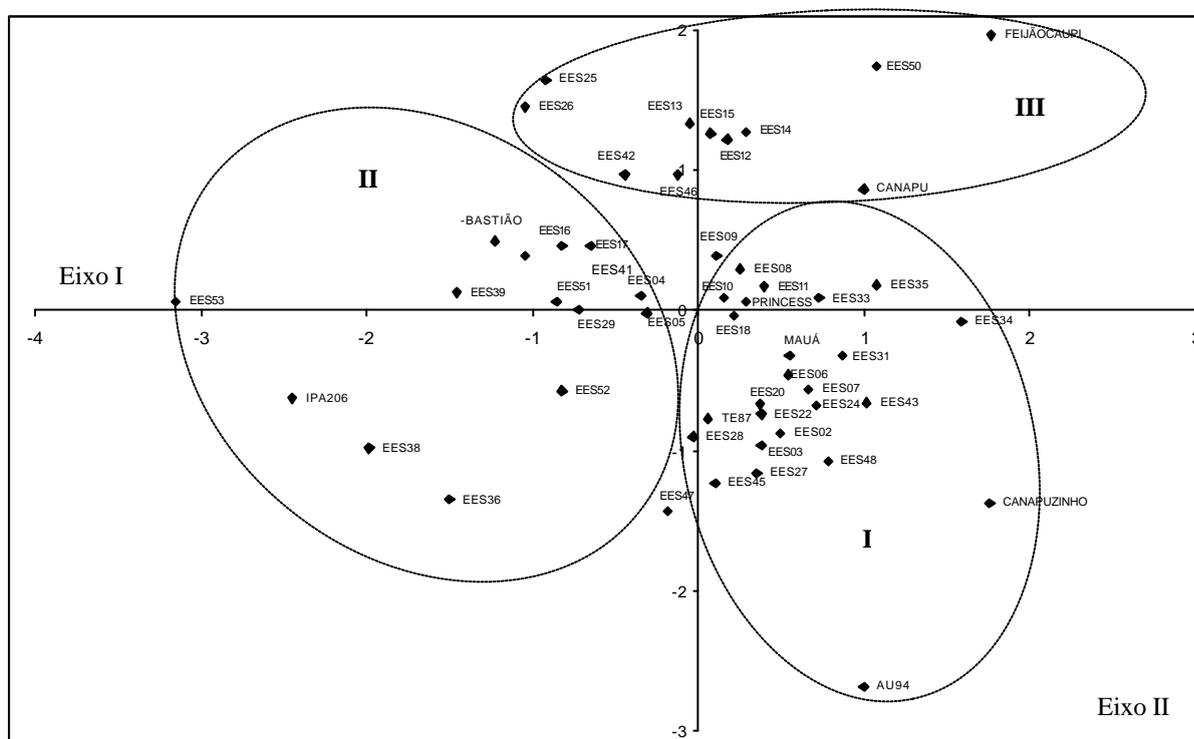
**Tabela 6.** Valores relativos aos três fatores ( $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  e  $\lambda_3$ ), retidos pelo critério de Mineigen, para sete variáveis fitotécnicas dos genótipos avaliados de feijão-caupi e percentuais da informação representada pelos componentes principais (% variância e % variância acumulada).

Variável	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$
CVV	0,856	-0,022	-0,264
NGV	0,608	0,460	-0,304
BAS	0,659	0,366	-0,082
PRO	-0,122	0,731	0,270
NTO	0,401	0,021	0,776
VIR	0,589	-0,397	0,374
VAQ	0,250	-0,746	-0,131
<b>Variância</b>	<b>2,12</b>	<b>1,59</b>	<b>1,00</b>
<b>Variância (%)</b>	<b>30,35</b>	<b>22,82</b>	<b>14,34</b>
<b>Variância acumulada (%)</b>	<b>30,35</b>	<b>53,18</b>	<b>67,52</b>

Conforme CRUZ & REGAZZI (1997), para uma interpretação satisfatória da variabilidade manifestada entre genótipos é necessário que os dois primeiros componentes principais permitam estimativas mínimas de 80% da variância total contida no conjunto de caracteres analisados. No presente estudo, para atingir a variância de 79,3%, foi preciso considerar os quatro primeiros componentes principais. O descritor comprimento da vagem foi o que mais contribuiu para diferenciação entre os genótipos.

No método de Ward's ou de variância-mínima, a distância entre dois grupos na soma de quadrados na ANOVA baseia-se em todas as variáveis. A cada geração, a soma dos quadrados em cada grupo é minimizada quando considerado o conjunto de partições alcançáveis, fundindo-se dois grupos da geração anterior. As somas de quadrados são mais fáceis de interpretar quando divididas pela soma total de quadrados, estimando-se as proporções de variância. O método de Ward's tende a unir grupos mesmo com um pequeno número de observações (MILIGAN, 1980).

Apesar de ter sido baixa, a dispersão gráfica dos escores pela técnica de componentes principais (Figura 10) possibilitou a formação de três grupos distintos de genótipos de feijão-caupi.



**Figura 10.** Dispersão gráfica dos escores de 53 genótipos de feijão-caupi, sob cultivo orgânico, em relação aos dois primeiros componentes principais (Seropédica/RJ, 2005).

De acordo com DIAS (1998), o primeiro componente principal é uma variável adicional, assim como as demais, e dotado da máxima variância que corresponde ao autovalor  $\lambda_1$  da matriz. De modo análogo, o segundo componente é uma variável não correlacionada à primeira, o qual detém a segunda maior variância, e assim por diante. A importância de cada componente é dada pela porcentagem de variância total por ele absorvida. MORRISON (1976) sugeriu ser mais adequado obter-se o complexo multivariado logo nos primeiros componentes, desde que sejam absorvidos 75% ou mais da variância total. CASTINEIRAS (1990), utilizando-se de componentes principais, analisou 34 descritores fitotécnicos de 60 cultivares de feijoeiro (*Phaseolus*). Verificou que os três primeiros componentes explicavam 37,5% da variabilidade total, sendo que para atingir o percentual de 75,8% era necessário considerar os 11 primeiros componentes principais. Em estudo subsequente, utilizando os mesmos descritores, CASTINEIRAS et al. (1991) submeteram 96 genótipos de feijoeiro a análises de componentes principais, separando os descritores qualitativos dos quantitativos. Levando em conta somente os quantitativos, conseguiram obter, com os dois primeiros componentes, 58,8% da variabilidade total e, novamente, o descritor peso de 100 sementes foi dos mais importantes para avaliação da divergência. RODRIGUES et al. (2002) analisaram 40 descritores de 37 cultivares de feijoeiro (*Phaseolus*) provenientes de regiões produtoras do estado do Rio Grande do Sul. Na análise de divergência genética, os quatro primeiros componentes explicaram 69,88% da variação, sendo 25 descritores descartados por apresentarem alta correlação com outros mais importantes. Pelos estudos citados, percebe-se que o mais comum é estimar a divergência genética entre genótipos com base em caracteres

quantitativos. Dessa forma, a análise de componentes principais torna-se uma ferramenta indispensável e bastante difundida entre os aplicadores de análises multidimensionais.

De acordo com os resultados obtidos, não existe correlação entre os grupos formados pelos dendrogramas (com as características qualitativas e quantitativas) e a análise de componentes principais, sendo esta última, portanto, considerada de pouca aplicabilidade no presente estudo.

### 3.4 Conclusões

? Os resultados da análise univariada demonstraram alto grau de variabilidade entre os genótipos.

? A análise multivariada mostrou-se mais eficiente, agrupando genótipos com características fitotécnicas qualitativas e quantitativas, que podem ser de grande valia para o melhoramento do feijão-caupi no estado do Rio de Janeiro.

? Houve uma separação evidente dos genótipos função da proporção de plantas com sintomas de viroses, com a maioria dos menos suscetíveis enquadrados nos grupos III, IV e V.

? O grupo I, contém os genótipos com melhores características para produção de grãos verdes, apresentando vagens longas, alto número de grãos por vagem, maior quantidade de biomassa aérea com elevado teor de N, além de baixa incidência de plantas atacadas pelo vírus do mosaico-severo-do-caupi. Apesar de ter sido bastante atacado pela “vaquinha”, isto não impediu seu bom desempenho. Porém, no caso de utilização desses genótipos para fins de melhoramento, seria interessante um cruzamento entre representantes dos grupo I e V, reunindo genótipos menos suscetíveis à virose e menos preferidos pela “vaquinha”.

## **CAPÍTULO II**

### **SISTEMAS CONSORCIADOS DE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE FEIJÃO-CAUPI E MILHO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

## RESUMO

### Sistemas consorciados de produção orgânica de feijão-caupi e milho no estado do Rio de Janeiro

Foi avaliado o desempenho agrônômico dos consórcios do milho com o feijão-caupi na Baixada Fluminense, submetidos ao manejo orgânico. O estudo foi desenvolvido através de dois experimentos, ambos em áreas do SIPA, município de Seropédica/RJ. No Experimento 1, avaliou-se o desempenho de três cultivares de feijão-caupi para adubação verde do milho (cv. AG-1051) em consórcios simultâneos. As cultivares de feijão-caupi Mauá, BRS Milênio e Olho de Peixe, foram utilizadas, adotando-se delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 3 (dois espaçamentos de milho e três cultivares de feijão-caupi). Os espaçamentos do milho foram: (a) fileiras individuais espaçadas de 1,0 m entre si; e (b) fileiras duplas, espaçadas de 1,5 m, com 0,5m de distância entre cada componente. No Experimento 2, avaliou-se o consórcio entre feijão-caupi (cv. Mauá) e milho (cv. AG 1051), para colheitas de grãos verdes e de espigas verdes. Os tratamentos constaram de quatro intervalos de tempo quanto à semeadura do feijão-caupi, a saber: (E1) 21 dias antes da semeadura do milho; (E2) 14 dias antes da semeadura do milho; (E3) sete dias antes da semeadura do milho; e (E4) semeadura no mesmo dia do milho. No Experimento 1, o espaçamento do milho em fileiras duplas favoreceu a produção de biomassa fresca de feijão-caupi, muito provavelmente pela maior entrada de luz no sistema. As cultivares de feijão-caupi consorciadas não interferiram negativamente na produtividade do milho. Os resultados do Experimento 2 indicaram que o consórcio não interferiu na produtividade do milho, colhendo-se, em média, 9,5 e 5,9 Mg ha<sup>-1</sup> de espigas verdes empalhadas e desempalhadas, respectivamente. Com relação à produção de grãos verdes da cv. Mauá de feijão-caupi, o monocultivo superou os consórcios com o milho, ultrapassando 1400 kg ha<sup>-1</sup>. O consórcio correspondente a 21 DAM (dias antes do milho) diferiu dos demais tipos de consórcio, sendo superior, em produção, que atingiu 978,75 kg ha<sup>-1</sup>. Concluiu-se que o sistema de consórcio com o feijão-caupi pode ser adotado na região sem risco de perdas na produtividade do milho por efeito de competição, sendo de três semanas (21 DAM) o intervalo mais adequado entre as semeaduras.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, consórcios, agricultura orgânica.

## ABSTRACT

### Intercrop systems for cowpea and corn organic production in Rio de Janeiro state

Agronomic performance of cowpea x corn intercrops under organic management was evaluated in Baixada Fluminense. The study was accomplished with two field experiments carried out at the SIPA, located in Seropédica/RJ. In Experiment 1, three cowpea cultivars intercropped with corn (cv. AG 1051) were evaluated for green manuring purpose. Cultivars Mauá, BRS Milênio and Olho de Peixe were compared using a randomized blocks design comprising 2x3 factorial scheme (two corn plant spacing x three cowpea cultivars). The corn spacing treatments were: (a) single rows 1,0 m apart; and (b) double rows 1,50 m apart with 0,5 m between each component. In Experiment 2, cowpea 'Mauá' and corn 'AG 1051' were intercropped for immature grains and spikes production, respectively. Treatments corresponded to four different time intervals for cowpea sowing as follows: (E1) 21 days before corn sowing; (E2) 14 days before corn sowing; (E3) 7 days before corn sowing; and (E4) simultaneously to corn sowing. As for Experiment 1, corn planted in double rows favored cowpea above-ground biomass production, probably due to a greater amount of light admitted into the system. Results from Experiment 2 indicated that intercrop with cowpea did not decrease corn yield which reached averages of 9,5 and 5,9 Mg ha<sup>-1</sup> of ears with and without straw, respectively. Regarding cowpea grain yield of Mauá cultivar its single crop was superior to the intercrops exceeding 1400 kg ha<sup>-1</sup>. Treatment corresponding to 21 days of interval between cowpea and corn sowing differed from the other types of intercrops, with yield attaining 978,75 kg ha<sup>-1</sup>. It is concluded that the intercropping system can be adopted in the region without risks of lowering corn yield due to competition, being three weeks (21 days) the most adequate time interval between sowing.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, intercrops, organic farming, green manuring, immature (=green) grain and spikes.

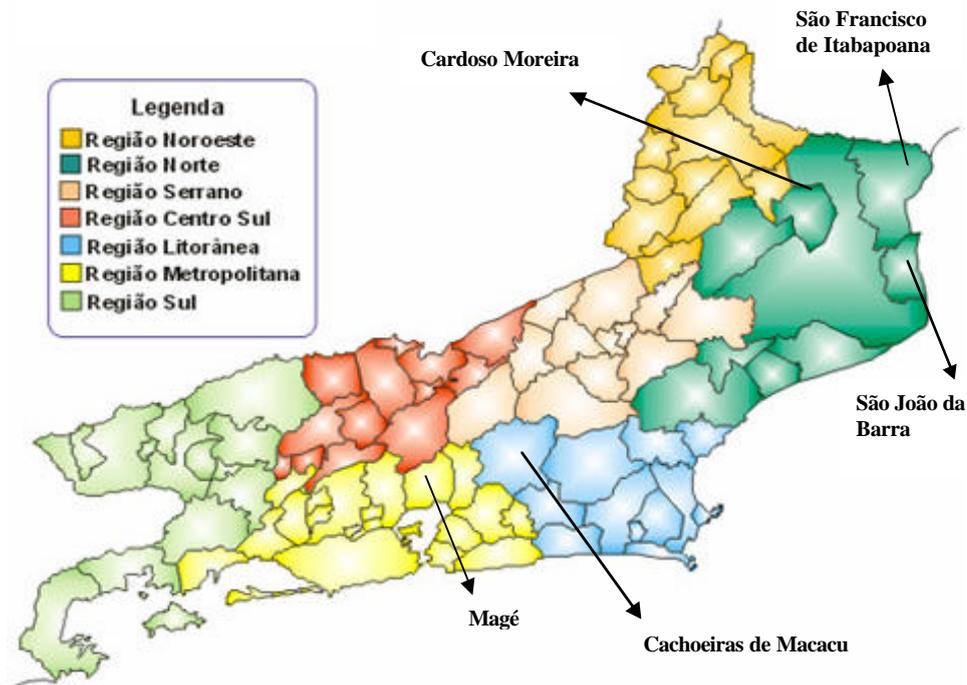
## 4.1 Introdução

A estrutura fundiária do estado do Rio de Janeiro sofreu influência da imigração e colonização europeia no século XIX, garantindo um espaço significativo para a pequena propriedade rural, de caráter familiar. Esta estrutura gerou o estabelecimento de lavouras voltadas predominantemente para o mercado interno da população crescente da Região Metropolitana (FONSECA, 1999). Hoje o Rio de Janeiro apresenta perfil fundiário no qual ainda predominam pequenos estabelecimentos agrícolas, com área inferior a 10 hectares. Sua superfície agrícola é de 3.264.150 hectares, dos quais 44% estão cobertos por pastagens.

A principal cultura é a da cana-de-açúcar, especialmente no município de Campos dos Goytacazes. Outros produtos de relevância para a economia agrícola do Estado incluem mandioca, tomate, arroz, feijão, milho, batata. A Região Serrana vem se revelando como um pólo de produção agrícola fluminense, com destaque para hortigranjeiros. Essa região, conhecida como "cinturão verde", responde por 70% da produção estadual de verduras e legumes (MADELLA-OLIVEIRA ET AL., 2005).

O feijão-caupi vem sendo bastante cultivado no estado do Rio de Janeiro, em regiões cujas condições climáticas possibilitam sementeiras ao longo de todo o ano. É praticado basicamente por pequenos agricultores, principalmente nos municípios de Cachoeiras de Macacu e Magé, na Região Litorânea; e São Francisco de Itabapoana, São João da Barra e Cardoso Moreira, localizados na Região Norte, segundo dados da EMATER-RJ (Figura 11). Os agricultores geralmente utilizam mão-de-obra familiar, sendo a produção sobretudo destinada à venda em feiras livres e no mercado da CEASA/RJ.

Acredita-se que os genótipos cultivados no Rio de Janeiro foram introduzidos por imigrantes nordestinos e se espalharam por várias regiões do Estado, sendo conhecidos como Feijão Mauá, Costelão, Piabetá e Feijão-de-Corda. O feijão-caupi é tradicionalmente cultivado em áreas de assentamentos rurais, função da baixa exigência nutricional e hídrica; adaptabilidade regional e capacidade de contribuir para a recuperação de solos degradados.



Fonte: <http://www.emater-rj.com.br>

**Figura 11.** Regiões do estado do Rio de Janeiro (Fonte: Aspa, 2006), com indicação de municípios produtores de feijão-caupi.

O sistema de plantio do feijão-caupi no Rio de Janeiro, na maioria dos casos, é ainda rudimentar, principalmente quando se trata de pequenos agricultores com pouca capacidade de investimento. Geralmente, o feijão-caupi é cultivado para aproveitar a adubação residual de outras culturas mais exigentes, como o quiabeiro e o milho. Existem, contudo, alguns produtores que demonstram certo nível de tecnificação da lavoura, utilizando adubos e pesticidas sintéticos. Com frequência, as áreas de solo menos fértil são as escolhidas para cultivar o feijão-caupi, por ser uma espécie mais rústica.

Constata-se baixa produtividade, em alguns casos, devido a diversos fatores como a incidência de pragas e doenças, ocorrência de misturas varietais, baixa germinação das sementes etc. Contudo, existem materiais genéticos adaptados à região e que expressam mecanismos de defesa contra as condições adversas do meio ambiente, os quais vêm sendo plantados há longo tempo. Podem, portanto, ser utilizados em cruzamentos com genótipos introduzidos, que apresentem outras características desejáveis.

O feijão-caupi é basicamente cultivado para produção de grãos verdes, dando-se preferência a cultivares de hábito de crescimento semi-ramador, com períodos prolongados de floração e frutificação, o que possibilita a colheita escalonada. O tempo médio para início de floração é de 40 a 50 dias e para a colheita de vagens e grãos verdes 60 a 70 dias.

O feijão-caupi também pode ser introduzido em cultivos consorciados como adubo verde ou para produção de grãos verdes ou secos. Sua utilização como adubo verde em consórcios pode contribuir para a elevação da fertilidade do solo, sobretudo pela incorporação de nitrogênio, uma vez que esse nutriente é considerado crítico para a produtividade agrícola

em regiões tropicais (FRANCO & BALIEIRO, 2000). Os consórcios mais comuns utilizando o feijão-caupi são com milho, mandioca e pomares recém-plantados.

O milho é amplamente difundido e consumido no estado do Rio de Janeiro, principalmente na forma de espigas verdes. Tanto o milho quanto o feijão-caupi possuem importância expressiva em todo o Estado. Milho e feijão-caupi são plantados em monocultivo ou em variados tipos de consórcios, dentre os quais um dos mais comuns é o de fileiras alternadas de semeadura das duas espécies.

A consorciação de culturas é recomendável nos agroecossistemas, podendo afetar positivamente a densidade populacional de insetos benéficos (EMDEN & WILLIAMS, 1974), dentre outras vantagens. Destacam-se os consórcios entre gramíneas e leguminosas (RESENDE et al., 1992), como o do milho com feijão-caupi, tradicional na pequena agricultura, inclusive no Brasil.

A associação de culturas tem sido uma das formas de aumento da produção por unidade de área entre os pequenos agricultores (BEZERRA NETO et al., 2001). Seus objetivos são os de otimizar a utilização de insumos e mão-de-obra, contribuir para o controle de pragas, doenças e ervas espontâneas nas lavouras, promovendo o re-equilíbrio ecológico (TAVEIRA, 2000). A eficiência dessa prática depende essencialmente das culturas envolvidas, havendo necessidade de “companheirismo” entre elas para que seja vantajosa em relação aos respectivos monocultivos (OLIVEIRA, 2005). Tais vantagens podem ser muito bem aproveitadas no âmbito do cultivo de hortaliças (CECÍLIO & TAVEIRA, 2001). Cultivares e arranjos espaciais apropriados são fundamentais no sentido de garantir a eficiência de consórcios entre espécies botânicas.

SOUZA et al. (2004), ao estudar o consórcio de milho com feijão-caupi, detectaram sua influência positiva na produtividade da gramínea, havendo, por outro lado, redução no desempenho da leguminosa. Já em trabalho realizado por REIS et al. (1985), as densidades de plantio mais elevadas do feijão-caupi aumentavam sua produtividade no consórcio. Ainda assim, a presença simultânea do milho reduziu o rendimento médio do feijão-caupi em 39%. As variáveis: número de grãos por vagem, comprimento da vagem e peso de 100 grãos de feijão-caupi não foram, entretanto, significativamente afetadas pelo sistema consorciado (SOUZA et al., 2004).

Não existem dados sobre rendimentos médios em espigas verdes e grãos verdes das duas culturas consorciadas para o estado do Rio de Janeiro, onde as produtividades, em muitas instâncias, são baixas. Vários problemas podem estar associados a este fato, como a utilização de cultivares tradicionais de baixa capacidade produtiva; espaçamentos e épocas de semeadura inadequados etc. Em geral, o agricultor utiliza sua própria semente, freqüentemente representando uma mistura de cultivares. Portanto, a simples identificação e seleção de cultivares poderá contribuir significativamente para melhoria dos rendimentos de milho e feijão-caupi em monocultivos ou consórcios.

O objetivo deste estudo foi o de avaliar o desempenho agrônômico de diferentes tipos de consórcio entre milho e feijão-caupi na Baixada Fluminense (Seropédica/RJ), em sistema orgânico de produção, com vistas a mais uma opção de renda familiar para as pequenas unidades produtivas que predominam na região.

## 4.2 Material e Métodos

### 4.2.1 Experimento 1: Avaliação de cultivares de feijão-caupi para adubação verde do milho em consórcios simultâneos sob manejo orgânico.

Este estudo foi conduzido no S.I.P.A, no período de verão (2006/2007), e estendeu-se de 22.12.2006 a 09.03.2007, para avaliar o potencial do feijão-caupi como planta de cobertura e adubo verde, comparando-se arranjos espaciais no consórcio simultâneo com o milho. A região caracteriza-se pela elevação da temperatura média do ar e início do período chuvoso em outubro, estendendo-se até março. Ocasionalmente, pode haver uma estiagem prolongada nos meses de janeiro e/ou fevereiro. No período de maio a agosto, prevalecem temperaturas amenas associadas a baixos valores de precipitação pluviométrica.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo, cuja análise química foi a seguinte: pH em água = 6,59;  $Al^{+3} = 0,0 \text{ cmol dm}^{-3}$ ;  $Ca^{+2} = 3,3 \text{ cmol dm}^{-3}$ ;  $Mg^{+2} = 0,91 \text{ cmol dm}^{-3}$ ;  $K = 268,0 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $P=100,64 \text{ mg dm}^{-3}$ . Foi feita uma adubação pré-semeadura do milho com esterco bovino, aplicando-se 1L por metro linear de sulco. O feijão-caupi não foi adubado.

O preparo do solo foi mecanizado, realizando-se uma aração a 20 cm de profundidade, seguida de gradagem. Adotou-se irrigação por aspersão, padronizando o turno de rega na área experimental. Foram procedidas pulverizações quinzenais com calda sulfocálcica (1%) e óleo de neen (1%) no feijão-caupi, para controle de coleópteros (*Diabrotica* sp. e *Cerotoma arcuata*) e do pulgão (*Aphis* sp.).

Utilizou-se a cultivar de milho AG-1051 (híbrido duplo), indicada para a colheita de espigas imaturas (milho verde) e também para silagem, pela biomassa aérea produzida e alta digestibilidade. Possui arquitetura foliar aberta e ciclo semi-precoce. As cultivares de feijão-caupi foram Mauá, tradicional no estado do Rio de Janeiro, que apresenta características favoráveis para colheita de vagens e grãos verdes e elevado vigor vegetativo; BRS Milênio, lançada pela Embrapa Meio Norte em 2005 e também indicada para a colheita de vagens e grãos verdes (FREIRE FILHO et al., 2005); e Olho de Peixe, largamente difundida na Região Nordeste.

O experimento foi implantado no delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 3 (dois espaçamentos de milho e três cultivares de feijão-caupi). Os arranjos espaciais do milho foram: (a) fileiras individuais espaçadas de 1,0 m entre si; e (b) fileiras duplas, espaçadas de 1,5 m, com 0,5m de distância entre cada componente. O milho foi semeado em sulcos de 4,0 m de comprimento, mantendo-se, após o desbaste, quatro plantas por metro linear. Cada parcela abrangeu 12 linhas de semeadura, independentemente do tipo de espaçamento. O feijão-caupi foi semeado no mesmo dia e nas entrelinhas do milho. Estabeleceu-se uma linha única de feijão-caupi entre as fileiras individuais do milho; duas linhas, espaçadas de 0,5 m foram semeadas nas parcelas com fileiras duplas de milho. A

densidade de plantio do feijão-caupi foi, também, de quatro indivíduos por metro linear, correspondendo à população de 40.000 plantas por hectare, equivalente à do milho. Cada parcela continha seis linhas de milho e seis linhas de feijão-caupi, totalizando uma área de 24 m<sup>2</sup>. A área útil de cada parcela foi de 4,0 m<sup>2</sup>, sempre com duas fileiras de milho e duas de feijão-caupi. O croqui do experimento é ilustrado na Figura 12.

Os parâmetros fitotécnicos avaliados em relação ao milho foram:

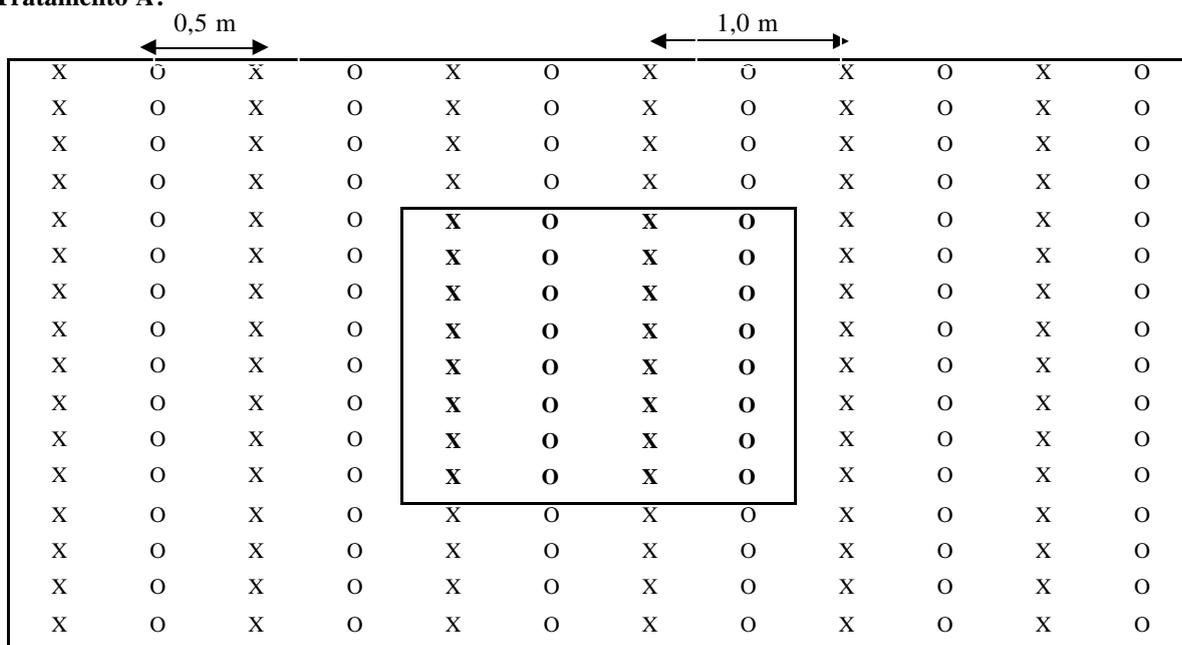
- ? ciclo: número de dias da semeadura até a colheita de espigas verdes;
- ? características da espiga (comprimento e diâmetro basal): de cinco plantas amostradas ao acaso na área útil de cada parcela, aos 77 dias após semeadura (DAS);
- ? produção em espigas empalhadas e desempalhadas colhidas na área útil de cada parcela, também aos 77 DAS;
- ? produção em espigas verdes: número de espigas na área útil de cada parcela, aos 77 DAS.

Os parâmetros fitotécnicos avaliados em relação ao feijão-caupi foram:

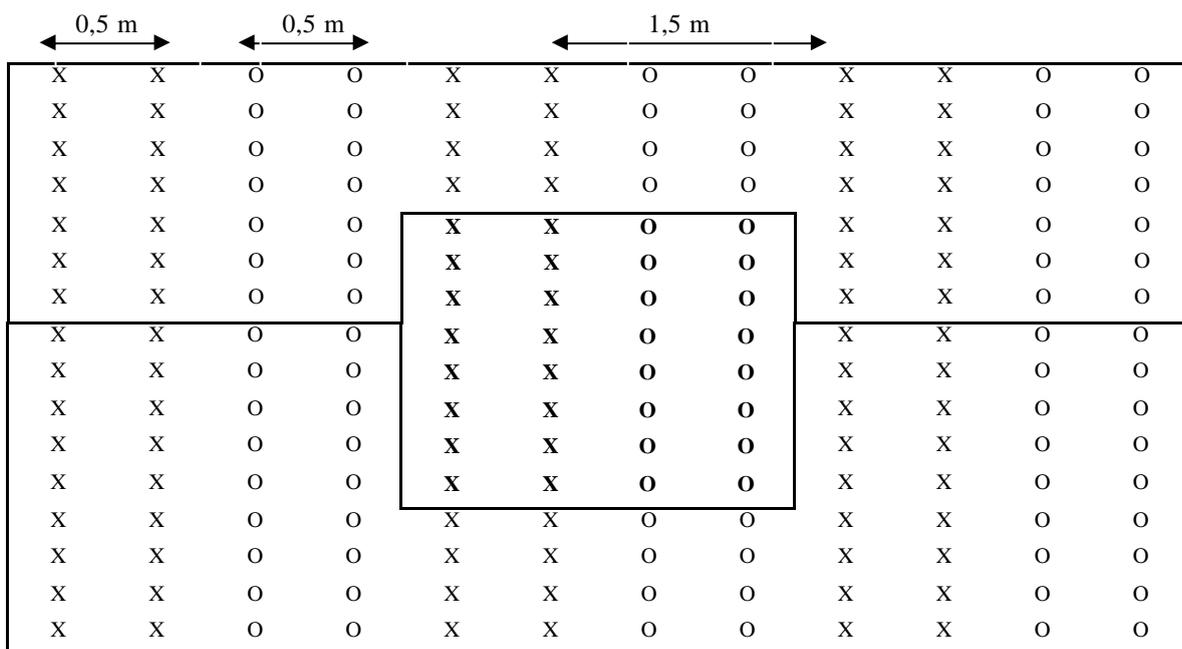
- ? produção de biomassa aérea fresca e seca: obtida na fase de floração aos 45 DAS. Foram amostrados indivíduos presentes em 1,0 m<sup>2</sup> da área útil de cada parcela. Sub-amostras, com cerca de 300 g, foram acondicionadas em estufa com circulação forçada de ar e regulada a  $\pm 65$  °C até peso constante, sendo então determinadas a massa seca;
- ? Comprimento do ramo principal, comprimento do maior ramo secundário lateral e número de folhas planta<sup>-1</sup>, com duas plantas amostradas ao acaso em cada parcela, aos 35 DAS;
- ? número, pesos fresco e seco de nódulos, também com duas plantas amostradas ao acaso em cada parcela, aos 35 DAS.

As variáveis foram submetidas à análise de variância, sendo que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade (GOMES, 1976).

**Tratamento A:**



**Tratamento B:**



**Figura 12.** Representação diagramática do Experimento 1, sendo: tratamento (A) milho em fileiras individuais consorciado com feijão-caupi e tratamento (B) milho em fileiras duplas, consorciado com feijão-caupi,. As partes centrais demarcadas correspondem à área útil de cada parcela (= tratamento). Legenda: O = plantas de feijão-caupi; X = plantas de milho.

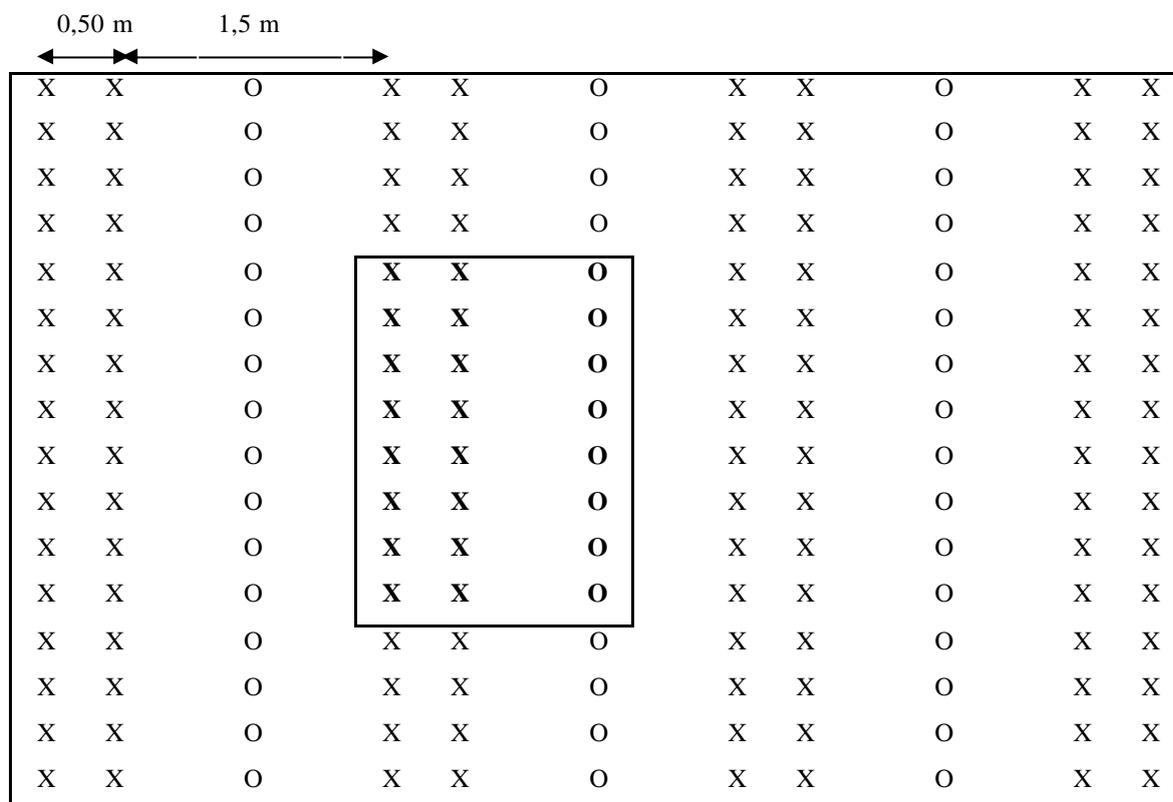
#### 4.2.2 Experimento 2: Avaliação de consórcios de feijão-caupi e milho, para colheita de grãos verdes e de espigas verdes, no sistema orgânico de produção.

Este estudo foi conduzido no inverno de 2007, também em área do S.I.P.A. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo, cuja análise química foi a seguinte: pH em água = 6,50;  $\text{Al}^{+3} = 0,0 \text{ cmol dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{+2} = 3,0 \text{ cmol dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{+2} = 1,80 \text{ cmol dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 420,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{P} = 57,9 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{C} = 1,52 \%$ ,  $\text{MO} = 2,62 \%$ ;  $\text{N} = 0,101\%$ . Foi feita uma adubação pré-semeadura do milho com esterco bovino, aplicando-se 1L por metro linear de sulco, o que correspondeu a  $10 \text{ Mg ha}^{-1}$ . O feijão-caupi não foi adubado.

O preparo do solo foi mecanizado, realizando-se uma aração a 20 cm de profundidade, seguida de gradagem. Foram procedidas três capinas em todos os tratamentos até o feijão-caupi atingir um nível adequado de cobertura do solo. Usou-se irrigação por aspersão, obedecendo o mesmo turno de rega, independentemente do tratamento. Foram efetuadas três pulverizações com óleo de neem (1%) + calda sulfocálcica (1%) para controle de coleópteros (*Diabrotica* sp. e *Cerotoma arcuata*) e do pulgão (*Aphis* sp.) no feijão-caupi, e duas pulverizações com BT (*Bacillus thuringiensis*) no milho, para controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

A cultivar de milho híbrido AG-1051 e a cultivar Mauá de feijão-caupi foram novamente utilizadas.

Os tratamentos constaram de quatro épocas de semeadura de feijão-caupi consorciado com o milho: (E1) 21 dias antes da semeadura do milho; (E2) 14 dias antes da semeadura do milho; (E3) sete dias antes da semeadura do milho; e (E4) semeadura no mesmo dia do milho. Tratamentos correspondentes aos monocultivos de milho e de feijão-caupi foram incluídos, semeados na mesma data do tratamento E4. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. O milho foi semeado em fileiras duplas espaçadas de 1,5 m, com 0,5 m entre cada linha componente. A densidade populacional correspondeu a quatro plantas por metro linear de sulco, totalizando 40.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O feijão-caupi foi semeado entre as fileiras duplas do milho. Manteve-se, igualmente, quatro plantas por metro linear nos sulcos, espaçados de 0,5 m, o que significou uma população de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup>. As parcelas do consórcio envolveram quatro fileiras duplas de milho e três fileiras de feijão-caupi nas entrelinhas do milho. No monocultivo do milho as parcelas foram compostas de quatro fileiras duplas e no feijão-caupi três linhas de semeadura. O croqui da parcela do experimento, representando o consórcio, é ilustrado na Figura 13.



**Figura 13.** Representação diagramática da parcela do consórcio milho x feijão-caupi no Experimento 2. As partes centrais demarcadas correspondem à útil de cada parcela (= tratamento). Legenda: O = 2 plantas de feijão-caupi; X = plantas de milho.

Os parâmetros fitotécnicos avaliados no milho foram:

- ? número de dias da semeadura até a colheita da espiga verde;
- ? altura da inserção da primeira espiga (cinco plantas amostradas ao acaso) na área útil de cada parcela, aos 89 dias após semeadura (DAS);
- ? características da espiga (comprimento e diâmetro basal), com base em cinco plantas amostradas ao acaso na área útil de cada parcela, aos 89 DAS;
- ? produtividade em espigas empalhadas e desempalhadas, colhidas aos 89 DAS;
- ? número de espigas colhidas aos 89 DAS.

Os parâmetros fitotécnicos com referência ao feijão-caupi foram:

- ? produtividade em vagens e grãos verdes;
- ? comprimento da vagem e número de grãos por vagem.

As variáveis foram submetidas à análise de variância, sendo que os contrastes entre médias foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade (Gomes, 1976), através do Programa SISVAR, Versão 4.3 (FERREIRA, 2003).

Para comparação entre consórcios e monocultivos, empregou-se o Índice de Equivalência de Área (IEA), que permite quantificar a área necessária para que a produção em monocultivo se iguale àquela obtida no cultivo consorciado (MOURA, 1984).

O IEA é calculado pela seguinte fórmula:

$$\mathbf{IEA=C_A/M_A + C_B/M_B = I_A + I_B,}$$

onde:  $C_A$  = rendimento do feijão-caupi no consórcio;  $M_A$  = rendimento do feijão-caupi em monocultivo;  $C_B$  = rendimento do milho no consórcio;  $M_B$  = rendimento do milho em monocultivo;  $I_A$  = índice individual relativo ao feijão-caupi;  $I_B$  = índice individual relativo ao milho. O consórcio é considerado eficiente quando o IEA supera o valor 1,00.

## **4.3 Resultados e Discussão**

### **4.3.1 Experimento 1:**

Na Tabela 7, são apresentados os resumos das análises de variância para os parâmetros fitotécnicos relativos ao feijão-caupi, avaliados aos 35 DAS. Verifica-se que, independentemente do espaçamento adotado para o milho, as três cultivares de feijão-caupi comportaram-se de modo semelhante no que se refere à biomassa aérea fresca e seca acumulada, com média geral de 131,15 e 13,72 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabela 7.** Quadrados médios relativos à biomassa fresca (BF); biomassa seca (BS); comprimento do ramo principal (CRP); comprimento do maior ramo secundário (CRS); número de folhas (NF); número de ramos (NR); Número de nódulos (NN); massa fresca de nódulos (MF) e massa seca de nódulos (MS) referentes a três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).

Fontes de variação	BF (g.planta <sup>-1</sup> )	BS (g.planta <sup>-1</sup> )	CRP (cm)	CRS (cm)	NF (planta <sup>-1</sup> )	NR (planta <sup>-1</sup> )	NN (planta <sup>-1</sup> )	MF (mg pl <sup>-1</sup> )	MS (mg pl <sup>-1</sup> )
Espaçamento (E)	128,345 <sup>ns</sup>	6,3037 <sup>ns</sup>	0,0028 <sup>ns</sup>	0,011704 <sup>ns</sup>	10,66667 <sup>ns</sup>	0,66667 <sup>ns</sup>	28,16667 <sup>ns</sup>	83432,4 <sup>ns</sup>	0,00019 <sup>ns</sup>
Cultivar (C)	126,709 <sup>ns</sup>	0,851 <sup>ns</sup>	0,12503*	0,110754*	109,2916*	9,37500*	364,291 <sup>ns</sup>	2041969 <sup>ns</sup>	0,01742 <sup>ns</sup>
E x C	26,876 <sup>ns</sup>	1,2350 <sup>ns</sup>	0,02867 <sup>ns</sup>	0,0038 <sup>ns</sup>	7,54167 <sup>ns</sup>	0,79167 <sup>ns</sup>	745,041 <sup>ns</sup>	9139115 <sup>ns</sup>	0,01463 <sup>ns</sup>
<b>C.V. (%)</b>	<b>19,46</b>	<b>22,58</b>	<b>26,70</b>	<b>20,81</b>	<b>19,95</b>	<b>19,21</b>	<b>25,92</b>	<b>52,96</b>	<b>41,01</b>
<b>Média</b>	<b>131,15</b>	<b>13,72</b>	<b>0,51</b>	<b>0,47</b>	<b>17,58</b>	<b>4,25</b>	<b>70,67</b>	<b>1814,95</b>	<b>0,37</b>

<sup>ns</sup>, \* : Não-significativo e significativo pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; esquema fatorial 2 x 3, em blocos ao acaso com quatro repetições.

Observa-se que houve diferenças entre cultivares de feijão-caupi para as características: comprimento do ramo principal, comprimento do maior ramo secundário, número de folhas e de ramos por planta. Porém, não foram detectados efeitos da interação cultivar x espaçamento.

Contudo, no desdobramento dessa interação, foram detectadas diferenças significativas para comprimento de ramo principal, comprimento do maior ramo secundário, número de folhas e de ramos por planta. Assim, na semeadura entre as fileiras duplas do milho, a cultivar Mauá de feijão-caupi foi a que apresentou o menor comprimento do ramo principal, diferindo da cultivar Milênio. Com relação ao comprimento do maior ramo secundário, houve diferença entre as cultivares avaliadas tanto entre fileiras simples quanto duplas do milho (Figura 14). Mais uma vez, a cultivar Mauá foi a que mostrou valor mínimo, diferindo estatisticamente da cultivar Milênio em ambos os espaçamentos empregados para o milho (Tabela 8).



**Figura 14.** Vista das parcelas com fileiras duplas (A) ou individuais (B) de milho consorciado com feijão-caupi no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2007).

O fato de o espaçamento do milho não ter influenciado significativamente as características fenológicas das três cultivares de feijão-caupi (Tabela 7), até os 35 DAS, indica que as diferenças encontradas devem-se, tão somente, aos genótipos de cada cultivar da leguminosa.

**Tabela 8.** Comprimentos do ramo principal e do maior ramo secundário de três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).

Cultivar	Comprimento do ramo principal (cm)		Comprimento do maior ramo secundário (cm)	
	Arranjo espacial do milho		Arranjo espacial do milho	
	Fileiras individuais	Fileiras duplas	Fileiras individuais	Fileiras duplas
Mauá	0,46 A*	0,31 B	0,38 B	0,29 B
Milênio	0,50 A	0,68 A	0,54 AB	0,53 A
Olho de Peixe	0,59 A	0,51 AB	0,57 A	0,52 A

\* Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada espaçamento do milho, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao número de folhas e ramos por planta (Tabela 9), novamente a cultivar Milênio foi a que apresentou as maiores médias, tanto entre fileiras individuais como entre fileiras duplas de milho. Quanto ao número de ramos, não foram constatadas diferenças entre as cultivares de feijão-caupi consorciadas com o milho no arranjo em fileiras individuais. Porém, entre fileiras duplas do milho a cultivar Milênio voltou a se destacar das demais.

Em cultivos consorciados, as espécies componentes normalmente diferem em porte e em ocupação do espaço físico, características que influenciam a competição por luz, água e nutrientes. A distribuição da radiação solar incidente em consórcios irá depender da eficiência de absorção de cada espécie (FLESCHE, 2002). O sombreamento pela espécie de maior porte reduz a quantidade de radiação solar disponível para a segunda espécie, influenciando na área foliar das plantas (TRENBATH, 1976). Desse modo, a seleção do arranjo espacial e a sintonia entre sementeiras tornam-se cruciais para otimizar o desempenho produtivo do sistema consorciado.

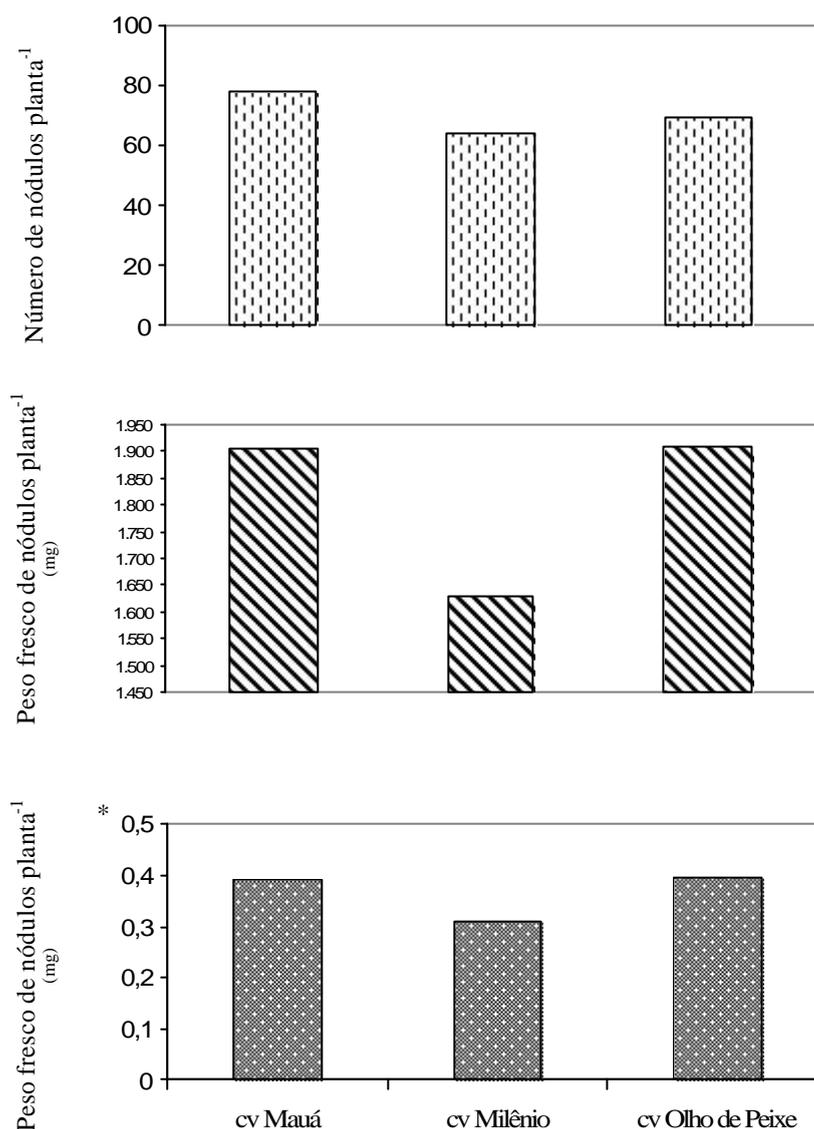
**Tabela 9.** Número de folhas e de ramos por planta de três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).

Cultivar	Número de folhas planta <sup>-1</sup>		Número de ramos planta <sup>-1</sup>	
	Arranjo espacial do milho		Arranjo espacial do milho	
	Fileiras individuais	Fileiras duplas	Fileiras individuais	Fileiras duplas
Mauá	14,50 B	14,25 B	3,75 A	3,50 B
Milênio	21,25 A	22,00 A	5,00 A	6,00 A
Olho de Peixe	15,00 AB	18,50 AB	3,50 A	3,75 B

\* Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada espaçamento do milho, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 15, são apresentados os valores médios para os dados de nodulação radicular do feijão-caupi. Não foi observada diferença significativa, pelo teste F, mas os menores valores corresponderam à cultivar Milênio, enquanto as cultivares Mauá e Olho de Peixe forneceram médias equivalentes. A cultivar Milênio resultou de um processo de melhoramento onde não se buscou a otimização da FBN, enfatizando-se a produtividade em grãos como resposta à adubação nitrogenada. Já as cultivares Mauá e Olho de Peixe, utilizadas por pequenos agricultores no Rio de Janeiro e no nordeste, respectivamente, são geralmente cultivadas sem qualquer adubação nitrogenada, dependendo, portanto, de associação simbiótica com o rizóbio para garantir o necessário suprimento do macronutriente.

Os valores estimados para número, peso fresco e peso seco de nódulos estão de acordo com aqueles reportados por TEIXEIRA et al. (2006). Esses valores são indicadores reconhecidos (FERREIRA & CASTRO, 1995), sendo que nódulos pequenos e pouco profusos resultariam de condições ambientais adversas ao processo (VARGAS et al., 2004).



**Figura 15.** Nodulação radicular de três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006). \*: As médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando a utilização do feijão-caupi como adubo verde, contribuindo para a fertilidade do solo a partir da incorporação dos resíduos culturais, o melhoramento da leguminosa tem buscado, também, maior volume de parte aérea, com participação fundamental da FBN. Por exemplo, a resposta da cultivar IFE BPC à inoculação com rizóbio, mostrou aumento de biomassa aérea acumulada em detrimento da produção de grãos (AWONAIKE et al., 1990). A FBN é reconhecidamente eficiente em feijão-caupi que, quando bem nodulado, pode dispensar outras fontes de N e, ainda assim, atingir altos níveis de produtividade, diminuindo significativamente o custo de produção (MINCHIN et al., 1981; NEVES et al., 1982). Entretanto, estimativas da contribuição da FBN, a nível de campo, são bastante variáveis, obtendo-se valores de 40 a 90% do total de N acumulado pela cultura. Esta variabilidade pode ser atribuída aos níveis de N do solo, uma vez que frente a maior disponibilidade deste elemento costuma ocorrer redução da nodulação e, conseqüentemente,

da FBN. Há que se considerar, também, possíveis diferenças tanto em termos de genótipo da planta como do rizóbio, que podem influenciar o processo de FBN.

No Brasil, estudos realizados por STAMFORD (1978) e por STAMFORD & NEPTUNE (1979), com diferentes cultivares de feijão-caupi associadas a estirpes pré-selecionadas ou a estirpes nativas de rizóbio, mostraram uma ampla variabilidade de respostas quanto ao N total acumulado e ao peso de nódulos.

Em feijão-caupi, alguns estudos têm mostrado que o efeito inibitório devido ao N disponível não parece ser tão importante quanto para outras leguminosas. AWONAIKE et al., (1989) observou uma ampla variação genotípica em parâmetros ligados à FBN, quando cultivares de feijão-caupi, inoculadas ou não, foram expostas a doses de 20 e 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Por exemplo, a cultivar IT84E124 apresentou níveis altos de FBN independentemente da dose de N aplicada, enquanto a cultivar AFB 1757 foi beneficiada pela FBN somente com o nível mais baixo de fertilizante nitrogenado.

Em outro estudo, foi demonstrada interação positiva entre resposta à inoculação e doses crescentes de N (0, 14, 28 e 84 kg de N ha<sup>-1</sup>) independentemente da cultivar. Sem qualquer aplicação de N, a nodulação aumentou significativamente, assim como a atividade da nitrogenase e a matéria seca acumulada. A nodulação e a atividade da nitrogenase, contudo, apresentaram correlação linear negativa com o aumento dos níveis de N. Já, em relação à produtividade do feijão-caupi, não foi verificada diferença significativa entre cultivares, independentemente da dose de N fornecida (FERNANDEZ et al., 1986).

A cultivar de feijão-caupi pode desempenhar papel marcante na quantificação da FBN. Assim ANKOMAH et al. (1996) constataram que o percentual de N derivado do ar, estimado pelo método de diluição isotópica, foi de 42, 57 e 72% para as cultivares IT81D-1137, Amantin e Soronko, respectivamente. Altos valores, entre 83 e 89%, para variedades de feijão-caupi da Nigéria foram, também, verificados (EAGLESHAM et al., 1977).

Na Tabela 10, são apresentados os resumos das análises de variância para os dados de produção de biomassa aérea pelo feijão-caupi, aos 45 DAS, ocasião em que ocorreu o florescimento das cultivares. Quanto à massa fresca, houve efeito do espaçamento do milho consorciado e da cultivar de feijão-caupi, mas a interação não foi significativa. Para massa seca, apenas o espaçamento entre as fileiras de milho promoveu efeito significativo. Naquela fase do experimento, as plantas de milho já haviam atingido altura máxima, justificado a influência do tipo de espaçamento, em função do sombreamento do feijão-caupi e competição por nutrientes.

**Tabela 10.** Quadrados médios relativos a produção de biomassa aérea fresca e seca por três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).

Fonte de variação	Biomassa fresca	Biomassa seca
	(Mg ha <sup>-1</sup> )	(Mg ha <sup>-1</sup> )
Espaçamento (E)	75,792604*	1,480067*
Cultivar (C)	44,630104*	0,230713 <sup>ns</sup>
E x C	12,968854 <sup>ns</sup>	0,183254 <sup>ns</sup>
CV (%)	19,06	21,03
<b>Média</b>	<b>18,59</b>	<b>2,29</b>

<sup>ns</sup>, \* : Não-significativo e significativo pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; esquema fatorial 2 x 3, em blocos ao acaso com quatro repetições.

Na Tabela 11, são apresentadas as médias encontradas para produção de biomassa aérea fresca pelo feijão-caupi. Verificou-se que no cultivo de feijão-caupi consorciado com o milho disposto em fileiras individuais, a biomassa produzida foi menor do que em fileiras duplas. O arranjo do milho em fileiras duplas favoreceu a produção de biomassa fresca de feijão-caupi, muito provavelmente pela maior entrada de luz no sistema. As cultivares de feijão-caupi que apresentaram maior quantidade de biomassa aérea fresca foram Mauá e Olho de Peixe, ambas diferindo da cultivar Milênio. Apesar de a cultivar Milênio ter apresentado valores mais altos para comprimentos do ramo principal e do maior ramo secundário, número de folhas e de ramos por planta, quando comparada com ‘Mauá’ e ‘Olho de Peixe’, aos 35 DAS, essas características não contribuíram para produção superior de biomassa aérea na fase de floração. Tal fato poderia indicar sua menor capacidade em se adequar ao sistema de consórcio adotado.

**Tabela 11.** Biomassa aérea fresca de três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).

Cultivar	Biomassa aérea fresca (Mg ha <sup>-1</sup> )		Média
	Arranjo espacial do milho		
	Fileiras individuais	Fileiras duplas	
Mauá	20,11	21,54	20,82 A
Milênio	14,68	17,55	16,12 B
Olho de Peixe	15,64	22,01	18,83 AB
<b>Média</b>	<b>16,81 b</b>	<b>20,37 a</b>	-

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas horizontais, e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à produção de biomassa aérea seca, os resultados foram semelhantes aos de biomassa fresca, com relação aos espaçamentos do milho, porém não houve diferença entre as cultivares de feijão-caupi (Tabela 12). O espaçamento do milho em fileiras duplas promoveu expressivo ganho de biomassa seca de feijão-caupi, superando em cerca de 20% o espaçamento em fileiras individuais.

**Tabela 12.** Biomassa aérea seca de três cultivares de feijão-caupi consorciadas com milho em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).

Cultivar	Biomassa aérea seca (Mg ha <sup>-1</sup> )		Média
	Arranjo espacial do milho		
	Fileiras individuais	Fileiras duplas	
Mauá	2,33	2,54	2,43 A
Milênio	1,87	2,33	2,10 A
Olho de Peixe	1,92	2,73	2,33 A
<b>Média</b>	2,04 b	2,54 a	-

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas horizontais e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No caso de consórcios, onde se usa uma leguminosa para adubação verde da cultura principal, deve-se levar em consideração a época do corte, estabelecendo sua fase de maior produção de biomassa aérea e acúmulo de nutrientes nos tecidos, principalmente nitrogênio. Esse corte, dentro do possível, deve enquadrar-se no período do ciclo em que a cultura a ser adubada, mais necessita do suprimento de nutrientes, a fim de estimular a produção. Como enfatizaram JERANYAMA et al. (2000), no regime de rotação de culturas os resíduos de leguminosas dispõem de mais tempo para se decompor do que em consórcios simultâneos. Conforme destacaram RUSINAMHODZI et al. (2006), a administração dos resíduos deve ser cuidadosa para otimizar os benefícios da adubação verde.

A FBN em culturas de leguminosas para colheita de grãos tem tido bastante atenção (PEOPLES et al., 2002), dada a importância do nitrogênio nos sistemas produtivos. Porém, estudos sobre a FBN envolvendo consórcios entre cereais e leguminosas são relativamente escassos (PEOPLES et al., 2002). Esses consórcios normalmente incluem uma leguminosa que fixa eficientemente N<sub>2</sub> e um cereal reconhecidamente dependente desse nutriente para máximo rendimento. Diversos autores demonstraram a transferência direta e significativa do N para espécies não leguminosas associadas (HODKE et al. 1999). Em culturas consorciadas, dependendo dos arranjos espaciais entre as espécies, a transferência de nitrogênio pode variar. Pesquisas têm mostrado que a competição entre cereais e leguminosas pelo nitrogênio pode estimular a FBN (HARDARSON & ATKINS, 2003). O cereal pode efetivamente absorver mais nitrogênio do solo, forçando a leguminosa a aumentar a taxa de fixação (NDAKIDEMI, 2006).

Na Tabela 13, é apresentado o resumo das análises de variância dos dados relativos ao milho em consórcio com feijão-caupi, incluindo produtividade em espigas verdes empalhadas e desempalhadas, número de espigas por hectare, diâmetro basal e comprimento da espiga. Não foram encontradas diferenças significativas para essas características, exceção para

comprimento da espiga, com efeito positivo da interação cultivar feijão-caupi x espaçamento do milho (Tabela 14).

Os resultados indicaram que as cultivares de feijão-caupi consorciadas não interferiram negativamente na produtividade do milho. Como não foi avaliada a contribuição da FBN do feijão-caupi para o milho e como não foi incluído o tratamento milho 'solteiro' (monocultivo), não se pode assegurar que a adubação verde tenha contribuído positivamente para o desempenho agrônômico do cereal. HODTKE et al. (1997), em experimento de milho consorciado com feijão-caupi, com a leguminosa cortada e deixada sobre a superfície do solo, não encontraram diferenças de rendimento em função do manejo adotado. No entanto, através da análise de folhas-índice do milho, coletadas sete dias após o corte do consorte, detectou-se um aumento no teor de N dos tecidos, indicando que o adubo verde disponibilizou rapidamente o nutriente para a cultura do cereal. Apesar do consórcio com feijão-caupi não ter acarretado um efeito direto na produtividade do milho, a contribuição da FBN, através da inclusão do feijão-caupi, proporcionou um balanço de N para o sistema menos negativo do que aquele correspondente ao monocultivo do milho.

**Tabela 13.** Quadrados médios relativos à produtividade do milho em espigas verdes empalhadas (PEE) e desempalhadas (PED); ao número de espigas (NES); diâmetro basal (DIA) e comprimento (COM) da espiga, consorciado com três cultivares de feijão-caupi em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).

<b>Fonte de variação</b>	<b>PEE (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>PED (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>NES (ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>DIA (cm)</b>	<b>COM (cm)</b>
Espaçamento (E)	4,593750 <sup>ns</sup>	0,745538 <sup>ns</sup>	321553,0 <sup>ns</sup>	0,677376 <sup>ns</sup>	0,183750 <sup>ns</sup>
Cultivar (C)	0,841204 <sup>ns</sup>	0,209038 <sup>ns</sup>	8038837 <sup>ns</sup>	3,158723 <sup>ns</sup>	1,690417 <sup>ns</sup>
E x C	2,691037 <sup>ns</sup>	1,984838 <sup>ns</sup>	1006219 <sup>ns</sup>	16,691942 <sup>ns</sup>	2,228750*
<b>C.V. (%)</b>	<b>15,37</b>	<b>14,62</b>	<b>12,46</b>	<b>4,65</b>	<b>4,06</b>
<b>Média</b>	<b>11,66</b>	<b>7,51</b>	<b>42939,75</b>	<b>4,49</b>	<b>17,87</b>

<sup>ns</sup> Não-significativo e \* significativo pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; fatorial 2 x 3, em blocos ao acaso com quatro repetições.

Em estudos subseqüentes de HÖDTKE et al. (1999), com o consórcio entre milho e feijão-caupi, comprovou-se, pela análise das folhas-índice de milho novamente coletadas sete dias após o corte da leguminosa, um aumento do teor de N nos tecidos, indicando que o adubo verde já havia transferido o nutriente para a cultura principal.

Resultado semelhante foi encontrado por CASTRO et al. (2004), ao avaliarem a contribuição de adubos verdes consorciados, no fornecimento de N à cultura da berinjela. Nesse ensaio, haviam três fontes de N (solo, esterco e FBN). A berinjela não mostrou resposta significativa aos tratamentos com adubos verdes em consórcio, mas o feijão-caupi contribuiu para o sistema através da FBN, tornando o balanço de nitrogênio altamente positivo.

**Tabela 14.** Comprimento da espiga verde de milho consorciado com três cultivares de feijão-caupi em dois espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2006).

Cultivar	Comprimento da espiga (cm)	
	Arranjo espacial do milho	
	Fileiras individuais	Fileiras duplas
Mauá	18.42 A*	17.10 B*
Milênio	17.45 A	17.50 AB
Olho de Peixe	18.00 A	18.75 A

\* Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Trabalhos de milho consorciado com forrageiras mostraram que os diferentes arranjos espaciais testados não afetaram o rendimento do cereal. Entretanto, os arranjos influíram de forma significativa na produção de forragem (JAKELAITIS et al., 2005; PANTANO et al., 2003).

Ao definir o melhor arranjo espacial em consórcios, a escolha da cultivar também deve ser considerada. As cultivares de milho tardias, de porte alto e que produzem muita massa, geralmente não se beneficiam de menores espaçamentos. Pelo vigoroso desenvolvimento vegetativo, logo no início do ciclo, pode haver sombreamento excessivo nas entrelinhas. Já os híbridos de ciclo precoce, com menor desenvolvimento de biomassa aérea, tardam a fechar os espaços entre as linhas, sendo as que mais se beneficiam de plantios adensados e mais indicadas para uso em consórcios simultâneos (RESENDE et al., 2003).

#### **4.3.2 Experimento 2:**

A Figura 16 ilustra o consórcio entre milho e feijão-caupi, após o desbaste para alcançar os estandes pré-estabelecidos.



**Figura 16.** Vista parcial do Experimento 2, ilustrando o arranjo espacial do consórcio entre milho e feijão-caupi (Seropédica/RJ, 2007).

O resumo das análises de variância para os dados referentes ao milho nas parcelas de consórcio com feijão-caupi e no monocultivo, é apresentado na Tabela 15. Verifica-se que o consórcio não interferiu na produtividade do milho, independentemente do intervalo entre semeaduras.

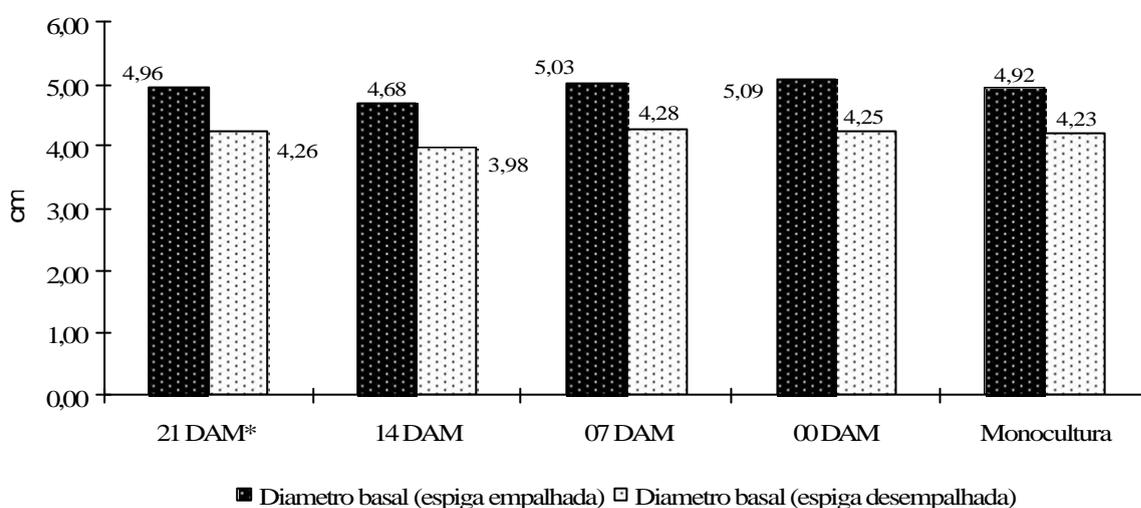
**Tabela 15.** Quadrados médios relativos a parâmetros fitotécnicos do milho: diâmetro basal da espiga verde empalhada (DEE); diâmetro basal da espiga verde desempalhada (DED); comprimento da espiga (COM); produtividade em espigas verdes empalhadas (PEE); produtividade em espigas verdes desempalhadas (PED); número de espigas (NES); biomassa aérea fresca da planta (MFP); biomassa aérea seca da planta (MSP); altura do ponto de emergência da primeira espiga (ALT) em diferentes tipos de consórcio com o feijão-caupi, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2007).

<b>Fonte de variação</b>	<b>DEE (cm)</b>	<b>DED (cm)</b>	<b>COM (cm)</b>	<b>PEE (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>PED (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>NES (ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>MFP (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>MSP (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>ALT (cm)</b>
Tratamento	9.640842 <sup>ns</sup>	24.43868 <sup>ns</sup>	0.511750 <sup>ns</sup>	0.448734 <sup>ns</sup>	0.072883 <sup>ns</sup>	3906250 <sup>ns</sup>	29.35832 <sup>*</sup>	0.753257 <sup>ns</sup>	23.98300 <sup>ns</sup>
Erro	4.707816	42.42244	0.316083	0.302358	0.113387	6197916	10.85976	0.741986	52.10700
C.V. (%)	4.40	4.48	3.21	5,81	5,72	6,22	10.48	11.23	5.43
Média	4,94	4,19	17.53	9,46	5,88	40.000	31.44	7.66	132.97

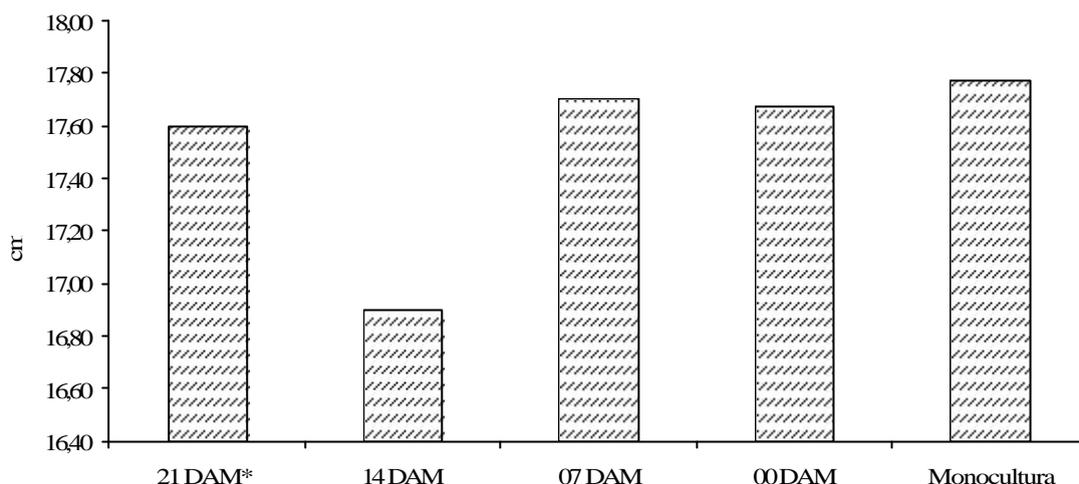
<sup>ns</sup>, \* : não-significativo pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; blocos ao acaso com quatro repetições.

As médias de produtividade em espigas verdes empalhadas e desempalhadas, independentemente do tratamento, ficaram dentro dos padrões nacionais divulgados.

Os dados referentes ao diâmetro basal da espiga verde e ao comprimento (Figura 17 e Figura 18, respectivamente) foram comparáveis àqueles encontrados por DEVIDE (2006), ao estudar o consórcio de milho (cv. Eldorado) com feijão-caupi (cv. Mauá) e mandioca, no SIPA/Seropédica. ARAÚJO & ALMEIDA (2000), ao estudarem o desempenho do monocultivo do milho em, sob manejo orgânico, na Baixada Fluminense, encontraram resultados semelhantes (17,9 cm e 3,8 cm para comprimento e diâmetro basal da espiga, respectivamente). Já SOARES et al. (2000) relataram, para a cv. AG 1051 em monocultivo, valores de 6,24 cm de diâmetro basal e de 30,8 cm de comprimento da espiga; e de 6,04 cm e de 32,0 cm para o milho em consórcio com o feijoeiro (*Phaseolus*).



**Figura 17.** Diâmetro basal da espiga verde (empalhada e desempalhada) de milho nos diferentes tipos de consórcio com feijão-caupi, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007). \* Dias antes da semeadura do milho.



**Figura 18.** Comprimento da espiga verde de milho consorciado com feijão-caupi, submetidos ao cultivo orgânico, em função de diferentes intervalos entre sementeiras (Seropédica/RJ, 2007). \* Dias antes do milho.

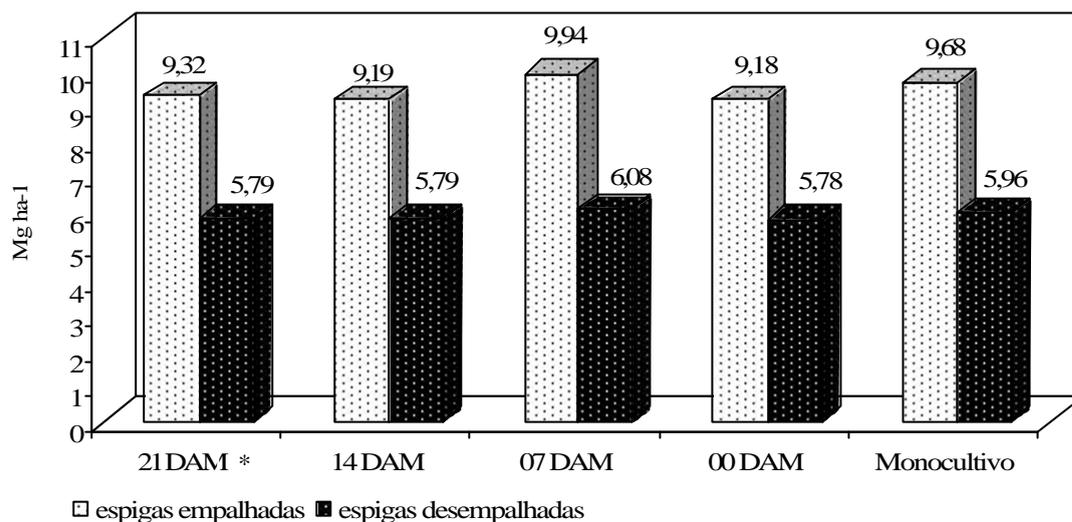
Na Tabela 16, são apresentadas as médias de produção de biomassa da parte aérea das plantas de milho, coletadas logo após a retirada das espigas verdes. Não houve diferença significativa entre os consórcios com feijão-caupi e o monocultivo.

A produtividade em espigas verdes, empalhadas e desempalhadas, também não sofreu influência da introdução do feijão-caupi, independentemente dos intervalos de tempo entre sementeiras. Os resultados indicaram, portanto, que o sistema de consórcio com o feijão-caupi pode ser adotado na região sem risco de perdas na produtividade do milho por efeito de competição (Figura 19).

**Tabela 16.** Biomassas fresca e seca da parte aérea e altura da planta de milho nos diferentes tipos de consórcio com feijão-caupi, sob manejo orgânico, imediatamente após a colheita de espigas verdes (Seropédica/RJ, 2007).

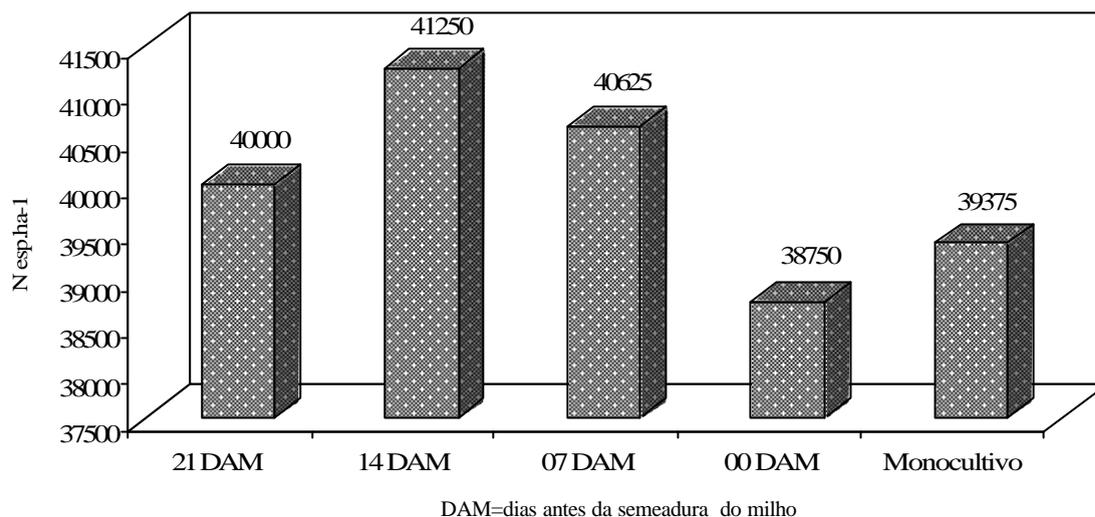
Tratamento	Biomassa fresca	Biomassa seca	Altura da espiga na planta (cm)
	-----Mg ha <sup>-1</sup> -----		
Milho + feijão-caupi (21 DAM*)	28,77 A**	7,16 A	134,00 A
Milho + feijão-caupi (14 DAM)	28,22 A	7,24 A	133,95 A
Milho + feijão-caupi (07 DAM)	33,75 A	8,12 A	130,25 A
Milho + feijão-caupi (00DAM)	33,39 A	7,91 A	136,00 A
Milho em monocultivo	33,09 A	7,90 A	130,65 A

\* DAM = dias antes da sementeira do milho; \*\* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas horizontais e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



**Figura 19.** Produtividade do milho em espigas verdes (empalhadas e desempalhadas) nos diferentes tipos de consórcio com feijão-caupi, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007). \* DAM=dias antes da sementeira do milho.

Com relação ao número de espigas produzidas (Figura 20), também não houve diferença significativa entre tratamentos. É possível que tenha ocorrido uma tendência para produções maiores nos consórcios em que o feijão-caupi foi semeado 21, 14 e sete dias antes do milho, porém a análise estatística não comprovou esta hipótese.



**Figura 20.** Número de espigas verdes de milho produzidas nos diferentes tipos de consórcio com feijão-caupi, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).

O resumo das análises de variância para os dados referentes ao desempenho agrônomo do feijão-caupi é apresentado na Tabela 17. Verifica-se que houve efeito significativo dos tratamentos para todos os componentes de produção, com exceção do número de grãos por vagem.

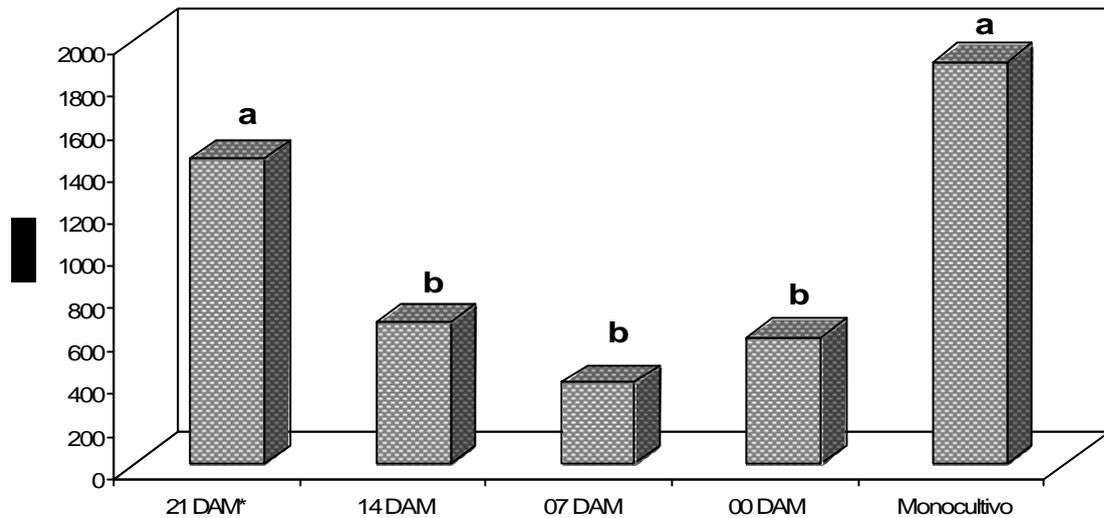
**Tabela 17.** Quadrados médios relativos ao feijão-caupi com relação à produtividade em vagens (PVV) e grãos verdes (PGV); número de vagens (NVV); percentual de casca da vagem após retirada dos grãos (CAS); comprimento da vagem (COM); e número de grãos por vagem (NGVA) nos diferentes tipos de consórcio com o milho, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).

Fonte de variação	PVV (kg ha <sup>-1</sup> )	PGV (kg ha <sup>-1</sup> )	NVV (ha <sup>-1</sup> )	CAS (%)	COM (cm)	NGVA
Tratamento	1653896**	797062**	2,51141**	568,327**	1,39122*	1,09478 <sup>ns</sup>
Erro	64873,874	24563,089	579594675	27,818	0,350857	0,575969
C.V. (%)	25,50	24,20	19,18	15,78	2,81	5,43
Média	998,94	647,71	125541,60	33,42	21,04	13,98

<sup>ns</sup>; \* e \*\* : não-significativo; significativo pelo teste de Tukey a níveis de 5% e de 1% de probabilidade, respectivamente.

Para produtividade em vagens verdes (Figura 21), nota-se que o consórcio em que o feijão-caupi foi semeado 21 dias antes do milho e o monocultivo da leguminosa mostraram-se superiores, diferindo significativamente dos demais tratamentos. As baixas produções dos tratamentos em que os intervalos entre semeaduras foram menores e na semeadura simultânea devem-se, provavelmente, ao sombreamento excessivo

provocado pelas plantas de milho.



**Figura 21.** Produtividade de feijão-caupi em vagens verdes nos diferentes tipos de consórcio com o milho, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007). \*DAM= dias antes da semeadura do milho; colunas encimadas pela mesma letra representam valores que não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

No tratamento em que o feijão-caupi foi semeado três semanas antes do milho (21 DAM), não houve praticamente competição por luz até a fase de florescimento da leguminosa, que ocorreu 50 dias a contar do plantio, permitindo maior acúmulo de biomassa, o que se refletiu na produtividade em vagens verdes (Figura 22).

Com relação à produção de grãos verdes (Figura 23), o monocultivo do feijão-caupi superou os consórcios com o milho, ultrapassando os 1400 kg ha<sup>-1</sup>. Os consórcios correspondentes a 21 e 14 DAM não diferiram entre si e foram equivalentes à semeadura simultânea de feijão-caupi e milho. Esses três tratamentos suplantaram aquele em que o intervalo de tempo entre semeaduras foi de apenas uma semana (07 DAM).

Pela Figura 24, observa-se que o consórcio 21 DAM foi o que apresentou maior proporção de casca de vagem, justificando sua menor produção em grãos verdes.



Feijão-caupi semeado 21 dias antes do milho



Feijão-caupi semeado sete dias antes do milho



Feijão-caupi semeado 14 dias antes do milho



Feijão-caupi semeado no mesmo dia do milho

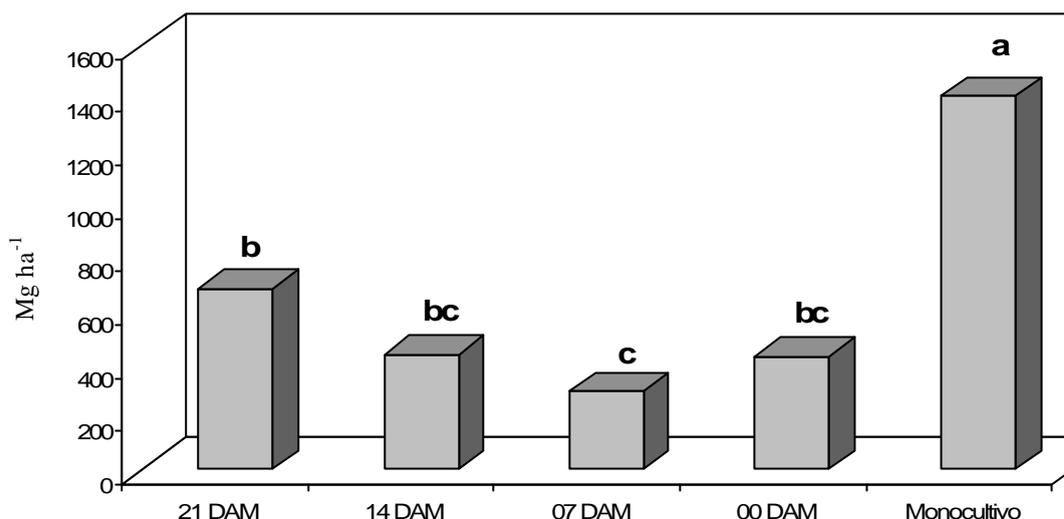


Monocultivo de feijão-caupi

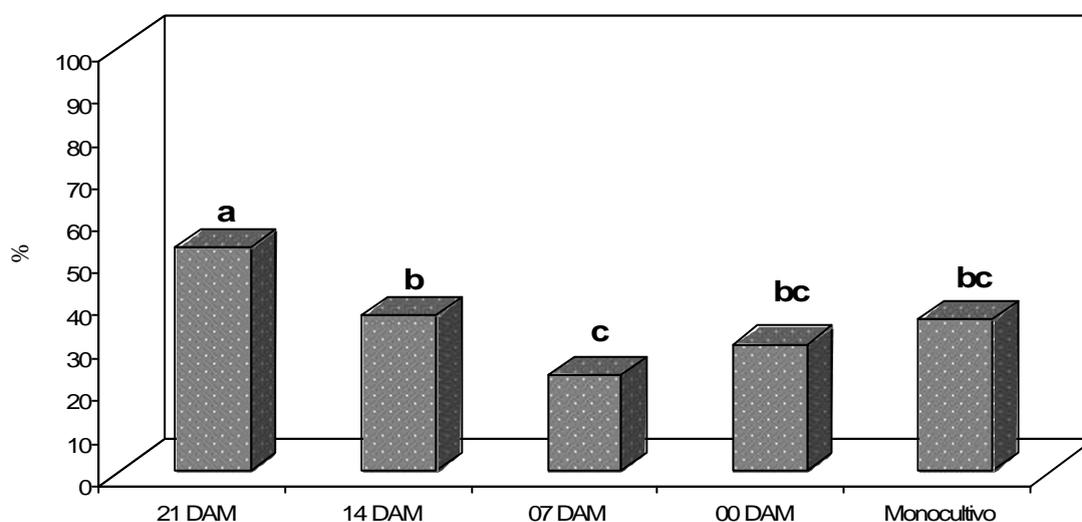


Monocultivo de milho

**Figura 22.** Parcelas do Experimento 2, ilustrando os tratamentos, 50 dias após a semeadura do milho (Seropédica, 2007).



**Figura 23.** Produtividade do feijão-caupi em grãos verdes nos diferentes tipos de consórcio com o milho, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007). Colunas encimadas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.



**Figura 24.** Percentuais de descarte de casca de vagem de feijão-caupi, após retirada dos grãos verdes, nos diferentes tipos de consórcio com o milho, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007). Colunas encimadas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Os dados de comprimento da vagem verde e do número de grãos por vagem (Tabela 18) mantiveram-se dentro das médias para a cultivar Mauá (vide Experimento 1). Em relação ao comprimento da vagem verde, houve diferença significativa entre tratamentos. O monocultivo e os consórcios correspondentes a 14 DAM, 07 DAM e 00 DAM (semeadura simultânea) foram equivalentes, porém diferindo do tratamento 21 DAM. Já, para número de grãos verdes por vagem, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. Esses dados demonstraram que o consórcio com o milho, independentemente do intervalo entre semeaduras, não têm influência sobre este importante componente do rendimento do feijão-caupi. SOUZA et al. (2004) não encontraram diferença significativa para número de grãos por vagem entre consórcios feijão-caupi x milho, com três diferentes densidades populacionais, e o monocultivo da leguminosa, sendo a média geral, de 14,2 grãos por vagem, comparável à do presente estudo.

FARIA (1980) recomendou que a semeadura do feijoeiro (*Phaseolus*) seja feita de 10 a 25 dias antes do milho, tendo em vista a adequação dos requisitos por nutrientes, água e radiação solar por parte das duas culturas. FRANCIS et al. (1976) constataram, na Colômbia, que o rendimento do feijoeiro (*Phaseolus*) caiu para menos da metade quando o milho em consórcio era semeado de 5 a 15 dias antes. Em contrapartida, quando a leguminosa era semeada antes do milho a produtividade aumentou, alcançando 75% daquela obtida no monocultivo.

Predominantemente, as orientações são para a semeadura antecipada do feijoeiro em relação a do milho em, pelo menos, 15 dias, corroborando os indicativos de FARIA (1980). Tal opção é também esposada por SANGOI & ALMEIDA (1993) e por VIEIRA (1999). No entanto, atrasando-se a semeadura do milho em mais de 15 dias em relação à do feijoeiro, o rendimento da gramínea poderá sofrer expressiva redução

**Tabela 18.** Comprimento da vagem verde e número de grãos verdes por vagem de feijão-caupi nos diferentes tipos de consórcio com o milho, sob manejo orgânico (Seropédica/RJ, 2007).

Tratamento	Comprimento da vagem (cm)	Número de grãos por vagem
Milho + feijão-caupi (21 DAM*)	20.08 b**	14,10 a
Milho + feijão-caupi (14 DAM)	21.09 ab	14,69 a
Milho + feijão-caupi (07 DAM)	21.00 ab	14,05 a
Milho + feijão-caupi (00 DAM)	21.42 ab	13,82 a
Feijão-caupi em monocultivo	21.6 a	13,24 a

\* = Dias antes da semeadura do milho; \*\* os dados representam médias de cinco vagens por colheita; médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se pelas Tabelas 19 e 20 que os valores de IEA (Índice de Equivalência de Área) foram superiores a 1,0, indicando que os sistemas de consórcio mostraram-se eficientes. Assim, os monocultivos exigiriam 72% a mais em área plantada do que os consórcios. No entanto, somente o IEA não é suficiente para uma tomada de decisão, devendo-se considerar os rendimentos das culturas em cada tipo de consórcio

(MOURA, 1884). Nesse sentido, a semeadura do feijão-caupi 21 dias antes do milho, que proporcionou máxima produtividade da leguminosa e, ainda, um rendimento satisfatório do milho em espigas verdes seria o mais indicado para o sistema orgânico adotado nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense.

**Tabela 19.** Índices de Equivalência de Área (IEA) relativos a diferentes tipos de consórcio entre feijão-caupi e milho, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2007).

Tratamento	Feijão-caupi		Milho		IEA
	PVV*	I <sub>A</sub>	PEE**	I <sub>B</sub>	
Milho + feijão-caupi (21 DAM)***	1440,08	0,75	9,33	0,96	1,72
Milho + feijão-caupi (14 DAM)	670,93	0,35	9,19	0,94	1,30
Milho + feijão-caupi (07 DAM)	382,34	0,20	9,94	1,02	1,22
Milho + Feijão-caupi (00 DAM)	600,79	0,32	9,18	0,94	1,26

\* Produção em vagens verdes; \*\* Produção em espigas verdes empalhadas; \*\*\* DAM= dias antes da semeadura do milho.

**Tabela 20.** Índices de Equivalência de Área (IEA) relativos a diferentes tipos de consórcio entre feijão-caupi e milho, no sistema orgânico de produção (Seropédica/RJ, 2007).

Tratamento	Feijão-caupi		Milho		IEA***
	PGV*	I <sub>A</sub>	PED**	I <sub>B</sub>	
Milho + feijão-caupi (21 DAM)***	681,16	0,48	5,79	0,96	1,45
Milho + feijão-caupi (14 DAM)	431,32	0,31	5,79	0,96	1,27
Milho + feijão-caupi (07 DAM)	295,60	0,21	6,08	1,01	1,22
Milho + Feijão-caupi (00 DAM)	424,34	0,31	5,78	0,96	1,27

\* Produção em grãos verdes; \*\* Produção em espigas verdes desempalhadas; \*\*\* DAM= dias antes da semeadura do milho.

RUSINAMHODZI et al. (2006), ao estudarem o consórcio do feijão-caupi com algodoeiro, também obtiveram IEAs superiores a 1,0, evidenciando a conveniência do sistema. FUKAI & TRENATH (1993) associaram as vantagens de consórcios a espécies de plantas com diferentes hábitos de crescimentos e caracteres morfológicos, gerando eficiência mútua na utilização de água e energia. MILLER (1998) afirmou que o feijão-caupi é possuidor de um sistema radicular mais extenso do que a soja, podendo explorar perfis mais profundos do solo em busca de umidade e nutrientes.

Há evidência para melhoria da fertilidade do solo nos consórcios em que é incluído o feijão-caupi, como demonstrado por GILLER (2001), que obteve rendimento

superior do milho quando associado à leguminosa, especialmente quando esta foi plantada em alta densidade.

Outra vantagem relacionada a cultivos consorciados consiste na redução da incidência de ervas espontâneas, possibilitando economia no custo de produção (LIEBMAN & DYCK, 1993). Porém, o benefício do consórcio de milho com feijão-caupi é dependente de vários aspectos como as cultivares selecionadas, condições climáticas (KUCHINDA et al., 2003); épocas de semeadura e níveis de fertilidade do solo (SKÓRA NETO, 1993). GOMES et al. (2007), contudo, divulgaram resultados opostos, considerando o feijão-caupi ineficiente no controle das ervas espontâneas em sistemas de consórcio.

SILVA & FREITAS (1996) relataram que a produtividade do milho em espigas verdes foi superior no monocultivo. Quanto ao feijão-caupi, o monocultivo também superou os consórcios, exceto quando foi usada uma determinada cultivar de milho.

#### 4.4 Conclusões

? O espaçamento do milho em fileiras duplas favoreceu a produção de biomassa aérea fresca de feijão-caupi, muito provavelmente pela maior entrada de luz no sistema;

? As cultivares de feijão-caupi consorciadas não interferiram negativamente na produtividade do milho;

? O tipo de consórcio não interferiu na produtividade do milho e em espigas verdes empalhadas e desempalhadas;

? A produção de grãos verdes pelo feijão-caupi em monocultivo superou os consórcios com o milho;

? Os consórcios correspondentes a 21 e 14 DAM não diferiram entre si e foram equivalentes à semeadura simultânea de feijão-caupi e milho.

? O sistema de consórcio com o feijão-caupi pode ser adotado, na Baixada Fluminense e outras regiões de clima quente do estado do Rio de Janeiro, no sistema orgânico de produção adotado, sem risco de perdas na produtividade do milho por efeito de competição, e que a semeadura do feijão-caupi três semanas antes do milho deve ser recomendada para consórcio entre as cultivares AG1051 e Mauá.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKANDE, S.R. Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, v.2, p.163-168, 2007.
- ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. **Sistema integrado de produção agroecológica: uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia.. 37 p. Embrapa Agrobiologia, Documentos, 169.
- ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RAMOS, S. R. R. Potencial genético de linhagens e cultivares de feijão-caupi para produção de feijão-verde. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FAPEPI, Teresina, 2005. **Anais...** Teresina: FAPEPI, 2005. 1 CD-ROM.
- ANKOMAH, A.B.; ZAPATA, F.; HARDARSON, G.; DANSO, S.K.A. Yield, nodulation, and N<sub>2</sub> fixation by cowpea cultivars at different phosphorus levels. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.22, p.10-15, 1996.
- ARAÚJO, J.P.P.; RIOS, G.P.; WATT, E.E.; NEVES, B.P.; FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, I.P.; GUIMARÃES, C.M.; SILVEIRA FILHO, A. **A cultura do caupi, *Vigna unguiculata* L. Walp: descrição e recomendações técnicas de cultivo**. Goiânia, Embrapa/CNPAP, 1984. 82p. Embrapa/CNPAP, Circular Técnica, 18.
- ARAÚJO, P.A.; ALMEIDA, DL. de. **Avaliação do desempenho de cultivares de milho para a colheita de espigas verdes em sistema orgânico de produção**. Seropédica: RECOPE – Rede de Agroecologia do estado do Rio de Janeiro, p. 22-26, 2000. Rede Agroecologia Rio, Relatório trimestral – novembro/1999 a fevereiro/2000.
- AWONAIKE, K.O.; KUMARASINGLE, K.S.; DANSO, S.K.A. Nitrogen fixation and yield of cowpea *Vigna unguiculata* as influenced by cultivar and *Bradyrhizobium* strain. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.24, n.3-4, p.163-171, 1990.
- AWONAIKE, K.O.; KUMARASINGLE, K.S.; DANSO, S.K.A.; BEUSICHEM, M.L. Inorganic N x *Bradyrhizobium* strain interaction on cowpea *Vigna unguiculata* varietal performance in the field, using the <sup>15</sup>N isotope dilution technique. Plant nutrition - physiology and applications. In: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION COLLOQUIUM, 11., Wageningen, **Proceedings...** Netherlands, p.675-682. 1989.
- BARBIERI, R.L.; LEITE, D.L.; CHOER, E.; SINIGAGLIA, C. Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 35, n.2, p. 306-308, 2005.
- BARED, D.G. NETO, J.F.B.; ROCHA, B.M.; PEGORARO, D.G.; VACARO, E. CARVALHO, F.I.F. Caracterização de germoplasma de trigo por meio dos caracteres adaptativos ciclo e estatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 145-150, 2002.
- BARRIGA, R.H.M.P.; OLIVEIRA, A.F.F. **Viabilidade genética e correlações entre o rendimento e seus componentes em caupi *Vigna unguiculata* L. Walp. na região**

**amazônica.** Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 16 p. Embrapa-CPATU, boletim de pesquisa 38.

BENIN, G.; IRAJ, F.; CARVALHO, F.; OLIVEIRA, A.C.; MARCHIORO, V.S.; LORENCETTI, C. KUREK, A.J. SILVA, J.A.G.; CRUZ, P.J.; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D.A.M. Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.4, p.657-662, 2003.

BEUNINGEN, L.T. van; BUSCH, R.H. Genetic diversity among North American spring wheat cultivars: III. Cluster analysis based on quantitative morphological traits. **Crop Science**, Madison, v.37, p.981-988, 1997.

BEZERRA NETO, F.; ANDRADE, F.V.; SANTOS JÚNIOR, J.J.; NEGREIROS, M.Z. Desempenho da cenoura em cultivo solteiro e consorciado com quatro cultivares de alface em dois sistemas de cultivo em faixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, Suplemento. CD-ROM. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 007, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 19 maio 1999. Seção 1, p.11-14, 1999.

BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen total, In: PAGE, A.L.; MILLER, R.A.; KEENEY, D.R. ed. **Methods of soil Analysis**. 2 ed. Madison: American Society of agronomy, 1982, part. P. 595-624 Agronomy, 9.

BRESSANI, R. Nutritive value of cowpea. Pages 353-360 in Cowpea: **Research, Production and Utilization**, Ed. S.R. Singh and K.O. Rachie. John Wiley & Sons, New York, USA1985.

CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q. Desempenho agrônômico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamento entre linhas e densidade de plantas sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, p.102-105, 2006.

CARSKY, R.J., SINGH, B.B., OYEWOLE, B. Contribution of early season cowpea to late season maize in the savanna zone of West Africa. **Biol. Agric. Hort.** 18, 303–316. 2001.

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

CASTINEIRAS, L. Analisis de descriptores del frijol comum *Phaseolus vulgaris* mediante métodos multivariados. Havana. **Ciencia de la Agricultura**, v. 39, p. 108-113, 1990.

CASTINEIRAS, L.; ESQUIEVEL, M.; LIOI, L. Origin, diversity and utilization of the Cuban germplasm of common bean *Phaseolus vulgaris* L.. Wageningen. **Euphytica**, v. 57, p. 1-8, 1991.

CASTRO, C.M.; ALVES, B.J.R.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.8, p.779-785, 2004.

CECÍLIO FILHO, A.B.;TAVEIRO ,M.C.G.S.Produtividade da cultura de beterraba em função da época de estabelecimento do consórcio com rútila.**Horticultura Brasileira**, Brasília , v.19, n.2, 2001.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, UFV, 309p. 1997.

CUI, Z.; CARTER, T.E.C.; BURTON, J.W.; WELLS, R. Phenotypic diversity of Chinese and North American soybean cultivars. **Crop Science**. Saint Paul. V. 41, p. 1954-1967. 2001.

DEVIDE, A.C.P. Sistema orgânico de produção de mandioca consorciada com milho e caupi. 85p. **Dissertação** Mestrado em Fitotecnia - Agroecologia Instituto de Agronomia, UFRRJ, Seropédica/RJ. 2006.

DIAS, L.A.S. **Análises multidimensionais**. In: ALFENAS, A.C. ed.. Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos. Viçosa:UFV. p.405-475. 1998.

EAGLESHAM, A.R.J.; MINCHIN, F.R., SUMMERFIELD, R.J.; DART, P. J. HUXLEY, P.A.; DAY, J. M. Nitrogen nutrition of cowpea *Vigna unguiculata*, III. Distribution of nitrogen within effectively nodulated plants. **Experimental Agriculture**, London, v.13, p.369-380, 1977.

EHLERS, E. A Agricultura Moderna. In: **Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. Livros da Terra. p.19-93. 1996.

EHLERS, J.D., HALL, A.E. Cowpea *Vigna unguiculata* L Walp. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.53, p.187-204, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Subsídios para a elaboração do programa nacional de pesquisa com caupi**. Goiânia: 72 p. 1980.

EMDEN, H. F.; WILLIAMS, G. F. Insect stability and diversity in agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, Palo, v.19, p.455-474, 1974.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; ABOUD, A.C. S. **Adubação verde com leguminosas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 49 p. 2005.

ESPÍNDOLA, J.A.A. GUERRA, J.G.M. ALMEIDA, D.L. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Embrapa Agrobiologia, Seropédica, Brasil, 1997.

FARIA, R. T. de. Cultivos associados de milho e feijoeiro. In: IAPAR Londrina, PR. **Cultura do feijão no Estado do Paraná**. Londrina, p. 27-31. Circular, 18. 1980.

FAZOLIN, M. Efeito de diferentes níveis populacionais de *Ceratomyxa* sp. No rendimento do caupi [*Vigna unguiculata* L. Walp.]. Enbrapa – UEPAL. Rio Branco. 7p. Comunicado Técnico, 49.. 1986.

FEHR, W.R.; **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987.536p.

FERNANDEZ, G.C. J.; CREIGHTON, J.M. Interaction between rhizobial inoculation and fertilizer nitrogen in five cowpea cultivars. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.6, p.1345-1348, 1986.

FERREIRA, J. M.; SILVA, P. S. L. e. Produtividade de “feijão verde” e outras características de cultivares de caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.1, p.55-58, 1987.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**. Versão 4.3. Lavras: UFLA, 2003.

FLESCHE, R.D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. **Pesquisa. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 51-56, 2002.

FNP Consultoria & Agroinformativos. **Anuário da Agricultura Brasileira – Agrianual**. São Paulo: FNP, 2003, 496p. 2004.

FONSECA, M. F., CAMPOS, F.F. DE. **O estudo do mercado dos orgânicos no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: PESAGRO-RIO/EENF- FINEP/FAPERJ, 1999. 150p.

FONTANÉTTI A; CARVALHO GJ; GOMES LAA; ALMEIDA K; MORAES SRG; TEIXEIRA CM. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**. n. 24, p146-150. 2006.

FRANCIS, C. A.; FLOR, C. A.; TEMPLE, S. R. Adapting varieties for intercropped systems in the tropics. In: PAPENDICK, R. I.; SANCHEZ, P. A.; TRIPLETT, G. B. Ed.. **Multiple cropping**. Madison: American Society of Agronomy, 1976. p. 235-253. Special Publication, 27.

FRANCO, A.A. & BALIEIRO, F. de C. **The Role of Biological Nitrogen Fixation in land reclamation Agroecology and Sustainability of Tropical Agriculture.** Embrapa - CNPDS, Seropédica, 233p. 2000.

FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. de. Caupi: nomenclatura científica e nomes vulgares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.12, p.136-137, 1983.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E.E. Org. **O Caupi no Brasil.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP/ Ibadan: IITA, p.25-46. 1988.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. Ed.. **Feijão-Caupi: Inovações tecnológicas.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 519p. 2005.

FUKAI, S.; TRENBATH, B. R. Processes determining intercrop productivity and yields of component crops. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 34, p. 239-245, 1993.

GALVEZ, G.E.; GALINDO, J.J.; ALVAREZ, G. Defoliación artificial para estimar perdidas por daños foliares en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Turrialba**, San Jose, v.27, n.2, p.143-146. 1977.

GHADERIN, A.; ADANS, M.W.; NASSIB, A.M. Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in dry edible bean and faba bean. **Crop Science**, Madson, v.24, n.1, p.37-42, 1984.

GILLER, K.E. **Nitrogen fixation in tropical cropping systems.** 2nd ed. Wallingford: CAB International, 2001. 448p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** 2 ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS. 643p. 2001.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 6.ed. São Paulo: Nobel, 430p. 1976.

GOMES, J.K.O.; SILVA, P.S.L.; SILVA, K.M.B.; RODRIGUES FILHO, F.F. e SANTOS, V.G. Effects of weed control through cowpea intercropping on maize morphology and yield. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 3, p. 433-441, 2007.

HALL, A.E.; CISSE, N.; THIAW, S.; ELAWAD, H.O.A.; EHLERS, J.D.; ISMAIL, A.M.; FERY, R.L.; ROBERTS, P.A.; KITCH, L.W.; MURDOCK, L.L.; HOUKAR, O.; PHILLIPS, R.D.; MCWATTERS, K.H. Development of cowpea cultivars and germplasm by the Bean/Cowpea CRSP. **Field Crops Research**. 82, ..103–134. 2003.

HARDARSON, G., ATKINS, C. Optimising biological N<sub>2</sub> fixation by legumes in farming systems. **Plant and Soil**. 252, 41-54. 2003.

HÖDTKE, M. ALMEIDA, D.L. de. KOPKE, U.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; UNKOVICH, M. Balanço de nitrogênio em diferentes sistemas de produção orgânica para milho e caupi. In: Congresso Brasileiro de Ciência do solo., 25, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. Seção temática 4.1 CD-ROM.

HÖDTKE, M.; ARAÚJO, P.A. de; ALMEIDA, D.L. de. KOPKE, U. Produção orgânica de milho: estado nutricional e produção de grãos em função de três níveis de adubo verde com dois tipos de manejo. In: Jornada de Iniciação científica da UFRRJ, Seropédica. **Resumos...** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ: Imprensa Universitária, p.467, 1999.

<http://www.emater-rj.com.br>

<http://www.fao.org>

<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/191220031spahtml.shtm>

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A., FERREIRA, L.R., SILVA, A.F., PEREIRA, J.L.; VIANA, R.G. Efeitos de herbicidas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 69-78, 2005.

- JERANYAMA, P.; HESTERMEN, O.B.; WADDINGTON, S.R. & HARWOOD, R. Relay-intercropping of sunnhemp and cowpea into a smallholder maize system in Zimbabwe. **Agronomy Journal**. v. 92, p.:239-244, 2000.
- KAGE, H. Adubação Verde: as observações de um lavrador. Parte II. In: **Fundação Cargil. Adubação orgânica, adubação verde, e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. Campinas, p.111-1138. 1984.
- KIEHL, E.J. Contribuição para o estudo da poda e da decomposição de adubos verdes. Piracicaba/SP, **ESALQ/USP, Tese de Livre Docência**, 113 p. 1960.
- KOLAWALE, G.O., TIAN, G., SINGH, B.B. Differential response of cowpea varieties to aluminum and phosphorus application. **J. Plant Nutr.** 23, 731–740. 2000.
- KUCHINDA N.C.; KUREH, I.; TARFA, B.D.; SHINGGU, C.; OMOLEHIN, R. On-farm evaluation of improved maize varieties intercropped with some legumes in the control of *Striga* in the Northern Guinea savanna of Nigeria. **Crop Protection**, Kidlington, v.22, n.3, p.533-538, 2003.
- LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2ª ed. São Paulo: Ícone. 336p. 1991.
- LIEBMAN, M.; DYCK, E. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. **Ecol. Appl.**, v. 3, n. 1, p. 92-122, 1993.
- LOPES, A. C. de. A.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, R. B. Q. da.; CAMPOS, F. L. C.; ROCHA, M. de. M. Variabilidade e correlações entre caracteres agronômicos em caupi (*Vigna unguiculata*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 36, n. 3, p. 515-520, 2001.
- LOPES, A.C.A.; FREIRE FILHO, F.R.; SILVA, R.B.; CAMPOS, F.L.; ROCHA, M.M.Variabilidade e correlações entre caracteres agronômicos em caupi *Vigna unguiculata*.
- LOPES, L.H.O.; FARIAS, C.M.B. **Recomendações técnicas para o cultivo do feijão-de-corda**. Embrapa CPATSA, Petrolina, PE. 1995.
- MADELLA-OLIVEIRA, A.F.; QUIRINO, C.R.; PACHECO, A.; NEVES, G.D.; SOUSA, S.L.G. Identificação de criatórios de búfalos nas regiões norte e baixadas litorânea do Rio de Janeiro e sul do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. Belo Horizonte, v.29, n.1, p.28-33. 2005.
- MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO, J. R. A.; NEVES, M. C. P.; MORGADO, L. B.; RUMJANEK, N. G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi -arid region of Brazil. **Biology and Fertility of Soil**, v. 38, p. 333-339. 2003.
- MILLIGAN, G.W. An examination of the effect of six types of error perturbation on fifteen clustering algorithms. **Psychometrika**. v.45, n.3, p.325–342. 1980.
- MILLER R Legume cover crops for northern California, **Small Farm Center**, UC Coop. EXT. UC Davis.1998.
- MINCHIN, F. R.; SUMMERFIELD, R.J.; NEVES, M.C.P. Nitrogen nutrition of cowpeas *Vigna unguiculata*: Effects of timing of inorganic nitrogen applications on nodulation, plant growth and seed yield. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.58, p.1-11, 1981.
- MIRANDA, P.; COSTA, A.F.; OLIVEIRA, L.R.; TAVARES, J.A.; PIMENTEL, M.L.; LINS, G.M.L. Comportamento de cultivares de *Vigna unguiculata* L Walp., nos sistemas solteiro e consorciado. IV – tipos ereto e semi-ereto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 9, n. especial, p. 95-105, 1996.
- MORRISON, D.F. Multivariate statistical methods. New York:McGraw-Hill. 1976.
- MOURA, G.M. Efeito do desfolhamento no rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.1, p.57-62. 1999.

- MOURA, P.A.M. de. Alguns indicadores para análise econômica do consórcio feijão e milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.118, p.3-10. 1984.
- NDAKIDEMI P.A. Manipulating legume/cereal mixtures to optimize the above and below ground interactions in the traditional African cropping systems. *African Journal Biotechnology*. v.5, n.25, p.2526-2533. 2006.
- NEVES, M.C.P.; SUMMERFIELD, R.J.; MINCHIN, F.R.; HADLEY, P.; ROBERTS, E.H. Strains of *Rhizobium* effects on growth and seed yield of cowpeas *Vigna unguiculata*. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.68, p.249-260, 1982.
- NG, N. Q.; MARÉCHAL, R. Cowpea taxonomy, origin germ plasm. In: SINCH, S. R; RACHIE, K. O., eds. **Cowpea research, production and utilization**. Chichester, John Wiley. p.11-21. 1985.
- NIELSEN, S.S., OHLER, T.A., MITCHELL, C.A., 1997. Cowpea leaves for human consumption: production, utilization and nutrient composition. In: Singh, B.B., Moham Raj, D.R., Dashiell, K.E., Jackai, L.E.N. Eds., *Advances in Cowpea Research. Copublication of International Institute of Tropical Agriculture IITA and Japan International Research Centre for Agricultural Science*. JIRCAS, IITA, Ibadan, Nigeria, pp. 326–332.
- OLIVEIRA, A.P.; TAVARES SOBRINHO, J.; NASCIMENTO, J.T; ALVES, A.U; ALBUQUERQUE, I.C.; BRUNO, G.B. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 180-182, junho 2002.
- OLIVEIRA, F.L.; RIBAS, R.G.T.; JUNQUEIRA, R.M.; PADOVAN, M.P.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. Desempenho do consórcio entre repolho e rabanete com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.184-188, 2005.
- OLIVEIRA, I.P.; CARVALHO, A.M. A cultura do caupi nas condições de clima e de solo dos trópicos úmidos de semi-árido do Brasil. In: ARAÚJO, J.P.P.; WATT, E.E. org. **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, p. 63-96. 1988.
- PADULOSI, S., NG, Q.N.; PERRINO, P. Origin, taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* L. Walp. In: eds. B.B. Singh and M. Raj, *Advances in Cowpea Research*. 1997.
- PANTANO, A.C. Semeadura de braquiária em consorciação com milho em diferentes espaçamentos na integração agricultura-pecuária em plantio direto. Ilha Solteira, **Dissertação de Mestrado UNESP**. 2003.
- PEOPLES, M.B.; HERRIDGE, D.F. Quantification of biological nitrogen fixation in agricultural systems. In: PEDROSA, F.O.; HUNGRIA, M.; YATES, M.G.; NEWTON, W.E. Ed.. **Nitrogen fixation: from molecules to crop productivity**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., p.519-524. 2000.
- PEREIRA, A.V.; VENCOSKY, R.; CRUZ, C.D. Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) germplasm. **Revista Brasileira de Genética**, v.15, p.115-124, 1992.
- PEREIRA, J.A.; BELARMINO FILHO, J.; SANTOS, J.F.; ARANHA, V.S. Caracteres agrônômicos e suas correlações em linhagens de feijão macassar. EMEPA, **Boletim de pesquisa 06**. 1992.
- PIO-RIBEIRO, G. & ASSIS-FILHO, F.M. Doenças do caupi. In: Kimati, H., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A., Resende, J.A.M. (Eds.) *Manual de Fitopatologia*. São Paulo: Agronômica Ceres. pp. 233-244. 1997.

- PISSAIA, A.; COSTA, J.A. Influência de desfolhamentos artificiais sobre o rendimento de grãos e seus componentes, em duas cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.3, n.4, p.47-61, 1981.
- QUINTELA, E.D.; et al. **Principais pragas do caupi no Brasil**. Goiânia: EMBRAPACNPAF, 37p. 1991.
- RACHIE, K.O. Introduction. In: eds. S.R. Singh and K.O. Rachie, **Cowpea Research, Production and Utilization**. Wiley, New York. 1985.
- REIS, W. P.; RAMALHO, M. A. P.; CRUZ, J. C. Arranjos e populações do feijoeiro na consorciação com o milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.5, p.575-584, 1985.
- RESENDE, P. M. de; ANDRADE, M. J. B. de; ANDRADE, L. A. de B. Consórcio soja-milho. II. Seleção de materiais genéticos de soja para consórcio com milho. **Ciência e Prática**. Lavras, v.16, n.3, p.333-341. 1992.
- RESENDE, S.G.; PINHO, R.G.V. ; VASCONCELOS, R.V. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de Plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.34-42, 2003.
- REZENDE, S.G.; VON PINHO, R.G. & VASCONCELOS, R.C. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.34-42, 2003.
- RODRIGUES, L.S.; ANTUNES, I.F.; TEIXEIRA, M.G.; SILVA, J.B. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. Brasília. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 1285-1294, 2002.
- ROHLF, f.j. NTSYS-pc. NUMERICAL TAXONOMY AND MULTIVARIATE ANALYSIS SYSTEM, VERSION 1.80. **Exeter Software**, New York, 1994.
- ROY, J.K.; LAKSHMIKUMARAN, M.S.; BALYAN, H.S. AFLP-based genetic diversity and its comparison with diversity based on SSR, SAMPL, and phenotypic traits in bread wheat. **Biochemical Genetics**, New York, v.42, n.1-2, p.43-59, 2004.
- RUMJANEK, N.G.; MARTINS, L.M.V.; XAVIER, G.R.; NEVES, M.C.P. Contribuição da FBN em caupi. In: **FEIJÃO-CAUPI: avanços tecnológicos**. Ed. FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; SILVA, P.H.S.; RIBEIRO, V.Q. Teresina, PI. 2002.
- RUSINAMHODZI, L.; MURWIRA, H. K.; NYAMANGARA, J. Cotton-cowpea intercropping and its N<sub>2</sub> fixation capacity improves yield of a subsequent maize crop under Zimbabwean rain-fed conditions. [Plant and Soil](#). v. [287](#), n.1-2, p.327-336. 2006.
- SALAS, F. J. S.; BARRADAS, M. M.; PARRA, J. R. P. Tentativas de transmissão de um isolado do vírus do mosaico severo do caupi CpSMV-SP por artrópodos, em laboratório. **Scientia Agricola**. vol.56 n.2. 1999.
- SANGINGA, N., LYASSE, O., SINGH, B.B. Phosphorus use efficiency and nitrogen balance of cowpea breeding lines in a low P soil of the derived savanna zone in West Africa. **Plant Soil**. 220, 119–128. 2000.
- SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de. Influência do arranjo de plantas e da época de semeadura sobre características agrônômicas de milho e feijoeiro consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 10, p. 1173-1181, out. 1993.
- SANTOS, C.A.F.; ARAÚJO, F.P. de; MENEZES, E.A. Comportamento produtivo de caupi em regimes irrigado e de sequeiro em Petrolina e Juazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2229-2234, 2000.
- SAS – SAS. User's guide: **Statistics, version 5**. Edition. Cary, NC: SAS Institute. 1985.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT software**: changes and enhancements through release 6.12. Cary: SAS Institute, 1116p. 1997.

SHARMA, R.D. Suscetibilidade de cultivares de caupi *Vigna unguiculata* L. Walp. ao nematóide *Meloidogyne javanica* Treub, 1885 Chitwood, 1949. In: REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, 5. Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1981. p.159-169. 1981.

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

SILVA, P.S.L.; OLIVEIRA, C.N. Rendimentos de feijão verde e maduro de cultivares de caupi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 2, p 133-135, 1993.

SINGH, B.B.; EHLERS, J.D.; SHARMA, B.; FREIRE FILHO, F.R. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C.A.; TARAWALI, S.A.; SINGH, B.B.; KORMAWA, P.M.; TAMO, M. Ed.. **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, p.287-300. 2002.

SINGH, D.; PATEL, P.N. 'Pusa Komal': A cowpea for vegetable. **Indian Hort.**, 35: 23-25. 1990.

SINGH, S.P.; GUTIÉRREZ, J.A.; MOLINA, A.; URREA, C.; GEPTS, P. Genetic diversity in cultivated common beans: II. Markers based analysis of morphological and agronomic traits. Madison. **Crop Science**, v. 31, p. 23-29, 1991.

SKÓRA NETO, F. Controle de plantas daninhas através de coberturas verdes consorciadas com milho. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 28, n. 10, p. 1165-1171, 1993.

SOARES, D.M.; DEL PELOSO, M.J.; KLUTHCOUSKI, J.; GANDOLFI, L.C.; FARIA, D.J. de. Tecnologia para o sistema consórcio de milho verde com feijão no plantio de inverno. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 51p. (**Embrapa Arroz e Feijão. Boletim de Pesquisa**, 10). 2000.

SOUZA, M.L.O.; TÁVORAS, F.J.F.; BLEICHER, E.; PITOMBEIRA, J.B. Efeito do consórcio do milho *Zea mays* L. com o feijão-de-corda *Vigna unguiculata* L. Walp. no rendimento de grãos, uso eficiente da terra e ocorrência de pragas. **Revista Ciência Agronômica**, Vol. 35, Número Especial, 196-205. 2004.

STAMFORD, N.P. **Efeito de estirpes de *Rhizobium* sp., do nitrogênio, fósforo e enxofre, na avaliação da fixação do N<sub>2</sub>, crescimento e absorção de nutrientes em cultivares de *Vigna unguiculata* L. Walp.** Piracicaba: ESALQ151p. Tese de Doutorado. 1978.

STAMFORD, N.P.; NEPTUNE, A.M.L. Especificidade hospedeira e competição entre estirpes de *Rhizobium* em inoculação cruzada com quatro cultivares de *Vigna unguiculata* L. Walp. **Caderno Ômega**, Recife, v.3, n.1/2, p.25-34, 1979.

STUBER, C.W. Biotechnological and molecular markers in plant breeding. **Plant Breeding Reviews**, v. 9, p. 37-61, 1992.

TAVEIRA, M.C.G.S. **Produtividade da cultura da beterraba em função da consorciação com rúcula em diferentes épocas de semeadura.** Jaboticabal: UNESP/FCAV, 2000. 29 p. Monografia graduação.

TEIXEIRA, K.R.G.; GONÇALVES FILHO, L.A.L.R.; CARVALHO, E.M.S.; ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B. Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do caupi. **Ciência Agrotecnologia**. Lavras, v. 30, n. 6, p. 1071-1076. 2006.

TEIXEIRA, M.L.F. & FRANCO, A.A. Infestação por larvas de *Cerotoma arcuata* Olivier Coleoptera: Chrysomelidae em nódulos de feijoeiro em cultivo com cobertura morta ou em consórcio com milho ou com caupi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1529-1535. 2007.

TRENBATH, B. R. Plant interactions in mixed crop communities. In: PAPENDICK, R. I.; SANCHEZ, P. A.; TRIPLETT, G. B. (eds.) **Multiple cropping**. Wisconsin: American Society of Agronomy, p. 148-170. 1976.

URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe. Porto Alegre: **Gêneseis**, 110p. 2000.

VARGAS, M.A.T. et al. Inoculação de leguminosas e manejo de adubos verdes. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds) **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa, p.97-128. 2004.

VIEIRA, C. **Estudo monográfico do consórcio milho feijão no Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 183 p.

WILLER, H.; YUSSEFI, M. Ed. The world of organic agriculture: statistics and emerging trends. IFOAN, 2005. 189p. Disponível em: [http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s/s\\_74\\_07.pdf](http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s/s_74_07.pdf). Genótipo em 11 mar. 2006.

ZEULI, P.L. S.S.; QUALSET, C.O. Geographical diversity for quantitative spike characters in a world collection of durum wheat. **Crop Science**, Madison, v.27, p.235-241, 1987.