

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO
SOB CULTIVO ORGÂNICO**

MARCUS ALTOÉ

**ALEGRE
ESPÍRITO SANTO – BRASIL
FEVEREIRO – 2007**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO SOB CULTIVO ORGÂNICO

MARCUS ALTOÉ

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Martins Filho

Co-orientadores: Dr. Adésio Ferreira
Dr^a. Marcia Flores da Silva

**ALEGRE
ESPÍRITO SANTO – BRASIL
FEVEREIRO – 2007**

COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO SOB CULTIVO ORGÂNICO

MARCUS ALTOÉ

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada: 26 de fevereiro de 2007.

Dr^a. Maria Amélia Gava Ferrão
INCAPER

Dr. José Francisco Teixeira do Amaral
Centro de Ciências Agrárias - UFES

Prof. Dr. Marcelo Antônio Tomaz
Centro de Ciências Agrárias - UFES

Dr. Adésio Ferreira
Universidade Federal de Viçosa
(Co-orientador)

Prof. Dr. Sebastião Martins Filho
Universidade Federal de Viçosa
(Orientador)

“A vitória se alcança com luta

A luta não se vence só

A Deus e à minha família atribuo o prêmio da vitória”

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida e pela vitória alcançada.

Ao Centro de Ciências Agrárias – UFES, pela oportunidade concedida.

Ao professor Sebastião Martins Filho, pela orientação, amizade, paciência e companheirismo.

Aos docentes do curso de Produção Vegetal, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao co-orientador Adésio Ferreira, pela intensa contribuição a este trabalho.

À funcionária e amiga Madalena Caetana Capucho pelo apoio irrestrito.

À amiga Sarah Ola Moreira, pela disposição e contribuição em todos os momentos.

Aos amigos Ronaldo de Almeida e Leonardo Lubiana Zanotti, incansáveis contribuintes.

Aos meus pais Antônio Carlos Altoé e Nerli Fim Altoé, pelos incansáveis esforços para a realização deste trabalho.

Ao meu irmão Ailson Carlos Altoé, pela presença em minha vida.

Aos amigos Carlos Alexandre Colombi, Gustavo Henrique Robert Moreira, João Fernando B. Venturine, Luciana Martineli e Paulo Ernandes Vagmaker, pela amizade e incentivo.

Aos colegas do curso de Produção vegetal, pelo apoio em todos os momentos.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para este momento, meu carinho e agradecimento.

BIOGRAFIA

Marcus Altoé, filho de Antônio Carlos Altoé e Nerli Fim Altoé, nasceu em 07 de março de 1980, em Castelo, estado do Espírito Santo.

Em março de 2005, diplomou-se Engenheiro Agrônomo, pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES).

Em março de 2005, iniciou o curso de mestrado em Produção Vegetal no CCA-UFES, situado no município de Alegre-ES, submetendo-se aos exames finais de defesa de dissertação no dia 26 de fevereiro de 2007.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Agricultura orgânica.....	3
2.2. A cultura do Feijoeiro.....	5
2.3. Adaptabilidade e estabilidade.....	6
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
4. CAPÍTULO I	
COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO SOB CULTIVO	
ORGÂNICO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE PLANTIO.....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
4.1. INTRODUÇÃO.....	19
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.2.1 Experimentos e materiais genéticos.....	20
4.2.2. Delineamento experimental.....	22
4.2.3. Características avaliadas.....	22
4.2.4. Análise de variância.....	22

4.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.3.1.	Análise de variância.....	24
4.3.2.	Estudo da interação entre os fatores.....	26
4.4.	CONCLUSÕES.....	34
4.5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
5.	CAPÍTULO 2	
	ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DO FEIJOEIRO SOB CULTIVO	
	ORGÂNICO.....	39
	Resumo.....	39
	Abstract.....	40
5.1.	INTRODUÇÃO.....	41
5.2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	42
5.2.1.	Experimentos e materiais genéticos.....	42
5.2.2.	Características avaliadas.....	42
5.2.3.	Delineamento experimental.....	42
5.2.4.	Análise de variância.....	43
5.2.5.	Adaptabilidade e estabilidade.....	44
	5.2.5.1. Metodologia Lin e Binns modificada por Carneiro (1998)....	45
	5.2.5.2. Metodologia do centróide.....	47
5.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
5.3.1.	Análise de variância.....	48
5.3.2.	Metodologia de Lin e Binns modificada por Carneiro (1998).....	50
5.3.3.	Metodologia do Centróide.....	54
5.4.	CONCLUSÕES.....	59
5.5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

		Página
Tabela 1	Análise química do solo utilizado no experimento, coletado na profundidade de 0 - 20 cm	22
Tabela 2	Esquema da análise de variância conjunta de um modelo inteiramente ao acaso em arranjo fatorial triplo.....	24
Tabela 3	Resumo da análise de variância por época de plantio para o número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) avaliados em genótipos de feijoeiros cultivados em diferentes doses de adubo orgânico (ADO) no município de Castelo – ES.....	25
Tabela 4	Resumo da análise de variância conjunta para o número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) avaliados em sete genótipos de feijoeiros cultivados em cinco doses de adubo orgânico (ADO) e quatro épocas de plantio no município de Castelo – ES	26
Tabela 5	Médias das características: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) avaliados em sete genótipos de feijoeiros, cultivados em quatro épocas de plantio no município de Castelo – ES	27
Tabela 6	Médias das características: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) avaliados em sete genótipos de feijoeiros, cultivados em diferentes doses de adubo orgânico (ADO) no município de Castelo – ES.....	29
Tabela 7	Médias das características: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) avaliados em genótipos de feijoeiros, cultivados em diferentes doses de adubo orgânico (ADO) e épocas de plantio no município de Castelo – ES.....	30

CAPÍTULO 2

	Página
Tabela 1	Combinção das épocas de plantio e dose de adubo orgânico mostrando a formação dos ambientes..... 43
Tabela 2	Esquema da análise de variância conjunta de um modelo inteiramente ao acaso em arranjo fatorial simples..... 44
Tabela 3	Resumo da análise de variância conjunta de sete genótipos de feijoeiro avaliados em 20 ambientes para as características: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), peso de grãos por planta (PGP)..... 49
Tabela 4	Média do número de vagens por planta (NVP) e estimativas de estabilidade (Pi_g), pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo Carneiro (1998), para sete genótipos de feijoeiro, avaliados em 20 ambientes, no município de Castelo Espírito Santo, a partir da decomposição em ambientes favoráveis (Pi_{fav}) e desfavoráveis (Pi_{desf})..... 50
Tabela 5	Média do número de grãos por planta (NGP) e estimativas de estabilidade (Pi_g), pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo Carneiro (1998), para sete genótipos de feijoeiro, avaliados em 20 ambientes, no município de Castelo Espírito Santo, a partir da decomposição em ambientes favoráveis (Pi_{fav}) e desfavoráveis (Pi_{desf})..... 51
Tabela 6	Média do peso de grãos por planta (PGP) e estimativas de estabilidade (Pi_g), pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo Carneiro (1998), para sete genótipos de feijoeiro, avaliados em 20 ambientes, no município de Castelo Espírito Santo, a partir da decomposição em ambientes favoráveis (Pi_{fav}) e desfavoráveis (Pi_{desf})..... 51
Tabela 7	Classificação dos ambientes em favorável e desfavorável para as características: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo Carneiro (1998), para sete genótipos de feijoeiro, avaliados em 20 ambientes, no município de Castelo - ES..... 53
Tabela 8	Classificação de sete genótipos de feijoeiro para a característica número de vagem por planta (NVP), em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides e a probabilidade associada à sua classificação..... 56
Tabela 9	Classificação de sete genótipos de feijoeiro para a característica número de grãos por planta (NGP), em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides e a probabilidade associada à sua classificação..... 56
Tabela 10	Classificação de sete genótipos de feijoeiro para a característica peso de grãos por planta (PGP), em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides e a probabilidade associada à sua classificação..... 57

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

		Página
Figura 1	Precipitação, temperaturas do ar máximas, médias e mínimas durante as épocas de plantio: “das águas” em Nov/2004 (EP1); “da seca” em Mar/2005 (EP2); e “de inverno” Ago/2005 e Jul/2006 (EP3) e (EP4), respectivamente.....	21
Figura 2	Número de vagens por planta - NVP (a), número de grãos por planta - NGP (b) e peso de grãos por planta - PGP (c) avaliados em genótipos de feijoeiros, cultivados em diferentes doses de adubo orgânico (ADO) e épocas de plantio: (EP1- Nov./2004; EP2- Mar./2005; EP3- Ago./2005; e EP4- Jul./2006) no município de Castelo – ES.....	32
Figura 3	Número de vagens por planta - NVP (a), número de grãos por planta - NGP (b) e peso de grãos por planta - PGP (c) avaliados em sete genótipos de feijoeiros, cultivados em diferentes doses de adubo orgânico (ADO) no município de Castelo – ES.....	33

CAPÍTULO 2

		Página
Figura 1	Dispersão gráfica dos dois primeiros componentes principais de sete genótipos de feijoeiro, da resposta da variável, a) número de vagens por planta (NVP), b) número de grãos por planta (NGP) e c) peso de grãos por planta (PGP); em que: I – adaptabilidade geral, II – adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, III – adaptabilidade específica a ambiente desfavoráveis, e IV – baixa adaptabilidade; sendo: 1 – Capixaba Precoce; 2 – EMCAPA 404 – Serrano; 3 – EL 22; 4 – BAT 477; 5 – Pérola; 6 – Carioca; e 7 – Xamego.....	55

RESUMO

ALTOÉ, MARCUS, M.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Fevereiro de 2007. **Comportamento de genótipos de feijoeiro sob cultivo orgânico.** Orientador: Sebastião Martins Filho. Co-orientadores: Adésio Ferreira e Marcia Flores da Silva.

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas mais difundidas no Brasil, tendo, além do caráter econômico, um alto significado social, por ser um alimento básico para a população. Sabe-se que é crescente a preocupação dos consumidores e produtores com a saúde pessoal e com questões ambientais, aumentando o interesse por alimentos denominados orgânicos, sem a utilização de agroquímicos no sistema produtivo. Neste trabalho foi realizado o estudo do comportamento de sete genótipos de feijoeiro comum, cultivados em vasos, utilizando cinco doses de adubo orgânico em quatro épocas de plantio, no município de Castelo – ES. O objetivo do trabalho foi contribuir com orientações de estratégias em sistemas de plantio orgânico do feijoeiro, procurando identificar genótipos superiores, a serem utilizados “per se” e/ou orientação de cruzamentos iniciais. Os genótipos utilizados foram: Capixaba Precoce, EMCAPA 404 - Serrano, EL 22, BAT 477, Pérola, Carioca e Xamego. As características estudadas foram: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV), peso de grãos por planta (PCG) e peso de cem grãos (PCG). Inicialmente estudou-se o comportamento dos genótipos, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 7 x 5 x 4 (genótipos x dose de adubo orgânico x épocas de plantio) com três repetições. Em termos gerais,

todos os genótipos apresentam comportamento satisfatório, com destaque para os genótipos Pérola e Carioca. O cultivo da “seca” (Mar/2005) apresenta os melhores resultados para as características avaliadas, sendo o cultivo de inverno (Jul/2006) o menos favorável. Os genótipos apresentam máxima expressão com 30% de adubo orgânico. Posteriormente, análises de adaptabilidade e estabilidade foram efetuadas para as características NVP, NGP e PGP, nas quatro épocas de plantio e com cinco doses de adubo orgânico, caracterizando 20 ambientes. Foram utilizados os métodos de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e do Centróide. Considerando-se conjuntamente os dois métodos verificou-se que os genótipos BAT 477, Xamego e Pérola apresentam-se como de adaptabilidade geral, podendo ser utilizados em programas de melhoramento genético em sistema orgânico para as características estudadas, as quais são altamente correlacionadas com a produção. Os genótipos EMCAPA 404 - Serrano, EL 22, Capixaba Precoce e Carioca apresentam resultados inconstantes devendo assim obter maiores estudos para a sua recomendação.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, épocas de plantio, adubo orgânico, adaptabilidade e estabilidade.

ABSTRACT

ALTOÉ, MARCUS, M.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, February 2007. **Behavior of the bean plant genotypes under organic cropping.** Adviser: Sebastião Martins Filho. Co-advisers: Adésio Ferreira and Marcia Flores da Silva

The common bean plant (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the spread crops in Brazil due to its economical character and high social meaning, since it is the population's basic food. The consumers and producers concern with the personal health and environmental matters has increased the interest for foods so-called organic, that are produced without agrochemicals. Seven genotypes cropped with different organic fertilizer doses in a soil without toxic residues were evaluated at four planting seasons, in Castelo county-ES. This study was carried out to provide guidance on strategies for organic planting systems of the bean plant, as trying to identify superior genotypes to be used per se and/or orientation to initial crossings. The genotypes Capixaba Precoce, EMCAPA 404 - Serrano, EL 22, BAT 477, Pérola, Carioca, and Xamego were evaluated for the following characteristics: bean pod numbers by plant (NVP), grain numbers by plant (NGP) and grain weight by plant (PGP). The entirely randomized experimental design was used, with a factorial scheme 7 x 5 x 4 (genotypes x organic fertilizer doses x planting times) and three replicates. In general, the addition of the organic fertilizer significantly affected the behavior of the genotypes, as promoting increment in all characteristics, whereas the genotype behavior to the increased ADO doses was related to the planting times. The croppings on March 2005 and August 2005 showed the best results. The

genotype BAT 477 showed expressive results for the winter crops, relative to other genotypes. Both adaptability and stability analyses were accomplished to identifying the genotypes presenting general and specific adaptabilities concerning to the organic system, those variables were evaluated at four planting times and five organic fertilizer doses, so composing 20 environments. The genotypes Capixaba Precoce, EMCAPA 404 - Serrano, EL 22, BAT 477, Pérola, Carioca, and Xamego were evaluated, by applying the methodology proposed by Lin and Binns, modified by Carneiro (1998), and the Centroid one. When both methods were considered together, it was verified that the genotypes BAT 477, Xamego and Pérola showed general adaptability, therefore they can be used in genetic breeding programs in the organic system for the characteristics under study, that are highly correlated with production. Since the genotypes EMCAPA 404 –Serrano, EL 22, Capixaba Precoce and Carioca showed inconstant results, further studies are needed for their recommendation.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, planting times, organic fertilizer, adaptability and stability.

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos produtos básicos da alimentação do brasileiro e se constitui num dos mais importantes na política agrícola do país. A produção brasileira oscilou nas safras 2000/01 a 2005/06 entre 2,6 a 3,2 milhões de toneladas, com uma produção estimada de 3,6 milhões de toneladas para a safra 2006/07 (CONAB, 2007).

Alguns dos fatores climáticos que mais interferem no desempenho do feijoeiro são a umidade do solo e do ar, condições físico-químicas do solo e temperatura durante o florescimento (Silbernagel, 1986). Em termos de produção de grãos, Ramalho et al. (1993) relatam em seus estudos que os efeitos de local, ano, época de semeadura e cultivar foram responsáveis por mais de 50% da variação total.

De acordo com Palomino et al. (2002), a produtividade média do feijoeiro é muito baixa, devido principalmente aos diferentes sistemas de produção. Para reverter essa situação é necessário o conhecimento por parte do produtor, de técnicas de cultivo adequadas e utilização de cultivares com potencial produtivo e adaptados às condições climáticas do local.

O sistema de cultivo da espécie é basicamente realizado em sistema convencional e com pouca pesquisa para o sistema orgânico, embora segundo Hemp (2002), existe uma crescente preocupação dos consumidores e produtores com a saúde pessoal e com questões ambientais, aumentando o interesse por alimentos denominados orgânicos, sem a utilização de agroquímicos no sistema produtivo.

O aumento da produção, em qualquer sistema é obtido, aumentando-se a área cultivada e/ou, a produtividade. Para que o agronegócio do feijoeiro em sistema orgânico seja competitivo, é necessário, além de políticas agrícolas adequadas e *marketing* eficiente, uma alta produtividade associada à boa qualidade do produto, que se consegue por meio da melhoria dos fatores de ambiente e de variedades melhoradas.

O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento de sete genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivados em quatro épocas de plantio combinado com cinco doses de adubo orgânico. Foram utilizados também, os métodos do Centróide e de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), para estudar a adaptabilidade e estabilidade para orientação inicial de programas de cultivo orgânico no Estado do Espírito Santo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Agricultura orgânica

A agricultura orgânica é uma prática que se fundamenta na melhoria da fertilidade do solo, tem como princípio básico a aplicação de matéria orgânica, por meio de resíduos orgânicos vegetais ou animais, objetivando o equilíbrio biológico e a reciclagem de nutrientes (Darolt, 2002).

A matéria orgânica do solo é uma das principais fontes de energia e nutrientes ao sistema produtivo, pois atua na melhoria das condições físicas e auxilia no fornecimento de energia para o crescimento microbiano (Silva e Resck, 1997), o que reflete em maior ciclagem de nutrientes e aumento da CTC do solo (Paes et al., 1996). Esses e outros benefícios conferem à matéria orgânica um papel fundamental na avaliação da qualidade do solo (Mielniczuk et al., 2003). Muitos trabalhos publicados sobre a utilização de matéria orgânica de diferentes fontes demonstraram o alto valor desse material como fertilizante, corretivo e condicionador do solo (Kiehl, 1985).

No mundo, existem cerca de 23 milhões de hectares manejados com agricultura orgânica, destes aproximadamente 6% localizam-se no Brasil (Yussefi e Willer, 2003), com um crescimento anual estimado em 30% ao ano, colocando o país na segunda posição dentre os maiores produtores mundiais de orgânicos.

No Brasil, as estatísticas mostram que o número de propriedades orgânicas saltou de 14.866 em 2003 para 19.003 em 2004, sendo que 80% dos projetos certificados são de agricultores familiares (IBD, 2007). Ainda de acordo com IBD

(2007) cerca de 75% da produção nacional de orgânicos é exportada, principalmente para a Europa, Estados Unidos e Japão. Entre os principais produtos brasileiros para exportação estão a soja, o açúcar branco, o açúcar mascavo, o café, os sucos cítricos, o mel, o arroz, as frutas *in natura*, as frutas desidratadas, as essências florestais, os extratos vegetais, a cachaça e os doces. A soja, o café e o açúcar lideram as exportações, em 2004 a soma das exportações dos três produtos superou os US\$ 30 milhões.

No mercado interno, os produtos orgânicos mais comuns são as hortaliças, seguidos de café, açúcar, sucos, mel, geléias, feijão, cereais, laticínios, doces, chás e ervas medicinais. Em menor escala camarão, frangos, carne bovina, ovos, têxteis, cosméticos e bebidas como vinho, cerveja e cachaça (IBD, 2007).

A crescente demanda mundial por produtos derivados de cultivos orgânicos é devido à busca de melhor qualidade de vida, por meio de alimentos que não ponham em risco a saúde e que apresentam boa qualidade nutricional.

Em relação à qualidade nutricional teores de macro e microminerais e metais pesados foram comparados no trigo, milho, batata, maçã e pêra, oriundos da agricultura convencional e orgânica. Os dados indicaram haver maiores doses de vários minerais nos alimentos orgânicos, em todas as análises individuais por produto. Na média geral para todos os produtos, os orgânicos revelaram maiores doses de minerais e menores doses de metais pesados (Higashi, 2001).

Bonilla (1992) relata que a adubação química nitrogenada, usada na agricultura convencional, altera negativamente o valor nutricional dos alimentos vegetais. No espinafre, constatou-se diminuição de potássio (de 0,8% para 0,5%) e aumento de sódio e nitratos. Ademais, o teor de matéria seca decresceu de 6,8% para 5,5%, quando recebeu adubação nitrogenada sintética de 120 Kg/ha. O autor expõe também que ocorre diminuição acentuada no teor de vitamina C, quando se utiliza adubos nitrogenados sintéticos. Em 100 gramas de matéria seca dos produtos analisados, constatou-se uma redução de 8,5 mg para 7,5 mg na cenoura; de 40 mg para 25 mg em espinafre e de 6,0 mg para 3,5 mg em maçãs. Na batata verificou-se que se obtém o máximo de aminoácidos essenciais com menos de 60 Kg/ha de nitrogênio. A partir de 70 a 80 Kg ocorre queda muito rápida do teor desses aminoácidos. Em milho, ocorreu redução de lisina, metionina, teonina e triptofano.

Em diversas culturas de interesse econômico tem-se estudado o emprego da adubação orgânica como, por exemplo, em algodão (Ferraz et al., 1977) e soja

(Tanaka et al., 1992), porém existem poucos trabalhos científicos em relação à produção orgânica de feijão.

2.2. A cultura do Feijoeiro

A cultura do feijoeiro possui importância especial no país, tanto do ponto de vista econômico como social, pela composição básica da alimentação brasileira (Fageria et al., 1996). Nos últimos cinco anos, o Brasil tem ocupado o primeiro lugar na produção e no consumo do feijão, *Phaseolus vulgaris* L. (FAO, 2004).

No país a cultura é explorada principalmente por pequenos agricultores. Em seus cultivos são observados baixos níveis de utilização de tecnologia, dado seu caráter de subsistência (Stone e Sartorato, 1994). A área total plantada no Brasil em 2006 nas três épocas de cultivo foi de 4.012.367 hectares, obtendo uma produção de 3.406.478 toneladas com média de produtividade de 849 kg por hectares (IBGE, 2007). Vários são os esforços do setor público no sentido de gerar tecnologias para melhoria da produtividade e da eficiência econômica do cultivo do feijoeiro. Entretanto, não tem sido suficiente para contornar os efeitos do desgaste dos solos, do complexo de pragas e doenças e do deslocamento de parte da produção para áreas marginais em termos de solos agricultáveis (Carvalho, 1989).

O Estado do Espírito Santo é o 13º em valor de produção do feijoeiro comum no Brasil com 20.900 toneladas, safra 2004/2005 (CONAB, 2005). Praticamente, a produção dessa leguminosa apresenta disseminada em quase todas as regiões do Estado. O cultivo é realizado primordialmente por agricultores que praticam a agricultura familiar e plantam cultivares tradicionais por várias gerações.

No estado são utilizadas cultivares com ampla variação genética, como adaptabilidade as condições ecológicas; tolerância ou resistência a pragas e doenças e estresses ambientais; porte de planta e hábito de crescimento; ciclo cultural, cor, brilho e tamanho das sementes e características culinárias, dentre outras. Assim, constituem excelentes germoplasmas de interesse para a pesquisa, em particular para a utilização e gerenciamento dessa variabilidade em relação à produção orgânica.

2.3. Adaptabilidade e estabilidade

O aumento na produção da cultura é um dos principais objetivos a ser considerado nos programas de melhoramento, sendo que a adoção de diferentes sistemas de cultivo e o efeito dos fatores ambientais interferem na manifestação do potencial produtivo. Assim, a introdução e escolha de genótipos responsivos às condições ambientais predominantes do cultivo orgânico são fundamentais.

A resposta diferencial de plantas ou cultivares às alterações ambientais é assunto de grande relevância para programas de melhoramento de diferentes culturas. Muitos autores consideram que a avaliação de genótipos visando à identificação e recomendação de materiais superiores em diferentes ambientes é uma das etapas mais importantes de um programa de melhoramento (Nunes et al., 2002; Farias et al., 1997). A recomendação de plantas ou cultivares superiores normalmente é feita considerando duas estratégias principais: identificação de genótipos de adaptabilidade geral para a recomendação a um conjunto de ambientes heterogêneos e recomendação de indivíduos adaptados a ambientes específicos a fim de capitalizar o efeito da interação.

Carneiro (1998) salienta que o problema inicial que surge ao utilizar essa opção é o de conceituar os termos adaptabilidade e estabilidade.

Em um contexto biológico evolutivo, o termo adaptação pode ser entendido como um processo, e o termo adaptabilidade como característica inerente ao indivíduo, relativo ao seu desempenho em um conjunto de ambientes (Ridley, 1997). Para o melhoramento de plantas, no entanto, esses dois termos referem-se a uma condição do indivíduo e não a um processo que diz respeito à capacidade de resposta de uma cultivar em face de um conjunto de ambientes.

Mariotti et al. (1976) sugeriram que a adaptabilidade seria a capacidade de os genótipos responderem vantajosamente à melhoria do ambiente, enquanto a estabilidade refere-se à capacidade de eles apresentarem comportamento altamente previsível em função das variações ambientais. Morais (1980) considerou tal estabilidade como de comportamento, que difere da estabilidade fenotípica, a qual se refere à capacidade de os genótipos apresentarem somente pequenas variações no seu comportamento geral, quando submetidos a diferentes ambientes, como relatado por alguns autores (Finlay e Wilkinson, 1963; Eberhart e Russell, 1966; Tai, 1971).

Em termos estatísticos, segundo Carneiro (1998), a estabilidade de comportamento está associada a um modelo preditivo, geralmente o linear, e a estabilidade fenotípica está associada à invariância genotípica. Assim, a estabilidade de comportamento se relaciona ao quanto a regressão ajustada explica o comportamento da cultivar diante das mudanças do ambiente, estando intimamente associada ao conceito de adaptabilidade, ou, ainda, a estabilidade de comportamento se refere à previsibilidade do genótipo estudado.

Proporcionalmente são considerados estáveis os genótipos que, dentro da regressão linear, apresentam inclinação da reta igual à unidade, de acordo com Finlay e Wilkinson (1963); insignificante desvio da regressão, de acordo com Eberhart e Russell (1966), e alto r^2 , de acordo com Pinthus (1973). A estabilidade, nesse caso, é a estabilidade de comportamento.

Lin et al. (1986) classificaram os conceitos de estabilidade nos tipos 1, 2 e 3. Segundo o conceito tipo 1, uma cultivar é considerada estável quando o seu comportamento é constante diante das variações ambientais. Esta estabilidade, portanto, refere-se à estabilidade fenotípica. No tipo 2, a cultivar é considerada estável se sua resposta aos ambientes é paralela à resposta média de todos os cultivares no experimento. Por este conceito, uma cultivar é considerada estável apenas com relação às demais em teste, sem nenhuma garantia de que ela será estável se comparada com outro conjunto de cultivares. Na estabilidade do tipo 3, uma cultivar é considerada estável se for pequeno (não significativo) o quadrado médio do desvio de sua regressão da produtividade média sobre o índice ambiental.

Lin et al. (1986) comentaram ainda que esses três tipos de estabilidade apresentam restrições no seu uso, especialmente aquele com base no desvio da regressão, e propuseram como alternativa o uso de estatísticas não-paramétricas na avaliação do desempenho das cultivares, ou seja, de sua produtividade e suas flutuações quando cultivados em vários ambientes.

Verma et al. (1978) apresentaram o conceito mais atual da adaptabilidade em plantas para caracteres como produtividade de grãos, referindo-se a cultivar ideal como padrão de adaptabilidade, pois ela apresenta produtividade alta e constante em ambientes considerados desfavoráveis, mas com capacidade de responder à melhoria das condições ambientais. Esse conceito, portanto, difere-se dos apresentados por Lin et al. (1986) e está sendo usado em novas metodologias de adaptabilidade, como as propostas por Silva e Barreto (1985), Cruz et al. (1989)

e Carneiro (1998).

Segundo Cruz e Regazzi (1997), existem mais de uma dezena de métodos para avaliar o desempenho genotípico, destinados à avaliação de um grupo de materiais testados numa série de ambientes. Todas essas metodologias fundamentam-se na existência de interação cultivares x ambientes e distinguem-se quanto aos conceitos de estabilidade adotados e quanto a certos princípios estatísticos empregados, podendo até mesmo serem métodos complementares.

Nesse tipo de avaliação, torna-se muito importante o uso de metodologias apropriadas de análise de adaptabilidade e estabilidade, e, segundo Cruz e Regazzi (1997), desta maneira é possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas (ambientes considerados favoráveis ou desfavoráveis) ou amplas.

Dentre os vários métodos disponíveis na literatura para estudo e quantificação da interação genótipo x ambiente, destacam-se os métodos baseados na análise de variância (Yates e Cochran, 1938; Plaisted e Peterson, 1959, Wricke, 1962; Burdon, 1977; Annicchiarico, 1992), regressão linear simples (Finlay e Wilkinson, 1963; Eberhart e Russel, 1966) regressão linear múltipla (Verma et al., 1978; Cruz et al., 1989) não-linear (Toler, 1990); e os métodos não-paramétricos (Lin e Binns, 1988; Huenh. 1990; Hernandez et al., 1993; Carneiro, 1998).

Federer e Scully (1993) propuseram um método chamado "parsimonious experiment design" (PED), que tem por um dos objetivos ser um método econômico e usado dentro de um programa de melhoramento, tendo os autores alegado que este método explora melhor o conceito de estabilidade no sentido de maximizar o retorno em programas de melhoramento.

Piepho (1994) apresentou a proposta de contornar a interação local por ano, porém este método tem o inconveniente de ser de uso eficiente apenas em casos de culturas de ciclo curto e que possam ser plantadas vários anos seguidos.

Considerando que toda atividade agrícola envolve um risco, Annicchiarico (1992) propôs um método de estabilidade, obtendo um índice que ele chamou de índice de confiança e que é uma medida do risco da cultivar ser indicada. Assim, quanto maior for esse índice, maior será a confiança na indicação da cultivar. Tal índice é dado por: $l_i = \bar{Y}_i - Z_{(1-\alpha)}(\sigma_i)$, em que $Z_{(1-\alpha)}$ é o valor na distribuição normal padronizada no qual a função de distribuição acumulada atinge o valor $(1 - \alpha)$, com

nível de significância α pré-fixado pelo autor em 0,25; e Y_i e σ_i são, respectivamente, a média e o desvio-padrão obtidos a partir do percentual da média da cultivar em cada ambiente. Para tanto se considera que a estabilidade do método está computada no desvio-padrão (σ_i) dos percentuais da média da cultivar i entre os ambientes. Nesse método, portanto, a estabilidade também é fenotípica.

Quanto ao uso de métodos não-paramétricas, Lin e Binns (1988) propuseram uma metodologia de fácil utilização, em que definem o termo P_i como estimador do parâmetro de estabilidade da cultivar i . O P_i é calculado ao levar em consideração o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima para todos os locais. Assim, desde que a resposta máxima esteja no limite superior em cada local, o quadrado médio menor indicará a superioridade geral da cultivar em questão. Carneiro (1998) demonstrou que a estabilidade referida por essa metodologia é uma estabilidade de comportamento e que a adaptabilidade se refere à adaptabilidade geral definida por Finlay e Wilkinson (1963).

Posteriormente, Huehn (1990) citou algumas vantagens da estatística não-paramétrica sobre a paramétrica, a saber: reduz a tendenciosidade causada por pontos completamente fora da equação de regressão ajustada; não é necessário assumir hipóteses sobre a distribuição dos valores fenotípicos; os parâmetros de estabilidade com base nas classificações são de fácil uso e interpretação; as adições ou retiradas de uma ou poucas cultivares não causam grandes variações nas estimativas; e as classificações dos genótipos para seleção no melhoramento são informações essenciais.

Hernandes et al. (1993) propuseram uma metodologia em que um único parâmetro, denominado D_i , representa a média da cultivar e o coeficiente de regressão, na avaliação do desempenho genotípico. Relataram que, dessa forma, a interpretação torna-se mais simples e permite a classificação relativa das cultivares, podendo ser utilizada no processo seletivo em programas de melhoramento. A cultivar que apresentar maior valor para D_i será considerado o mais estável.

Entretanto, segundo Carneiro (1998), o parâmetro estimado por esse método é apenas uma medida de adaptação, ou seja, apenas se relaciona ao maior número de descendentes deixado pelo indivíduo, não levando em consideração a adaptabilidade e nem a estabilidade da cultivar avaliada.

Carneiro (1998) propõe aprimorar a metodologia de Lin e Binns (1988), abordando os seguintes tópicos: a possibilidade de particularizar a resposta para

ambientes favoráveis e desfavoráveis; o uso de um critério mais atual para atender ao conceito de adaptabilidade dentro dos propósitos dos melhoristas; a possibilidade de computar a precisão experimental; a similaridade entre ambientes não deve ter a mesma influência na determinação da superioridade genotípica; uso de um critério multivariado, nos casos de mais de um caráter de importância econômica; e o fato de facilitar a interpretação pela diminuição do número de parâmetros. O autor criou o termo MAEC (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento) como parâmetro da estatística P_i , usado em cada uma de suas propostas, que serão relatadas sucintamente a seguir.

Com a decomposição da estatística (P_i) do método proposto por Lin e Binns (1988), Carneiro (1998) usou os mesmos critérios do método original para recomendação geral e particularizou os ambientes favoráveis e desfavoráveis, usando o mesmo tipo de procedimento. Neste caso, são considerados desfavoráveis os ambientes cujos índices ambientais (diferença entre a média das cultivares avaliadas em cada local e a média geral) são negativos e favoráveis os que têm índices ambientais maiores ou iguais a zero.

A segunda proposta de Carneiro (1998) foi denominada diferença em relação à reta bissegmentada, na qual o autor introduziu o conceito de adaptabilidade proposto por Verma et al. (1978), para a cultivar teoricamente ideal, definido anteriormente. Essa cultivar hipotética foi definida com base no modelo de Cruz et al. (1989): $Y_{mj} = b_{0m} + b_{1m}I_j + b_{2m} T(I_j)$, em que Y_{mj} é a resposta ideal da cultivar hipotética no ambiente j ; b_{0m} é o valor fornecido para que a resposta seja um valor máximo ou mínimo ou fixo para todos os locais, dependendo do objetivo; e b_{1m} e b_{2m} são estabelecidos como 0,5 e 1,0, respectivamente. A estimativa da produtividade da cultivar hipotética ideal em cada ambiente passa a ser o valor máximo da expressão de Lin e Binns (1988), em cada ambiente.

Ponderando a expressão MAEC anterior pelo coeficiente de variação residual, Carneiro (1998) objetivou fornecer maior confiabilidade nos dados experimentais. Assim, a estatística da metodologia anterior deve ser multiplicada pelo seguinte fator: $f = CV_j/CVT$, em que CV_j representa o coeficiente de variação residual do ambiente j e CVT a soma dos coeficientes de variação dos j ambientes. Dessa forma, locais com maior precisão experimental (menor CV_j) têm maior peso na análise do desempenho genotípico.

Procurando estimar os experimentos que possivelmente tenham mais de uma característica de interesse a ser avaliada simultaneamente, o mesmo autor propôs a expressão anterior para dados multivariados. Essa análise é de importância quando não apenas uma característica determina o objetivo final do melhoramento. É proposta a padronização dos P_i 's, como segue: $P_{mi} = \sum [P_{ik}(1/\hat{\sigma}_{pk})]$, em que P_{mi} é o estimador do parâmetro MAEC-multivariado para a cultivar i ; P_{ik} é o estimador do parâmetro MAEC para a cultivar i relativo à k -ésima variável; e $\hat{\sigma}_{pk}$ é o desvio-padrão dos P_i 's para a k -ésima variável. Dentro dessa estatística, Y_{mj} poderá apresentar um valor fixo, se for o interesse, como para altura máxima de plantas ou de espigas de milho, por exemplo. Considerando os pesos diferenciais para cada variável, a estatística citada deve ser multiplicada por um fator que é o inverso do peso atribuído.

Carneiro (1998) também procurou usar os princípios do cálculo de áreas, segundo Hernandez et al. (1993). Esses autores propõem, no entanto, apenas uma medida de adaptação. Por não considerar as variações ambientais, esse método não expressa adaptabilidade das cultivares. Também não contempla a estabilidade, uma vez que as áreas são calculadas com base nas médias ajustadas. Carneiro (1998) propôs então, dentro dos princípios de Verma et al. (1978) para adaptabilidade relativa a uma cultivar de comportamento ideal, a estatística cuja medida é fornecida pela diferença das áreas entre os trapézios da i -ésima cultivar e da cultivar hipotética ideal, formados pelos valores da variável em questão e dos índices ambientais. Tem como vantagem, em relação às modificações citadas, o fato de considerar a amplitude de variação de um índice ambiental para outro.

Dentro do mesmo princípio, Carneiro (1998) sugeriu o método do trapézio quadrático, que tem o objetivo de acrescentar a propriedade de variância à expressão anterior. Para que isso ocorra, o autor elevou ao quadrado o termo da expressão que corresponde à diferença da base média do trapézio.

Para a mesma expressão, o autor propôs a ponderação pelo coeficiente de variação residual que acrescenta o fator f_j , que corresponde a um fator como o definido anteriormente para o método ponderado da diferença em relação à reta bissegmentada. Assim, os ambientes com maior precisão experimental, apresentando coeficientes de variação menores, têm maior peso na estimativa do parâmetro MAEC.

Por fim, Carneiro (1998) apresentou o método do trapézio quadrático ponderado pelo CV-multivariado. Usa-se, nesse método, o procedimento análogo ao citado com relação à reta bissegmentada ponderada pelo CV-multivariado e, da mesma forma, os pesos para cada variável. Esse método permite a avaliação do desempenho genotípico, considerando a análise simultânea de vários caracteres de interesse do melhorista.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, Lodi, v. 46, n. 1, p. 269-278, 1992.

BONILLA, J.A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992. 260 p.

BURDON, R.D. Genetic correlation as a concept for studying genotype environment interaction in forest tree breeding. **Genética**, v. 26, p. 168-175, 1977.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, A. O. **O feijão no Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná, 1989, 303p. (Circular, 63).

CONAB. Safras 1990/91 a 2004/05 – **Séries Históricas: feijão total** (1^a, 2^a e 3^a.safras) – Brasil. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/safra/FeijaoTotalSerieHist.xls>>. Acesso em: maio 2005.

CONAB. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/FeijaoTotalSerieHist.xls>>. Acesso em: fevereiro 2007.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.A.; VECOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.567-580, 1989.

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, I.P.; DUTRA, L.G. **Deficiências nutricionais na cultura do feijoeiro e suas correções**. Goiânia: Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão/Embrapa, 1996. 40p.

FAO. **Faostat**. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: set. 2004.

FARIAS, F. J. C.; RAMALHO, M. A. P.; CAVALHO, L. P.; MOREIRA, J. A. N.; COSTA, J. N. C. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p.1-9, 1997.

FEDERER, W.T.; SCULLY, B.T..Aparsimonious statistical design and breeding procedure for evaluating and selecting desirable characteristics over environments. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, 86 p. 612–620, 1993.

FERRAZ, C.A.M.; CIA, E.; SABINO, N.P. Efeito da mucuna e amendoim em rotação com algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.36, p.1-9, 1977.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 14, n. 5, p.742-754, 1963.

HEMP, S.; MONEGAT, C.; SCHERER, E. Avaliação de cultivares/linhagens de feijão em cultivo orgânico. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DFT, 2002, p.432-434.

HERNANDES, C.M.; CROSSA, J.; CASTILHO, A. The área under the function: na index for selecting desirable genotypes. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.87, n.4, p.409-15, 1993.

HIGASHI, T. Agrotóxicos e a saúde humana. **Agroecologia Hoje**. Botucatu-SP, Ano 2, n. 12, p 5-8, 2001/2002.

HUEHN, M. Nomparametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. **Euphytica**, Dordrech, v. 47, p. 189-194, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 fevereiro 2007.

INSTITUTO BIODINÂMICO – IBD, A Agricultura Orgânica no Brasil, **Produção Brasileira**, IBD apresenta textos e estudos de agricultura não convencional. Disponível em: <http://www.ibd.com.br/artigos/agricultura_organica_brasil.html>. Acesso em : jan. 2007.

KIEHL, E.J. **Fertilizante orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n. 68, p. 193-198, 1988.

LIN, C.S.; BINNS, M.R.; LEVKOVITCH, L.P. Stability analysis: where do we stand. **Crop Science**, Madison, v.26, n.5, p.894-900, 1986.

MARIOTTI, I. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica del Nordeste Argentino**, Tucumán, v. 13, n. 14, p. 105-127, 1976.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BESAN, F.M.; LOVATO, T.; FERNÁNDEZ, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.209-248.

MORAIS, O.P. **Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oriza sativa* L.)**. 1980. 71f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

NUNES, G.H.S.; REZENDE, G.D.S.P.M; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.S. Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 49-58, 2002.

PAES, J.M.V.; ANDREOLA, F.; BRITO, C.H. ;LOUDES, E.G. Decomposição da palha de café em três tipos de solo e sua influência sobre a CTC e o pH. **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, p.337-392, 1996.

PALOMINO, E.C.; SOARES, R.; LEMOS, L.B.; RAMOS JUNIOR,E.U.; SILVA, L.M. Comportamento de genótipos de feijão do grupo comercial carioca em São Manuel (SP). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DFT, 2002, p. 278-280.

PIEPHO, H.P. Best linear unbiased prediction (BLUP) for regional yield trials: a comparison to additive main effects and multiplicative interaction (AMMI) analysis. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.89, p.647-654, 1994.

PINTHUS, M.J. Estimate of genotypic value: a proposed method. **Euphytica**, Wageningen, v.22, p.121-123, 1973.

PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C., A technique for evaluation the ability of selection the yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, v.36, n. 6, p. 381-385, 1959.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; RIGHETTO, G.H. Interação de cultivares de feijão por época de semeadura em diferentes localidades do Estado de Minas

Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.10, p. 1183-1189, 1993.

RIDLEY, M. **Evolution**. 2. ed. Oxford : Blackwell Scientific, 1997, 719p.
SILBERNAGEL, M.J. Snap bean breeding. In.: BASSETT, M.J. (Coord.). **Breeding vegetable crops**, Westport, Avl, Publ. Comp., p. 243-282, 1986.

SILVA, H.T.; FONSECA, J.R.; VIEIRA, E.H.N. Preservando a variabilidade genética do feijoeiro In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DFT, 2002, p. 320-32.

SILVA, J.E. & RESCK, D.V.S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M.(Ed.). **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina:, Embrapa-CPAC, 1997, p.467-524.

SILVA, J.G.C. ; BARRETO, J.N. Aplicação de regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., 1985, Campinas, SP. **Proceedings...** Campinas: Cargill, 1985. p.49-50.

SINGH, S.P. Common bean improvement in the tropics. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v.10, p.199-269, 1992.

STONE, L.F.; SARTORATO, A. (Org.). **O cultivo do feijão**: recomendações técnicas. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 83p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 48)

TAI, G.C.C. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, v.11, p.184-190, 1971.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; DIAS, O.S.; CAMPIDELI, C.; BULISANI, E.A. Cultivo de soja após a incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.11, p.1477-83, 1992.

TOLER, J. E. **Patterns of genotypic performance over environmental arrays**. 1990. 154f. (Thesis - Ph.D.) – Clemson University, Clemson.

VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis; a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.53, n.2, p.89-91, 1978.

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz beissommerweizen und hafer. Z. **Pflanzenzuchtung**, Berlin, v. 52, p. 127-138. 1965.

YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 28, n. 4, p. 556-580, 1938.

YUSSEFI, M.; WILLER, H. (Org.) **The World of Organic Agriculture 2003-Statistics and Future Prospects**. IFOAM Publication, 5th revised edition, February 2003, p. 130.

4. CAPÍTULO 1

COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO SOB CULTIVO ORGÂNICO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE PLANTIO

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo estudar o comportamento de genótipos de feijoeiro comum sob cultivo orgânico em diferentes épocas de plantio. Foram avaliados sete genótipos em quatro épocas de plantio, cultivados em solo livre de resíduos tóxicos com diferentes doses de adubo orgânico, no município de Castelo - ES. Os plantios foram realizados nas épocas “das águas” (Nov/2004), “da seca” (Mar/2005) e “de inverno” (Ago/2005 e Jul/2006). Os genótipos cultivados foram Capixaba Precoce, EMCAPA 404 -Serrano, EL 22, BAT 477, Pérola, Carioca e Xamego. O solo foi acondicionado em vasos plásticos com capacidade de 8 litros, adicionando esterco de curral na proporção de 0%; 10%; 20%; 30% e 40% do volume dos vasos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado utilizando o esquema fatorial 7 x 5 x 4 (genótipos x doses de adubo orgânico x épocas de plantio) com três repetições. As características avaliadas foram número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP). De forma geral, o efeito da adição de adubo orgânico está relacionado com as épocas de plantio e afeta significativamente o comportamento dos genótipos, promovendo acréscimo em todas as características. Os cultivos nas épocas de plantio de março e agosto de 2005 apresentam os melhores resultados. Nos cultivos de “inverno” o genótipo BAT 477 apresentou resultados expressivos em relação aos demais genótipos.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, desenvolvimento, esterco bovino

BEHAVIOR OF THE BEAN PLANT GENOTYPES UNDER ORGANIC CROPPING AT DIFFERENT PLANTING TIMES

Abstract: The study of the genotype behaviors in the common bean plant under organic cropping was carried out at different planting times. Seven genotypes cropped with different organic fertilizer doses in a soil without toxic residues were evaluated at four planting seasons, in Castelo county-ES. Plantings were accomplished at the rainy (November/2004), dry (March/2005) and winter (August/2005 to July/2006) seasons. The genotypes Capixaba Precoce, EMCAPA 404 - Serrano, EL 22, BAT 477, Pérola, Carioca and Xamego were cropped. The soil was conditioned into plastic pots with 8L capacity, and corral manure were added at the proportion of 0%; 10%; 20%; 30% and 40% of the pot volumes. The entirely randomized experimental design was used, with a factorial scheme 7 x 5 x 4 (genotypes x organic fertilizer doses x planting times) and three replicates. The following characteristics were evaluated: green bean number per plant (NVP), grain number per plant (NGP) and grain weight per plant (PGP). In general, the addition of the organic fertilizer significantly affected the behavior of the genotypes, as promoting increment in all characteristics, whereas the genotype behavior to the increased ADO doses was related to the planting times. The croppings on March 2005 and August 2005 showed the best results. The genotype BAT 477 showed expressive results for the winter crops, relative to other genotypes.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, development, bovine manure

4.1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas mais difundidas no Brasil, tendo, além do caráter econômico, um alto significado social, por ser um alimento básico para a população (Souza et al., 2006).

O Brasil está entre os três maiores produtores mundiais de feijão e o maior consumidor, necessitando de importações. Na maioria das regiões brasileiras produtoras, os problemas de baixa produtividade são, provavelmente, devido a pouca tecnologia empregada em seu cultivo, às variações climáticas, principalmente a deficiência hídrica, aos problemas fitossanitários e ao esgotamento progressivo da fertilidade do solo, (Pessoa et al., 1996 e Fullin et al., 1999).

A reutilização dos materiais orgânicos produzidos nas propriedades rurais, como esterco, restos de culturas e outros, pode se tornar excelente alternativa à adubação com fertilizantes químicos. A compostagem apresenta-se como uma forma rápida e eficiente para reciclar esses materiais, resultando em um produto estável que pode ser utilizado diretamente nos cultivos agrícolas (Peixoto et al., 1989). Além disso, o uso de vermicomposto pode interferir aumentando a população e atividade de microrganismos (Jensen, 1932; Weil e Kroontje, 1979).

A adição de esterco favorece a complexação do alumínio trocável, reduzindo seus teores no solo, além de aumento de pH do solo, proporcionando elevação da CTC (Andreola et al., 2000a, Bayer & Mielniczuk, 1997). Sua aplicação fornece energia e carbono à população microbiana do solo, favorecendo as biotransformações dos nutrientes, principalmente do fósforo (Rheinheimer et al., 2000; Bayer & Mielniczuk, 1997).

Em relação aos micronutrientes, também se tem verificado aumento dos teores, com a intensificação da adubação orgânica (Andreola et al., 2000a, Bayer & Mielniczuk, 1997), além de possibilidade de movimentação de metais pesados com elevada aplicação de bio sólidos associada à elevada precipitação (Anjos e Mattiazzo, 2000). Diversos autores associaram a adubação orgânica com esterco à liberação gradual de nutrientes (Souza e Melo, 2000; Bayer & Mielniczuk, 1997). Além disso, adições contínuas de resíduo orgânico não incorporado também favorecem as características físicas do solo como a formação e estabilidade de agregados, retenção de água, porosidade e aeração do solo (Andreola et al., 2000b; Bayer & Mielniczuk, 1997; Klein & Libardi, 2002).

De acordo com Barcellos (2005) condições climáticas, fertilidade do solo e cultivares devem ser avaliadas quanto ao uso de adubação orgânica, visto que ao suprir as leguminosas em P e K por meio desta adubação, podem ser aplicadas altas quantidades de N que podem ocasionar acamamento e decréscimo na produtividade.

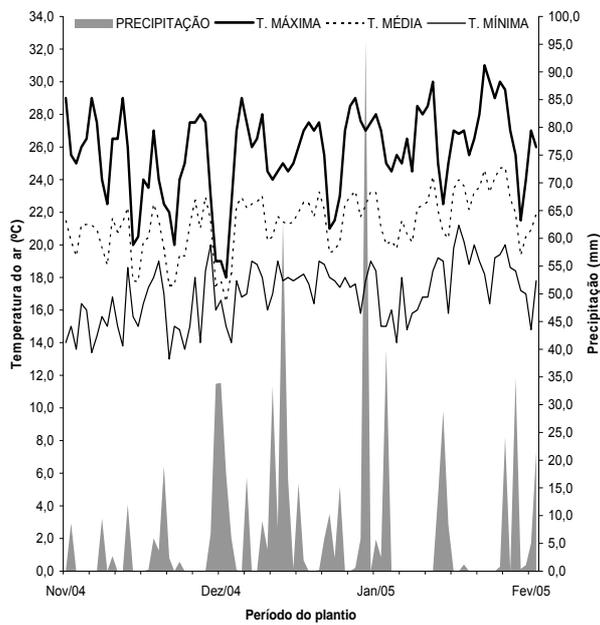
O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento de sete genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivados com cinco doses de esterco bovino em quatro épocas de plantio.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

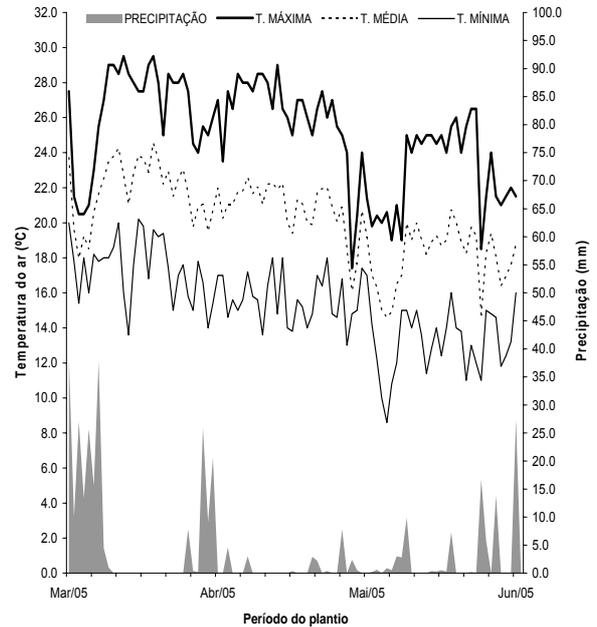
4.2.1. Experimentos e materiais genéticos

Foram estudados os comportamentos de sete genótipos de *Phaseolus vulgaris*: Capixaba Precoce, EMCAPA 404 - Serrano, EL 22, BAT 477, Pérola, Carioca e Xamego. Foram analisados dados provenientes de quatro épocas de plantio conduzidos em telado, com tela sombrite 50%, na região do Caxixe quente, município de Castelo – ES. A altitude do local é de 700 metros, com clima predominante quente e úmido no verão e seco no inverno, com temperatura média anual de 23° C, máximas diárias de 29° C e mínimas de 20° C. A precipitação e as temperaturas do ar máximas, médias e mínimas nos períodos dos plantios estão apresentadas na Figura 1. Os plantios foram estabelecidos nas seguintes épocas: “das águas” em Nov/2004 (EP1); “da seca” em Mar/2005 (EP2); e “de inverno” Ago/2005 e Jul/2006 (EP3) e (EP4), respectivamente.

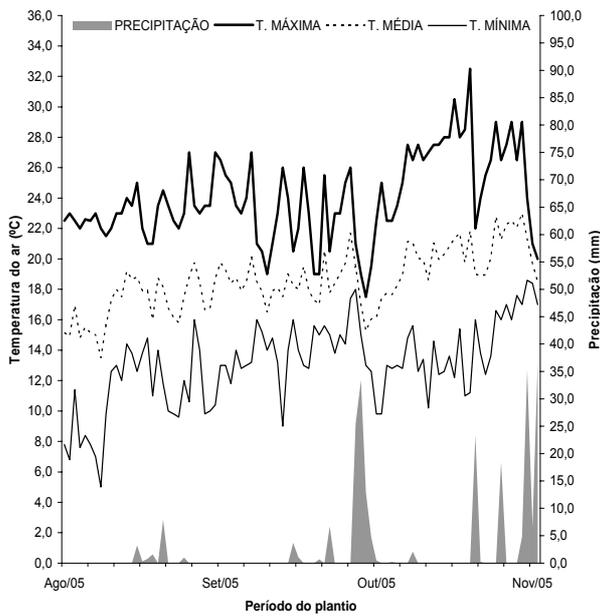
O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo comum na região, livre de resíduos tóxicos, coletado na profundidade de 0 - 20 cm. O resultado da análise química do solo está apresentado na Tabela 1.



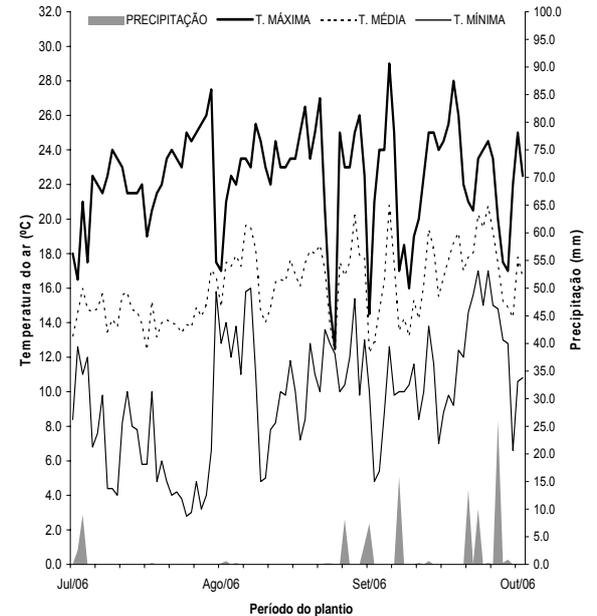
EP1)



EP2)



EP3)



EP4)

Figura 1 – Precipitação, temperaturas do ar máximas, médias e mínimas durante as épocas de plantio: “das águas” em Nov/2004 (EP1); “da seca” em Mar/2005 (EP2); e “de inverno” Ago/2005 e Jul/2006 (EP3) e (EP4), respectivamente, no município de Castelo - ES.

Tabela 1 – Análise química do solo utilizado no experimento, coletado na profundidade de 0 - 20 cm

MO	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	t	V
(g/kg)		(mg/dm ³)			(cmolc/dm ³)							(%)
12,9	6	4	16	3	2,3	1,5	0	2,4	3,8	6,2	3,8	61,4

Esterco bovino curtido foi utilizado como adubo orgânico (ADO), nas proporções de 0%, 10%, 20%, 30% e 40% do volume do recipiente, vasos plásticos com capacidade de 8 litros. O ADO foi previamente misturado com o solo para realizar os plantios. Em cada vaso foram plantadas cinco sementes e após a germinação efetuou-se um desbaste deixando apenas duas plantas por vaso. Os experimentos foram conduzidos apenas com o adubo orgânico, sem a necessidade de controle de pragas e doenças e com irrigação somente após a semeadura.

4.2.2. Delineamento experimental

Os experimentos foram instalados em delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições, sendo a unidade experimental constituída por duas plantas por vaso.

4.2.3. Características avaliadas

As características avaliadas foram: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP).

4.2.4. Análise de Variância

Foi realizada inicialmente uma análise de variância individual por época de plantio, para todas as características, com base na média de parcelas, visando avaliar a variabilidade existente entre os quadrados médios residuais para a determinação quanto à possibilidade de estudo conjunto dos experimentos.

Posteriormente, procedeu-se análise de variância conjunta para todas as características, envolvendo as fontes de variações individuais e as interações duplas e triplas. O modelo estatístico utilizado na análise conjunta foi:

$$Y_{ijkm} = \mu + G_i + P_j + D_k + GP_{ij} + GD_{ik} + PD_{jk} + GPD_{ijk} + e_{ijkm}$$

em que:

Y_{ijkm} = valor fenotípico da $ijkm$ -ésima observação referente ao i -ésimo genótipo, j -ésima época de plantio e k -ésima dose de ADO na m -ésima repetição;

μ = média geral do carácter;

G_i = efeito do i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$; $g = 7$);

P_j = efeito da j -ésima época de plantio ($j = 1, 2, \dots, P$; $p = 4$);

D_k = efeito da k -ésima dose de ADO ($k = 1, 2, \dots, D$; $d = 5$);

GP_{ij} = efeito da interação dupla genótipo e época de plantio;

GD_{ik} = efeito da interação dupla genótipo e dose de ADO;

PD_{jk} = efeito da interação dupla época de plantio e dose de ADO;

GPD_{ijk} = efeito da interação tripla entre genótipo, época de plantio e dose de ADO.

e_{ijkm} = efeito do erro experimental, sendo $e_{ijkm} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Neste trabalho devido às conclusões obtidas serem válidas apenas para as condições estudadas, considerou-se genótipos, épocas de plantio e doses de ADO como efeitos fixos, obtendo-se desta forma um modelo de efeito fixo.

Para comparar as médias dos fatores qualitativos (genótipos e épocas) aplicou-se o teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade e análise de regressão para as médias do fator quantitativo (ADO).

O esquema da análise de variância conjunta considerado no estudo está apresentado na Tabela 2.

Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o aplicativo computacional SAEG (Ribeiro Júnior, 2001).

Tabela 2 - Esquema da análise de variância conjunta de um modelo inteiramente ao acaso em arranjo fatorial triplo

FV	GL	QM	F
Época de Plantio (P)	p-1	QMP	QMP/QM RES
Genótipo (GEN)	g-1	QMGEN	QMGEN/QM RES
ADO (D)	d-1	QMD	QMD/QM RES
P x GEN	(p-1)(g-1)	QM PXGEN	QMPXGEN/QM RES
P x D	(p-1)(d-1)	QM PXD	QMPXD/QM RES
D x GEN	(d-1)(g-1)	QM DXGEN	QMDXGEN/QM RES
P x D x GEN	(p-1)(d-1)(g-1)	QM PDXGEN	QMPDXGEN/QM RES
Resíduo	t (r-1)	QM RES	-
Total	n-1	-	-

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Análise de variância

A razão entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo da análise de variância individual (Tabela 3), para cada característica, resultou valores inferiores a um. Ficou demonstrado, desta forma, que os experimentos poderiam ser estudados conjuntamente (Pimentel-Gomes, 2000).

Na Tabela 4, por meio da análise conjunta dos experimentos, pode-se verificar, pelo teste F, diferenças significativas ($P < 0,05$) para os fatores principais genótipos, épocas de plantio e ADO e para todas as interações duplas, em todas as características. Observa-se também que as interações triplas foram não-significativas para todas as características estudadas. Devido aos resultados encontrados efetuou-se o desdobramento das interações duplas.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância por época de plantio para o número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP), avaliados em genótipos de feijoeiros cultivados em diferentes doses de adubo orgânico (ADO) no município de Castelo – ES

Característica	FV	GL	Quadrados Médios				
			EP1	EP2	EP3	EP4	
NVP	Genótipo	6	45,40*	7,10 ^{ns}	22,82 ^{ns}	18,93*	
	ADO	4	518,35*	524,46*	249,82*	359,75*	
	Gen. x ADO	24	18,74 ^{ns}	8,43 ^{ns}	21,56 ^{ns}	10,18 ^{ns}	
	Resíduo	70	11,55	5,67	13,00	7,52	
	Média			11,31	12,18	12,16	9,18
	CV(%)			30,07	19,54	29,64	29,88
NGP	Genótipo	6	635,89*	173,82 ^{ns}	647,99*	517,08*	
	ADO	4	9413,46*	15596,94*	7160,72*	6972,10*	
	Gen. x ADO	24	325,22 ^{ns}	158,53 ^{ns}	214,45 ^{ns}	186,61 ^{ns}	
	Resíduo	70	235,11	145,78	151,57	174,54	
	Média			46,77	59,35	56,25	37,14
	CV(%)			32,78	20,34	21,89	35,03
PGP	Genótipo	6	21,34*	91,64*	40,33*	4,95 ^{ns}	
	ADO	4	224,04*	860,77*	275,92*	127,70*	
	Gen. x ADO	24	6,40 ^{ns}	13,11 ^{ns}	11,71 ^{ns}	4,14 ^{ns}	
	Resíduo	70	6,17	8,73	7,05	5,43	
	Média			7,42	13,64	13,75	6,09
	CV(%)			33,45	21,67	19,32	38,27

ns – não significativo ($P > 0,05$); e * - significativo ($P \leq 0,05$). Épocas de Plantio: EP1- Nov./2004; EP2- Mar./2005; EP3- Ago./2005; e EP4- Jul./2006.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância conjunta para o número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) avaliados em sete genótipos de feijoeiros, cultivados em cinco doses de adubo orgânico (ADO) e quatro épocas de plantio no município de Castelo - ES

FV	GL	Quadrados Médios		
		NVP	NGP	PGP
Genótipo	6	39,16*	838,47*	74,94*
Época	3	209,12*	10075,11*	1713,90*
ADO	4	1573,44*	37021,99*	1265,93*
Gen. x Época	18	18,36*	378,77*	27,77*
Gen. x ADO	24	21,56*	346,25*	12,35*
Época x ADO	12	26,31*	707,08*	74,17*
Gen. x Época x ADO	72	12,55 ^{ns}	179,52 ^{ns}	7,67 ^{ns}
Resíduo	280	9,43	176,75	6,85
Média		11,21	50,02	10,22
CV(%)		27,41	26,58	25,59

ns – não significativo ($P > 0,05$); * - significativo ($P \leq 0,05$)

4.3.2. Estudo da interação entre os fatores

Os genótipos, de forma geral, nas três características obtiveram melhores resultados nas épocas EP2 e EP3 (Tabela 5). A exceção é o BAT 477 no qual para nenhuma das características obteve bom desenvolvimento na época EP2. Na EP3 o genótipo BAT 477 é superior nas três características e os genótipos Pérola e Carioca são superiores conjuntamente na NVP e PGP (Tabela 5). A EP3 é época de inverno, caracterizado por baixas temperaturas e também por baixa disponibilidade de água (Figura 1). Dessa forma, os resultados observados para os genótipos BAT 477 e Carioca, podem ter sido devido principalmente à baixa disponibilidade de água, corroborando com outros resultados encontrados por diversos autores que comprovaram o melhor comportamento destes genótipos em condições de deficiência hídrica (Guimarães et al., 1996; Guimarães & Zimmermann, 1985; Ibarra, 1987; White & Castilho, 1987).

TABELA 5 – Médias das características número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) avaliados em sete genótipos de feijoeiros, cultivados em quatro épocas de plantio no município de Castelo – ES

Característica	Genótipos	EP1	EP2	EP3	EP4
NVP	Capixaba Precoce	10,60 bcBC ^{1/}	13,47 aA	11,80 abAB	8,20 aC
	EMCAPA 404 - Serrano	9,87 bcA	12,13 aA	11,60 bA	9,73 aA
	EL-22	9,07 cB	11,73 aA	11,73 abA	8,47 aB
	BAT 477	14,07 aAB	11,93 aBC	14,73 aA	10,60 aC
	Pérola	12,47 abA	11,73 aA	12,60 abA	8,40 aB
	Carioca	10,67 bcAB	12,73 aA	11,73 abA	8,20 aB
	Xamego	12,40 abA	11,53 aA	10,93 bA	10,67 aA
NGP	Capixaba Precoce	46,93 abcBC	61,93 aA	53,80 bAB	36,27 abC
	EMCAPA 404 - Serrano	45,47 abcBC	58,87 aA	51,73 bAB	37,53 abC
	EL-22	42,07 bcB	60,80 aA	56,60 bA	35,40 abB
	BAT 477	55,33 aB	52,27 aBC	70,20 aA	42,00 abC
	Pérola	47,60 abcB	59,80 aA	50,93 bAB	30,00 bC
	Carioca	36,33 cB	59,27 aA	53,27 bA	34,53 bB
	Xamego	53,67 abAB	62,53 aA	57,20 abAB	48,27 aB
PGP	Capixaba Precoce	7,56 abB	13,57 bA	12,20 bA	6,01 aB
	EMCAPA 404 - Serrano	6,60 bB	13,10 bA	12,60 aA	5,85 aB
	EL-22	6,28 bB	12,75 bA	12,50 bA	5,15 aB
	BAT 477	8,64 abB	9,87 cB	15,40 aA	6,18 aC
	Pérola	9,42 aC	17,91 aA	15,63 aB	7,02 aD
	Carioca	6,47 bB	15,27 bA	15,45 aA	5,95 aB
	Xamego	7,01 abB	12,97 bA	12,45 bA	6,47 aB

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Épocas de Plantio: EP1- Nov./2004; EP2- Mar./2005; EP3- Ago./2005; e EP4- Jul./2006.

A cultivar Carioca embora tenha apresentado comportamento semelhante aos genótipos Pérola e BAT 477 na EP3, mostra resultado inferior na época das águas, EP1, o que não se esperava. Por outro lado, o comportamento superior da cultivar Pérola na EP1, para todas as características, é confirmado pelo estudo de Carvalho & Wanderley (2005), com feijão orgânico, no qual evidenciaram alta produtividade na época das águas para este genótipo.

O genótipo EL22 em todas as características e EMCAPA 404 - Serrano e Carioca para as características NGP e PGP, se apresentam com menor adequabilidade na EP1 e EP4. Em relação aos dois últimos genótipos pode-se inferir

pelos resultados encontrados que a época EP1 é de certa forma menos adequada para as características em questão, devido possivelmente a alta precipitação pluviométrica ocorrida nesta época. Entretanto, em relação à EP4 pode ter sido devido às baixas temperaturas observadas, e ainda, devido os genótipos não serem tolerantes ao inverno (Ferrão et al., 2002).

O desenvolvimento inadequado do Carioca na EP1 (Tabela 5), para as três características conjuntamente pode ser explicado, como já mencionado, ao alto balanço hídrico da época. E ainda, que genótipos resistentes à estresses ambientais (no caso déficit hídrico) são menos produtivos quando as condições ambientais são 'adequadas' (Guimarães et al., 1996).

Para a característica NVP pode-se verificar na Tabela 6, que o genótipo EL-22 em ADO 10% exibe ligeira inferioridade, de modo contrário, a cultivar Pérola apresenta bom desempenho em PGP com ADO 10, 20, 30 e 40%. De maneira geral, pode-se verificar nas doses 0 e 40% de ADO que os genótipos não apresentam diferenças, com exceção em PGP com ADO 40%. Em ADO 30% os genótipos BAT 477 e Xamego apresentam desenvolvimento mais adequado para as três características.

Na Tabela 6, para ADO 10 e 20%, pode ser verificado que a maioria dos genótipos se comportou significativamente superiores nas três características. Embora, na característica PGP com ADO 10%, os genótipos Capixaba Precoce e Pérola apresentam ligeira superioridade.

O estudo do comportamento dos genótipos nas doses de ADO é muito importante, porém deve-se considerar que a produtividade de grãos é altamente correlacionada com os componentes da produção, ou seja, número de vagens por planta, número de grãos por planta e peso de grãos por planta (COSTA e ZIMMERMANN, 1988; COIMBRA et al., 1999), e que dependendo das condições, alguns componentes da produção podem aumentar e outros diminuir, facilitando a manutenção da estabilidade da produtividade de grãos (COSTA et al., 1983). Esse comportamento foi observado em alguns genótipos em praticamente todas as doses de ADO com exceção em ADO 0%.

TABELA 6 – Médias das características número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) avaliados em sete genótipos de feijoeiros, cultivados em diferentes doses de adubo orgânico (ADO) no município de Castelo – ES

Característica	Genótipos	ADO 0	ADO 10%	ADO 20%	ADO 30%	ADO 40%
NVP	Capixaba Precoce	4,25 a ^{1/}	11,67 ab	10,83 a	12,92 b	15,42 a
	EMCAPA 404 - Serrano	3,17 a	10,17 abc	12,17 a	12,58 b	16,08 a
	EL-22	4,83 a	7,75 c	11,92 a	13,25 b	13,50 a
	BAT 477	5,50 a	10,67 abc	13,83 a	18,17 a	16,00 a
	Pérola	3,50 a	13,17 a	12,42 a	12,42 b	15,00 a
	Carioca	4,08 a	9,50 bc	10,92 a	14,50 b	15,17 a
	Xamego	3,25 a	11,25 ab	13,67 a	15,25 ab	13,50 a
	dms	3,38				
NGP	Capixaba Precoce	14,67 a	54,33 a	51,42 b	60,17 b	68,08 a
	EMCAPA 404 - Serrano	10,92 a	45,75 a	55,92 ab	56,67 b	72,75 a
	EL-22	14,33 a	39,83 a	60,67 ab	65,42 ab	63,33 a
	BAT 477	21,67 a	48,33 a	56,92 ab	77,92 a	69,92 a
	Pérola	14,67 a	50,58 a	54,08 ab	57,75 b	58,33 a
	Carioca	15,25 a	40,08 a	47,67 b	61,67 b	64,58 a
	Xamego	14,08 a	51,25 a	68,33 a	76,75 a	66,67 a
	dms	14,62				
PGP	Capixaba Precoce	3,29 a	11,71 ab	10,44 b	11,55 b	12,20 ab
	EMCAPA 404 - Serrano	2,61 a	10,46 bc	10,80 b	11,22 b	12,60 ab
	EL-22	2,74 a	8,14 c	11,94 ab	11,35 b	11,67 b
	BAT 477	4,66 a	9,59 bc	10,10 b	13,55 ab	12,21 ab
	Pérola	4,23 a	13,79 a	14,07 a	15,37 a	15,01 a
	Carioca	4,17 a	9,83 bc	12,11 ab	13,95 ab	13,88 ab
	Xamego	2,88 a	8,99 bc	12,55 ab	13,03 ab	11,19 b
	dms	2,88				

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. dms – diferença mínima significativa para o teste de Tukey.

Em relação às épocas de plantio e doses de ADO (Tabela 7), verifica-se inicialmente em ADO 0% que a época EP3 é a mais adequada em todas as características avaliadas. Em ADO 10, 20 e 40 % a EP2 (época da seca) e EP3 são sensivelmente superiores com adequação em pelo menos duas características conjuntamente. Em ADO 30% a EP2 é superior nas três características. Os resultados evidenciam que na época da seca EP2, as plantas respondem positivamente a adubação orgânica.

TABELA 7 – Médias das características número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) avaliados em genótipos de feijoeiros, cultivados em diferentes doses de adubo orgânico (ADO) e épocas de plantio no município de Castelo – ES

Características	Épocas de Plantio	ADO 0	ADO 10%	ADO 20%	ADO 30%	ADO 40%
NVP	EPI	3,48 b ^{1/}	10,71 a	11,24 b	16,29 a	14,81 ab
	EP2	3,76 b	11,90 a	13,57 a	15,43 ab	16,24 a
	EP3	6,48 a	11,95 a	13,00 ab	13,76 b	15,62 a
	EP4	2,62 b	7,81 b	11,19 b	11,14 c	13,14 b
	dms	2,17				
NGP	EPI	12,38 b	46,10 b	47,76 b	67,57 b	60,05 b
	EP2	13,29 b	59,24 a	65,29 a	78,14 a	80,81 a
	EP3	26,05 a	52,52 ab	63,19 a	66,14 b	73,33 a
	EP4	8,62 b	30,81 c	49,48 b	48,90 c	50,76 b
	dms	9,40				
PGP	EPI	2,01 b	7,73 b	7,71 b	10,73 c	8,94 c
	EP2	2,68 b	13,86 a	15,32 a	17,97 a	18,34 a
	EP3	7,52 a	13,72 a	15,97 a	15,21 b	16,33 b
	EP4	1,84 b	6,12 b	7,86 b	7,53 d	7,11 c
	dms	1,85				

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Épocas de Plantio: EP1- Nov./2004; EP2- Mar./2005; EP3- Ago./2005; e EP4- Jul./2006. dms – diferença mínima significativa para o teste de Tukey.

O comportamento das épocas de cultivo em relação às doses de ADO (Figura 2) demonstra que, embora para PGP as plantas não tenham respondido intensamente ao acréscimo de ADO na EP1 e EP4, é evidente a boa resposta ao acréscimo de ADO em todas as épocas, principalmente até o nível de ADO 30%. Exibi-se ainda a especificidade da EP2, comentada anteriormente, quanto ao seu melhor desenvolvimento com aplicação de ADO. Pode-se notar que na EP2 há uma resposta positiva ao acréscimo de ADO em todas as características, ocorrendo um súbito aumento da produção quando se passa de ADO 0% para ADO 10%.

O comportamento positivo da EP2 ao acréscimo de ADO, que apresentou inicialmente maiores quantidades de chuvas na época de plantio, e posteriormente, baixo balanço hídrico, pode ter sido devido ao fato da matéria orgânica ser um dos fatores que interferem diretamente na capacidade de retenção (disponibilidade) de água pelo solo (Saxton et al., 1986; Arruda et al., 1987; Centurion & Andrioli, 2000; Fabian & Ottoni Filho, 2000).

A adição de matéria orgânica afetou significativamente o desenvolvimento de todos os genótipos estudados, promovendo em todas as características acréscimo na produção (Figura 3). Em relação à NVP, por exemplo, os resultados encontrados corroboram de forma similar, com os resultados observados por Marquez et al. (2002), que obteve no cultivo orgânico média de vagens por planta superior à adubação mineral, demonstrando a eficiência de ADO para a característica.

O aumento da produtividade do feijoeiro, com a aplicação de esterco bovino se deve, provavelmente, a alteração dos atributos ligados ao fator capacidade de P dos solos (CMAP e P-rem), aumentando a disponibilidade do nutriente (SOUZA, 2005), favorecendo maior absorção pelo feijoeiro e, conseqüentemente, maior acúmulo do nutriente e incremento na produção de grãos. Diversos autores como Bezerra-Neto et al. (1984) e Galbiatti et al. (1996), relatam maiores produções de grãos em feijão-comum, com doses crescentes de adubos orgânicos.

Resultados de vários estudos têm mostrado que o nitrogênio e o potássio são os elementos que o feijoeiro retira do solo em maiores quantidades. Em todas as características a 'estabilização' da maioria dos genótipos, no caso modelo raiz quadrada (Figura 3), e a leve queda de produção de alguns genótipos, no caso modelo quadrático, nas doses mais elevadas de esterco bovino, geralmente podem ser devidas ao excesso de nitrogênio (Huet, 1989 e Smith & Hadley, 1989).

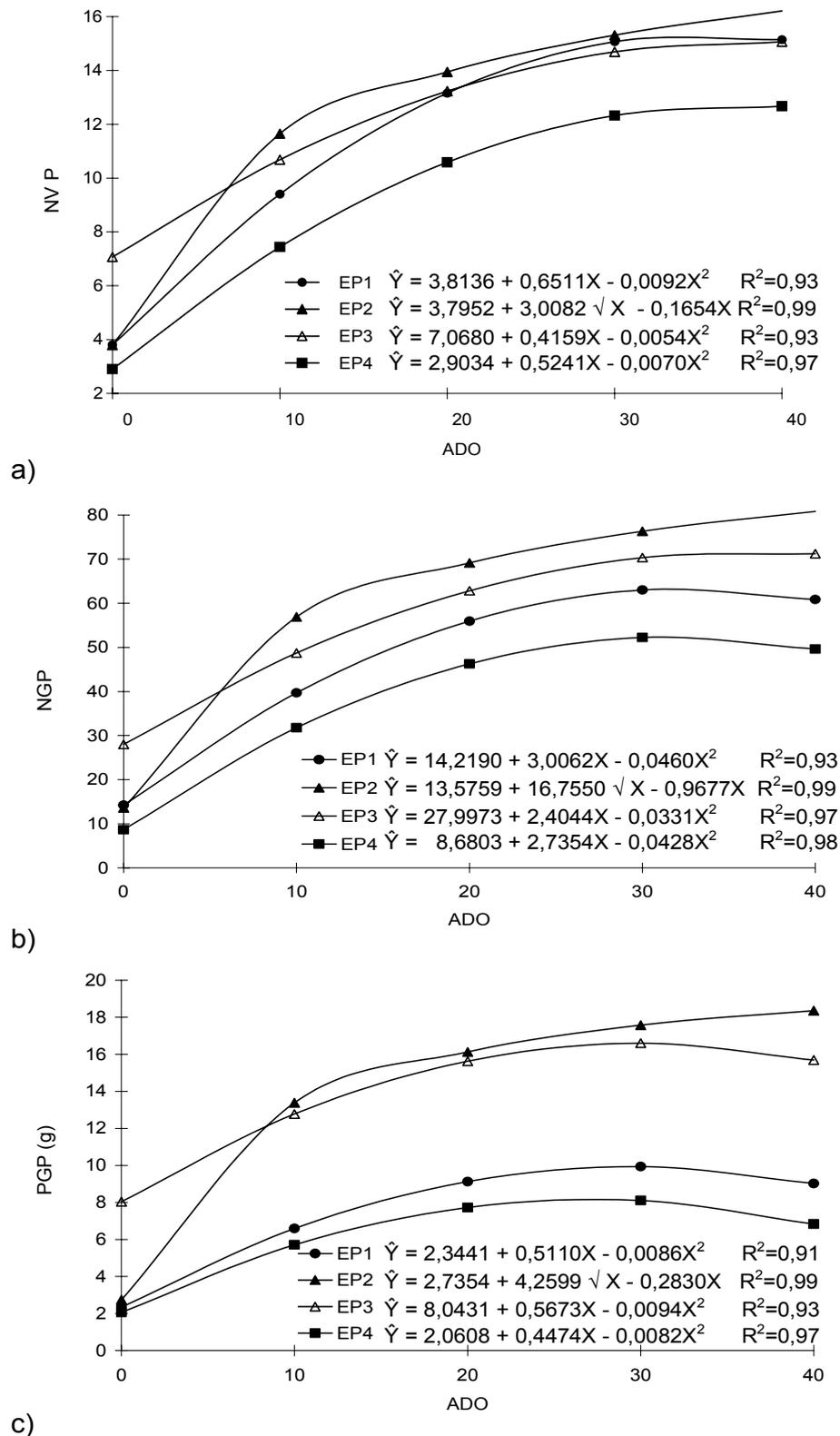


Figura 2 – Número de vagens por planta - NVP (a), número de grãos por planta - NGP (b) e peso de grãos por planta - PGP (c) avaliados em genótipos de feijoeiros, cultivados em diferentes doses de adubo orgânico (ADO) e épocas de plantio (EP1- Nov./2004; EP2- Mar./2005; EP3- Ago./2005; e EP4- Jul./2006) no município de Castelo – ES.

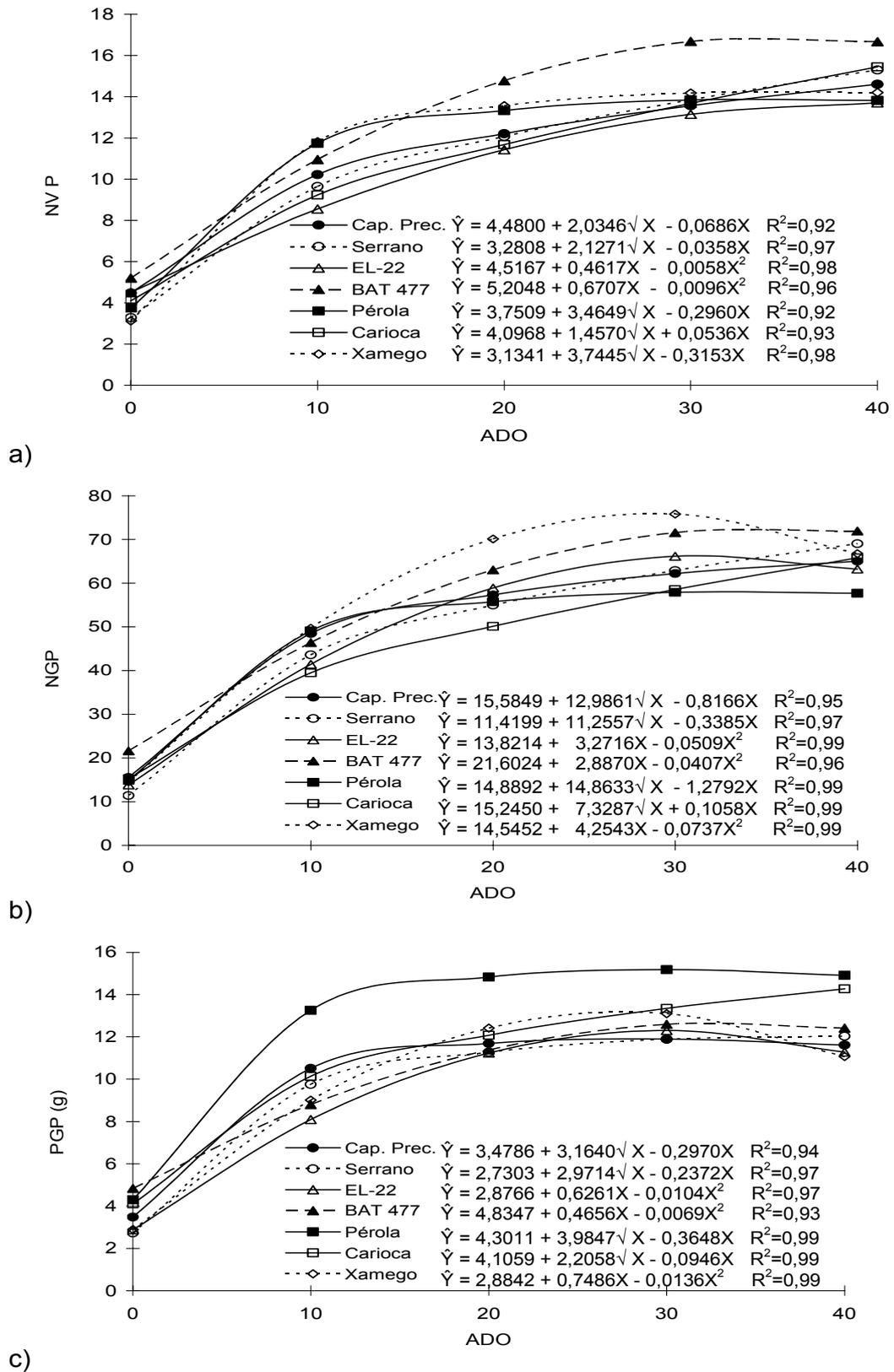


Figura 3 – Número de vagens por planta - NVP (a), número de grãos por planta - NGP (b) e peso de grãos por planta - PGP (c) avaliados em sete genótipos de feijoeiros, cultivados em diferentes doses de adubo orgânico (ADO) no município de Castelo – ES.

Inúmeros trabalhos salientam que a adição de esterco bovino em quantidade excessiva pode trazer prejuízos às plantas em algumas situações, por exemplo, em solos muito ácidos e argilosos, onde os benefícios da adubação orgânica não são muito evidentes. Nesse caso, o uso indiscriminado de altas doses de esterco bovino, pode aumentar os teores de nitrogênio e salinização do solo, pela possibilidade de elevação da condutividade elétrica, desbalanço nutricional e, conseqüentemente, redução da produtividade das culturas (BRADY, 1979; SILVA et al., 2000).

O feijoeiro por ser uma espécie com ciclo anual e desenvolvimento precoce, é bastante sensível às variações ambientais (Rosse e Vencovsky, 2000). E sabe-se que para a cultura já se tem estabelecido algumas condições ideais para o seu bom desenvolvimento. De acordo com Vieira (1967) a temperatura ótima durante o ciclo da cultura varia de 18 a 24° C, sendo o ideal de 21° C. As baixas temperaturas imediatamente após a semeadura impedem e/ou atrasam a germinação dos grãos (Andrade, 1998). Dessa forma, compreendem-se todos os resultados inferiores encontrados na EP4 neste trabalho, corroborando com os resultados obtidos por Holubowicz (1986), em que constatou o efeito da temperatura no feijoeiro, verificando a ocorrência do aumento na taxa de abortamento floral em baixas temperaturas.

4.4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. a adição de adubo orgânico afeta significativamente o comportamento dos genótipos, promovendo acréscimo em todas as características;
2. o comportamento dos genótipos com o acréscimo nas doses de ADO está relacionado com as épocas de plantio;
3. os genótipos, de forma geral, apresentam melhor desenvolvimento com 30% de ADO.
4. os cultivos nas épocas de plantio de março de 2005 e agosto de 2005 apresentam os melhores resultados.
5. o genótipo BAT 477 apresenta resultados expressivos nos cultivos de “inverno” em relação aos demais genótipos.

4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M.J.B. Clima e solo. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa: UFV, 1998. p.83-97.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; MENDONÇA, E. S. ; OLSZEWSKI, N. Propriedades químicas de uma terra roxa estruturada influenciada pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.24, n. 3, p.609-620, 2000a.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.857-865, 2000b.

ANJOS, A. R. M.; MATTIAZZO, M. E. Lixiviação de íons inorgânicos em solos repetidamente tratados com bio sólido. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.927-938, 2000.

ARRUDA, F. B.; ZULLO JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, J. B. Parâmetros de solo para o cálculo da água disponível com base na textura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 11-15, 1987.

BARCELLOS, M. **Adubação orgânica e mineral na produção de culturas em rotação sob plantio direto e nas propriedades químicas do solo da Região dos Campos Gerais do Paraná**. 2005. 86f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.21, n.1, p.105-112, 1997.

BEZERRA-NETO, F.; HOLANDA, J.S.; TORRES-FILHO, J. & TORRES, J.F. Níveis de máxima eficiência econômica de esterco de curral no cultivo do caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p.567-571, 1984.

BRADY, N. C. Matéria orgânica dos solos minerais. In: **Natureza e propriedades dos solos**. 5.ed., Rio de Janeiro: 1979, p. 141-168.

CARVALHO, W. P.; WANDERLEY, A. L. Cultivares de feijão para o cultivo em sistema orgânico no Cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO, 8, 2005, Goiânia - GO. VIII CONAFE, **Oportunidades e Desafios na Cadeia Produtiva do Feijão**. Goiânia - GO: Embrapa, 2005. v.2. p.781-784.

CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 701-709, 2000.

COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F.; COIMBRA, S.M.M.; MARCHIORO, V.S. Análise de trilha - I: análise do rendimento de grãos e seus componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, p.213-218, 1999.

COSTA, J.C.G.; ZIMMERMANN, M.J.O. Melhoramento genético. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **A cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós. 1988. p. 229-245.

COSTA, J.G.C.; KOHASHI-SHIBATA, J.; COLIN, S.M. Plasticidade no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, p.159-167, 1983.

FABIAN, A. J.; OTTONI FILHO, T. B. Determinação de capacidade de campo *in situ* ou através de equações de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 1029-1036, maio 2000.

FERRÃO, M. A. G.; VIEIRA, C.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A. Divergência genética em feijoeiro em condições de inverno tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p.1089-1098, 2002.

FULLIN, E.; ZANGRANDE, M.B.; LANI, J.A.; MENDONÇA, L.F. de; FILHO, N.D. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 7, p.1145-1149, 1999.

GALBIATTI, J.A.; GARCIA, A.; SILVA, O.M.L.; MASTROCOLA, M.A. & CALDEIRA, D.S.A. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a duas lâminas de água por meio de irrigação por sulco. **Científica**, São Paulo, v.24, n.1, p.63-74, 1996.

GUIMARÃES, C. M.; BRUNINI, O.; STONE, L. F. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. II. Produtividade e componentes agrônômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.7, p.481-488, jul. 1996.

GUIMARÃES, C. M.; ZIMMERMANN, M. J. Deficiência hídrica em feijão. In: REUNION SOBRE DE TRABAJO MEJORAMIENTO EN FRIJOL EN BRASIL CON ENFASIS EN TOLERANCIA A SEQUIA, 1985, Cali. **Anais...** Cali: CIAT, 1985. p.15-28.

GUIMARÃES, C.M. Relações hídricas. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba : Potafos, 1996. p.139-168.

HOLUBOWICZ, R. Bean selection for cold tolerance based on freezing germinated seed and seedling. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v.29, p.78-80, 1986.

HUET, D.O. Effect of nitrogen on the yield and quality of vegetables. **Acta Horticulture**, Wageningen, n.247, p.205-209, 1989.

IBARRA, F. Efectos de sequía em características morfofisiológicas em genótipos de frijos em dos localidades de Durango, México. In: INTERNATIONAL BEAN DROUGHT WORKSHOP, Cali, Colômbia. **Proceedings...** Cali: CIAT, 1987. p. 4-42.

JENSEN, H. L. The microbiology of farmyard manure decomposition in soil. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 2, p. 21-25, 1932.

KLEIN, V. A. ; LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.26, n.4, p.857-867, 2002.

MARQUEZ, D.P.; CORRÊA, J.B.D.; RIBEIRO, G.J.T.; ANDRADE, M.J.B. Influência da adubação orgânica e mineral na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de casa de vegetação. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DFT, 2002, p. 692-693.

PEIXOTO, R.T. dos G.; ALMEIDA, D.L. de. FRANCO, A.A. Compostagem de lixo urbano enriquecido com fontes de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 5, p. 599-606, 1989.

PESSOA, A.C.S.; KELLING, C.R.S.; POZZEBON, E.J.; KÖNIG, O. Concentração e acumulação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo feijoeiro cultivado sob diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 69-74, 1996.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba, 2000. 477p.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I. ; CONTE, E. Fósforo da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.24, n.3, p.589-597, 2000.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 2001. 301 p.

ROSSE, L. N.; VENCOSKY, R. Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no estado do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.99-107, 2000.

SAXTON, K. E.; RAWLS, W. J.; ROMBERGER, J. S.; PAPENDICK, R. I. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 50, p. 1031-1036, 1986.

SILVA, F. N.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, de M. Doses de matéria orgânica na produtividade da cultura da alface em solo eutrófico na região de Mossoró, RN. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, 2000. (Suplemento).

SMITH, S.R. & HADLEY, P.A. Comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). **Plant and Soil**, Dordrecht, v.115, n.1, p.135-144, 1989.

SOUZA, R.F. **Dinâmica de fósforo em solos sob influência da calagem e adubação orgânica, cultivados com feijoeiro**. 2005. 141 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A.; ÁVILA, F.W. Nutrição fosfatada e rendimento do feijoeiro sob influência da calagem e adubação orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 656-664, 2006.

SOUZA, W.J.O.; MELO, W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.885-896, 2000.

VIEIRA, C. **O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento**. Viçosa, UFV, 1967. 146p.

WEIL, R. R.; KROONTJE, W. Organic matter decomposition in a soil heavily amended with poultry manure. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 8, p. 584-588, 1979.

WHITE, J. W.; CASTILLO, J. A. Studies at CIAT on mechanisms of drought tolerância in beans. In: INTERNATIONAL BEAN DROUGHT WORKSHOP, Cali, Colômbia. **Proceedings...** Cali: CIAT, 1987. p. 146-164.

5. CAPÍTULO 2

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DO FEIJOEIRO SOB CULTIVO ORGÂNICO

Resumo- Foram realizadas análises de adaptabilidade e estabilidade de sete genótipos de feijoeiro para as características número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grão por planta (PGP) avaliadas em quatro épocas de plantio e cinco doses de adubo orgânico caracterizando 20 ambientes, com o objetivo de identificar genótipos de adaptabilidade geral e específica quanto ao sistema orgânico. Para esta identificação foram avaliados os genótipos: Capixaba Precoce; EMCAPA 404 - Serrano; EL 22; BAT 477; Pérola; Carioca; Xamego, utilizando a metodologia proposta por Lin e Binns modificada por Carneiro (1998) e a metodologia do Centróide. Considerando-se conjuntamente as duas metodologias verifica-se que os genótipos BAT 477, Xamego e Pérola apresentam-se, como de adaptabilidade geral, podendo ser utilizados em programas de melhoramento genético em sistema orgânico para as características estudadas, que são altamente correlacionadas com os componentes da produção. Os genótipos EMCAPA 404 - Serrano, EL 22, Capixaba Precoce e Carioca são classificados no estudo como pouco adaptados devendo assim obter maiores estudos para a sua recomendação.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, épocas de plantio, adubo orgânico, componentes principais, Lin e Bins, Centróide.

ADAPTABILITY AND STABILITY OF THE BEAN PLANT UNDER ORGANIC COPPING

Abstract: Both adaptability and stability analyses were accomplished in seven bean plant genotypes for the following characteristics: bean pod numbers by plant (NVP), grain numbers by plant (NGP) and grain weight by plant (PGP). To identifying the genotypes presenting general and specific adaptabilities concerning to the organic system, those variables were evaluated at four planting times and five organic fertilizer doses, so composing 20 environments. The genotypes Capixaba Precoce, EMCAPA 404 - Serrano, EL 22, BAT 477, Pérola, Carioca, and Xamego were evaluated, by applying the methodology proposed by Lin and Binns, modified by Carneiro (1998), and the Centroid one. When both methods were considered together, it was verified that the genotypes BAT 477, Xamego and Pérola showed general adaptability, therefore they can be used in genetic breeding programs in the organic system for the characteristics under study, that are highly correlated with production. Since the genotypes EMCAPA 404 –Serrano, EL 22, Capixaba Precoce and Carioca showed inconstant results, further studies are needed for their recommendation.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, planting times, organic fertilizer, main components, Lin and Bins, Centroid.

5.1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento básico para o brasileiro, chegando a representar um componente quase que obrigatório da dieta da população rural e urbana.

Alguns aspectos sobre a qualidade do produto são importantes para o consumidor. Segundo Marquez et al. (2002), a demanda por produtos ecologicamente gerados é uma realidade, principalmente nos países de primeiro mundo. No Brasil esta demanda é aumentada a cada ano, porém a produção orgânica requer do produtor um considerável conhecimento das técnicas de cultivo bem como a utilização de variedades que possuam alta produtividade. Para o feijoeiro esse fato não é diferente, porém há pouca pesquisa sobre cultivo desta cultura sobre essas condições ambientais, apesar de serem conhecidos os efeitos favoráveis da adubação orgânica, proporcionando melhoria na produtividade e atenuando os rigores climáticos.

O feijoeiro por ser uma espécie de ciclo anual e desenvolvimento precoce, é mais sensível às variações ambientais (Rosse e Vencovsky, 2000). Ramalho et al. (1993) fazem referência aos efeitos de local, ano, época de semeadura e cultivar como sendo os responsáveis por mais de 50% da variação total em termos de produções de grãos. Segundo dados do IBGE (2007), a produtividade obtida pelos agricultores capixabas é de aproximadamente 763 kg/ha, ilustrando a necessidade da utilização de sementes de variedades com características genéticas mais produtivas e adaptadas às condições climáticas do estado.

A diversidade de condições ambientais a que a cultura é submetida contribui para a ocorrência da interação cultivar versus ambiente, ou seja, para a alteração no desempenho relativo das cultivares, em virtude da diferença de ambiente (Borém, 1997). O conhecimento dos componentes dessa interação é de grande importância para o melhoramento genético, porém não fornece informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada cultivar frente às variações ambientais (Cruz e Regazzi, 1997). Assim, as análises de adaptabilidade e de estabilidade tornam-se necessárias.

Considerando todos estes fatores, o trabalho teve por objetivo estudar o comportamento de sete genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivados em quatro épocas de plantio combinado com cinco doses de adubo

orgânico. Foram utilizadas as metodologias do Centróide e de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), para estudar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos para orientação inicial em programas de cultivo orgânico no Estado do Espírito Santo.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Experimentos e materiais genéticos

Foram os mesmos descritos no Capítulo 1.

5.2.2. Características avaliadas

Foram as mesmas descritas no Capítulo 1.

5.2.3. Delineamento experimental

O experimento foi instalado no delineamento experimental inteiramente casualizado utilizando o esquema fatorial 7 x 20 (genótipos x ambientes), com três repetições e unidade experimental constituída por um vaso com duas plantas. Os ambientes foram formados pela combinação de épocas de plantio com doses de adubo orgânico (ADO), os quais foram estabelecidos conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Combinação das épocas de plantio e dose de adubo orgânico mostrando a formação dos ambientes

Ambientes	Época de plantio	Dose de ADO (%)
1	Nov/2004	0
2	Nov/2004	10
3	Nov/2004	20
4	Nov/2004	30
5	Nov/2004	40
6	Mar/2005	0
7	Mar/2005	10
8	Mar/2005	20
9	Mar/2005	30
10	Mar/2005	40
11	Ago/2005	0
12	Ago/2005	10
13	Ago/2005	20
14	Ago/2005	30
15	Ago/2005	40
16	Jul/2006	0
17	Jul/2006	10
18	Jul/2006	20
19	Jul/2006	30
20	Jul/2006	40

5.2.4. Análise de variância

Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta considerando todas as características agronômicas avaliadas, visando avaliar a existência de interação genótipos x ambientes significativa. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + e_{ijk}$$

em que,

Y_{ijk} = valor fenotípico da ijk -ésima observação referente ao i -ésimo genótipo no j -ésimo ambiente e na k -ésima repetição;

μ = média geral do caráter;

G_i = efeito do i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, G$; $g = 7$);

A_j = efeito do j -ésimo ambiente ($j = 1, 2, \dots, A$; $a = 20$);

GA_{ij} = efeito da interação genótipo x ambiente;

e_{ijk} = efeito do erro experimental, sendo $e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

O efeito de genótipos foi considerado fixo e os demais efeitos (repetição, ambientes e interação genótipos por ambientes) aleatórios.

O esquema da análise de variância conjunta considerado no estudo é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Esquema da análise de variância conjunta de um modelo inteiramente ao acaso em arranjo fatorial simples

FV	GL	QM	F
Genótipo (G)	$g-1$	QMG	QMG/QMRES
Ambiente (A)	$a-1$	QMA	QMA/QMRES
G x A	$(g-1)(a-1)$	QMGXA	QMGXA/QMRES
Resíduo	$(ga) r-1$	QM RES	-
Total	$n-1$	-	-

5.2.5. Adaptabilidade e Estabilidade

Para as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade das características avaliadas foram utilizadas duas metodologias não-paramétricas:

a) metodologia proposta por Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), levando em consideração diferenças em relação à reta bissegmentada ponderadas pelo coeficiente de variação residual (CV);

b) metodologia do Centróide.

5.2.5.1. Metodologia Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998)

A metodologia proposta por Lin e Binns (1988), estima o parâmetro de estabilidade P_i pela expressão:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

em que,

P_i = estimativa da estabilidade e adaptabilidade da cultivar i ;

X_{ij} = produtividade da i -ésima cultivar no j -ésimo local;

M_j = resposta máxima observada entre todas as cultivares no j -ésimo local;

n = número de locais.

A metodologia apresenta estimativas de parâmetros apenas para recomendação geral de cultivares. Assim tem-se a alteração da metodologia pela decomposição da estatística (P_i) para a possibilidade de recomendação aos grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, em que o parâmetro P_i é denominado MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento). A classificação desses ambientes é com base nos índices ambientais, definidos como a diferença entre a média das cultivares avaliadas em cada local e a média geral.

Para os ambientes favoráveis, como índices positivos incluindo o valor zero, o parâmetro MAEC (P_i) é dado conforme:

$$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^f (X_{ij} - M_j)^2}{2f}$$

em que, f é o número de ambientes favoráveis;

X_{ij} e M_j como definidos anteriormente.

Para os ambientes desfavoráveis, os índices são negativos, dados por:

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^d (X_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

em que, d é o número de ambientes desfavoráveis.

Posteriormente tem-se a alteração “Diferenças em relação à reta bissegmentada”, em que a resposta máxima para todos os locais é uma cultivar hipotética ideal, como definido por Verma et al. (1978), em que representa baixa resposta em ambientes desfavoráveis ($b_1 < 1$) e é responsivo em condições favoráveis ($b_1 + b_2 > 1$). A cultivar hipotética, ou referencial, é definido baseando-se no modelo de Cruz et al. (1989).

Hernandes et al. (1993) propôs o método do Trapézio em que as estimativas das áreas sob a curva de regressão da produtividade das cultivares em função dos índices ambientais determinam apenas adaptação das cultivares. O estimador da adaptação das cultivares apresenta a vantagem de se considerar a amplitude de variação dos índices ambientais, representada pela altura dos trapézios, ou seja, ambientes muito próximos, com base nos índices ambientais são poucos discriminados quanto a adaptação das cultivares.

Diante dos fatos empregou-se o método do Trapézio Quadrático Ponderado pelo Coeficiente de Variação Residual (CV) proposto por Carneiro (1998), no qual envolve os fundamentos e as recomendações de Verma et al. (1978), Lin e Binns (1988) e Hernandez et al. (1993). O método tem a propriedade de computar a flutuação (ou variância) do genótipo, ou seja, pondera de maneira mais eficiente os desvios de comportamento das cultivares de um ambiente a outro, os quais se relacionam com a estabilidade de comportamento. O somatório quadrático das diferenças das áreas dos trapézios, entre a cultivar i e o genótipo hipotético ideal, é dado por:

$$P_i = \sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{Y_{g(j+1)} + Y_{gj}}{2} \right) - \left(\frac{Y_{i(j+1)} + Y_{ij}}{2} \right) \right]^2 \left(\bar{Y}_{.(j+1)} - \bar{Y}_{.j} \right)$$

em que,

P_i é a estimativa da estatística MAEC do genótipo i ;

Y_{ij} é a produtividade do i -ésimo genótipo, no j -ésimo ambiente;

Y_{gj} é a estimativa da produtividade do genótipo hipotético ideal, no ambiente j , conforme modelo de Cruz et al. (1989), dado a seguir:

$$Y_{gj} = \beta_{0g} + \beta_{1g}l_j + \beta_{2g}T(l_j),$$

em que,

β_{0g} é a máxima produtividade encontrada em todo o ensaio;

$\beta_{1g} = 0,5$ e $\beta_{2g} = 1$ são os valores estabelecidos por Cruz e Carneiro (2003), um reflete baixa resposta aos ambientes desfavoráveis ($\beta_{1g} = 0,5$), e outro é responsivo às condições favoráveis ($\beta_{1g} + \beta_{2g} = 1,5$).

O método leva em consideração o coeficiente de variação residual (CV) de cada local, que é medidas de precisão experimental, de forma que a estatística P_i é multiplicada pelo fator f , definido por:

$$f = \frac{CV_j}{CV_T}$$

em que,

CV_j representa o coeficiente de variação residual do ambiente j ;

CV_T a soma dos coeficientes de variação dos j ambientes.

Os locais com maior precisão experimental, menor CV, têm maior peso na avaliação da performance das cultivares avaliadas, uma vez que as menores distâncias a cultivar ideal significam maior adaptabilidade e estabilidade de comportamento (Cruz e Carneiro, 2003).

5.2.5.2. Metodologia do Centróide

Para o emprego deste método é necessário estabelecer quatro ideótipos, uma vez que este método se baseia na comparação dos valores de distância cartesiana entre os genótipos e os ideótipos, os quais são definidos com base nos dados experimentais:

- ideótipo I - o de máxima adaptabilidade geral, apresentando os máximos valores observados em todos os ambientes;
- ideótipo II - o de máxima adaptabilidade específica à ambiente favorável, apresentando máxima resposta em ambiente favorável e mínima em desfavorável;
- ideótipo III – o de máxima adaptabilidade específica à ambiente desfavorável, apresentando máxima resposta em ambiente desfavorável e mínima em favorável;
- ideótipo IV - o de mínima adaptabilidade, apresentando mínimos valores observados em todos os ambientes;

Os ambientes são classificados em favoráveis e desfavoráveis utilizando o seguinte índice:

$$l_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag} Y_{..}$$

em que,

Y_{ij} é média do genótipo i no ambiente j ;

Y é o total das observações;

a é o número de ambientes;

g é o número de genótipos.

Após a classificação dos ambientes são criados pontos referenciais. A classificação é realizada considerando a distância entre o ponto do genótipo a cada um dos quatro ideótipos. A medida de probabilidade espacial é calculada por:

$$Pd(i,j) = \frac{\frac{1}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

em que,

$Pd_{(i,j)}$ é a probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao j -ésimo centróide.

d_i distância do i -ésimo ponto ao j -ésimo centróide.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o aplicativo computacional em genética e estatística GENES (Cruz, 2001).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1. Análise de variância

Nos resultados das análises de variância conjunta (Tabela 3) podem ser verificados valores significativos ($P < 0,01$) pelo teste F, para efeitos de genótipos, ambientes e para a interação destes fatores, para todas as características, evidenciando variabilidade entre genótipos e heterogeneidade nas condições ambientais.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância conjunta de sete genótipos de feijoeiro avaliados em 20 ambientes para as características número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		NVP	NGP	PGP
Genótipos (G)	6	39,1603**	838,4706**	74,9437**
Ambientes (A)	19	380,8886**	9831,4861**	583,9705**
G X A	114	15,3667**	246,0797**	11,8287**
Resíduo	280	9,4333	176,7524	6,8458
Média		11,2071	50,0214	10,2244
CV(%)		27,4055	26,5783	25,5904

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Esses resultados indicam que o comportamento dos genótipos não é constante ao longo dos ambientes, fato este que deve ser priorizado, pois de acordo com Cruz e Carneiro (2003), o estudo da interação genótipos x ambientes constitui numa das principais preocupações nos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou de recomendação de cultivares.

Em face destes resultados, fica evidenciada a possibilidade de se selecionar genótipos mais estáveis e produtivos, o que demonstra a necessidade de um programa de melhoramento genético no estado, visando o cultivo orgânico.

A significância da interação para NVP, NGP e PGP indica a importância de proceder à análise da adaptabilidade e estabilidade fenotípica. É importante o conhecimento da adaptação e da estabilidade dos genótipos frente a doses de adubo orgânico, ao longo dos anos e épocas de plantio, para identificação de genótipos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações de ambientes, em questão, com maior critério científico.

Diante dos resultados efetuou-se análise de adaptabilidade e estabilidade, para as características NVP, NGP e PGP, pelo método de Lin e Binns modificado por Carneiro (1998) e pelo método do Centróide.

5.3.2. Metodologia de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998)

Com base nos parâmetros estimados pelo método proposto por Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), verifica-se que para a característica NVP (Tabela 4), que os genótipos BAT 477, Xamego e Pérola são os genótipos de melhor adaptação geral por apresentarem baixas estimativas de P_i e ainda serem os genótipos que apresentam médias gerais satisfatórias, sendo classificados como 1º, 2º e 3º mais produtivos respectivamente, com médias acima da média geral da característica. Para a característica NGP, Tabela 5, identifica-se os genótipos BAT 477 e Xamego como genótipos de adaptação geral, por apresentarem baixas estimativas de P_i e médias gerais satisfatórias, sendo classificados como 1º e 2º mais produtivos, com médias acima da média geral da característica. Em relação à característica PGP, Tabela 6, identifica-se os genótipos Pérola e Carioca como genótipos de adaptação geral, devido aos mesmos fatos ocorridos para os genótipos escolhidos para as outras características.

Tabela 4 - Média do número de vagens por planta (NVP) e estimativas de estabilidade (P_{ig}), pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo Carneiro (1998), para sete genótipos de feijoeiro, avaliados em 20 ambientes, no Município de Castelo Espírito Santo, a partir da decomposição em ambientes favoráveis (P_{ifav}) e desfavoráveis (P_{idesf})

Genótipo	Média	P_i Geral	Genótipo	P_{ifav}	Genótipo	P_{idesf}
BAT 477	12,8333	74,0920	BAT 477	23,1556	BAT 477	50,9364
Xamego	11,3833	94,5694	Pérola	28,8467	Xamego	56,2628
Pérola	11,3000	97,6070	EMCAPA 404 - Serrano	32,6614	Capixaba Precoce	65,7077
Capixaba Precoce	11,0167	99,0728	Capixaba Precoce	33,3651	Carioca	67,5646
Carioca	10,8333	101,7747	Carioca	34,2101	Pérola	68,7604
EMCAPA 404 - Serrano	10,8333	106,2103	Xamego	38,3066	EMCAPA 404 - Serrano	73,5488
EL 22	10,2500	125,4424	EL 22	44,6868	EL 22	80,7557
Média Geral	11,2071					

Tabela 5 - Média do número de grãos por planta (NGP) e estimativas de estabilidade (Pi_g), pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo Carneiro (1998), para sete genótipos de feijoeiro, avaliados em 20 ambientes, no Município de Castelo Espírito Santo, a partir da decomposição em ambientes favoráveis (Pi_{fav}) e desfavoráveis (Pi_{desf})

Genótipo	Média	Pi Geral	Genótipo	Pi_{fav}	Genótipo	Pi_{desf}
BAT 477	54,9500	6992,823	BAT 477	2789,170	BAT 477	4203,653
Xamego	55,4167	7482,740	EL 22	3014,980	Xamego	4246,312
Capixaba Precoce	49,7333	8861,555	Capixaba Precoce	3220,960	Capixaba Precoce	5640,595
Pérola	47,0833	9699,972	Xamego	3236,428	Pérola	5908,910
EMCAPA 404 - Serrano	48,4000	10002,96	Pérola	3791,062	EMCAPA 404 -Serrano	6158,915
Carioca	45,8500	10299,07	Carioca	3800,621	Carioca	6498,453
EL 22	48,7167	10474,32	EMCAPA 404 – Serrano	3844,046	EL 22	7459,338
Média Geral	50,0214					

Tabela 6 - Média do peso de grãos por planta (PGP) e estimativas de estabilidade (Pi_g), pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo Carneiro (1998), para sete genótipos de feijoeiro, avaliados em 20 ambientes, no Município de Castelo Espírito Santo, a partir da decomposição em ambientes favoráveis (Pi_{fav}) e desfavoráveis (Pi_{desf})

Genótipo	Média	Pi Geral	Genótipo	Pi_{fav}	Genótipo	Pi_{desf}
BAT 477	12,4941	145,3931	BAT 477	54,8383	BAT 477	90,5548
Xamego	10,7859	171,8133	EL 22	72,0551	Xamego	99,7582
Capixaba Precoce	9,8388	204,0424	Capixaba Precoce	95,4217	Capixaba Precoce	108,6207
Pérola	10,0218	210,3601	Xamego	96,1339	Pérola	109,3109
EMCAPA 404 - Serrano	9,5363	214,1636	Pérola	101,0492	EMCAPA 404 -Serrano	111,4669
Carioca	9,7252	219,5475	Carioca	102,6966	Carioca	114,4766
EL 22	9,1685	223,9206	EMCAPA 404 – Serrano	105,0709	EL 22	127,7866
Média Geral	10,2244					

Para as três características NVP, NGP e PGP, considerando a análise de ambientes favoráveis e desfavoráveis, não houve concordância na composição desses ambientes em relação a dose de adubo orgânico. Ambientes desfavoráveis, por exemplo, agruparam ambientes configurados por doses de 0% de ADO conjuntamente com ambientes de até 30 e 40 % de ADO. Assim não foi possível a análise, quanto aos genótipos específicos à ambientes favoráveis e desfavoráveis, para o objetivo em questão, que é o de relacionar as doses de ADO (Tabela 7). Esta observação de não formação de ambientes favoráveis e desfavoráveis, relativos as doses de ADO, revela a variabilidade do feijoeiro quanto às mudanças ambientais envolvidas. De acordo com Rosse e Vencovsky (2000), o feijoeiro por ser uma espécie com ciclo anual e desenvolvimento precoce, é mais sensível às variações ambientais. Neste estudo é evidenciado também a sensibilidade do feijoeiro, pois a não formação de ambientes específicos relativos à doses de ADO foi devido principalmente aos ambientes em estudo constituídos pela época de plantio 4, nos quais os genótipos foram submetidos a um longo período de baixas temperaturas. Diversos estudos demonstram a presença de interações significativas entre cultivares versus épocas de semeadura em experimentos com feijão (Ramalho et al., 1998; Coimbra et al., 1999b; Elias et al., 1999).

A impossibilidade das análises à ambientes específico neste trabalho não é fato grave. Alterações nas condições climáticas podem provocar mudanças acentuadas na produtividade, por isso a identificação de cultivares com adaptação ampla aos vários ambientes é o desejável (Ramalho et al., 1993). Um fato, por exemplo, que corrobora a preferência pelas cultivares com adaptação ampla aos vários ambientes é o de que muitas vezes há sobreposição e descontrole das épocas de plantio pelos agricultores que antecipam ou ultrapassam a época definida pelo zoneamento ecológico da cultura (Carbonell et al., 2001), como ocorrido neste estudo na época de plantio 4.

Tabela 7 – Classificação dos ambientes em favorável e desfavorável para as características número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo Carneiro (1998), para sete genótipos de feijoeiro, avaliados em 20 ambientes, no Município de Castelo - ES

AMBIENTES	DOSE DE ADO (%)	CLASSIFICAÇÃO		
		NVP	NGP	PGP
1	0	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
2	10	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
3	20	FAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
4	30	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL
5	40	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
6	0	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
7	10	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL
8	20	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL
9	30	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL
10	40	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL
11	0	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
12	10	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL
13	20	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL
14	30	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL
15	40	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL
16	0	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
17	10	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
18	20	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
19	30	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
20	40	FAVORÁVEL	FAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL

5.3.3 Metodologia do Centróide

As análises visuais dos gráficos de componentes principais (Figuras 1 a, b, c) permitem avaliar que os genótipos apresentam distribuição homogênea para as características avaliadas, não existindo pontos de maior proximidade a todos os quatro centróides. Para a característica NVP, Figura 1a, pode ser verificado que apenas o genótipo BAT 477 posiciona-se mais próximo ao centróide I, para a característica NGP, Figura 1b, os genótipos BAT 477 e Xamego posicionam-se próximos ao centróide I e para a característica PGP, Figura 1c, apenas o genótipo Pérola posiciona-se próximo ao centróide I. Para as três características, os demais genótipos permanecem centralizados sem aproximação a qualquer outro centróide. De acordo com Carvalho et al. (2002), a distribuição dos genótipos para as características NVP, NGP e PGP, evidencia a possibilidade do melhorista investir na recomendação de genótipos de adaptabilidade geral a um conjunto de ambientes, mas impossibilita a recomendação de genótipos de adaptabilidade específica a um subgrupo de ambientes (Favoráveis e Desfavoráveis).

Nas Tabelas 8, 9 e 10 estão apresentados os valores de probabilidades de cada genótipo pertencer a um dos grupos caracterizados pelos centróides. Assim, a dificuldade de classificação, por análise visual, de genótipos localizados na região central dos gráficos é contornada. Embora o problema de classificação tenha sido contornado, no caso específico para as três características NVP, NGP e PGP, a análise para classificação de genótipos referentes à ambientes favoráveis e desfavoráveis, não será avaliada devido ao fato já relatado anteriormente em que, não houve concordância na composição desses ambientes em relação à dose de adubo orgânico (Tabela 7).

Verificou-se para a característica NVP, observando-se o posicionamento na Figura 1a e os valores de probabilidade na Tabela 8, apenas a presença do genótipo BAT 477 classificado como de adaptabilidade geral. Pode ser observado para a característica NGP, na Figura 1b e pelos valores de probabilidade na Tabela 9, a presença dos genótipos BAT 477 e Xamego classificados como de adaptabilidade geral. Para a característica PGP pode ser observado na Figura 1c e pelos valores de probabilidade na Tabela 10, a presença do genótipo Pérola como de adaptabilidade geral.

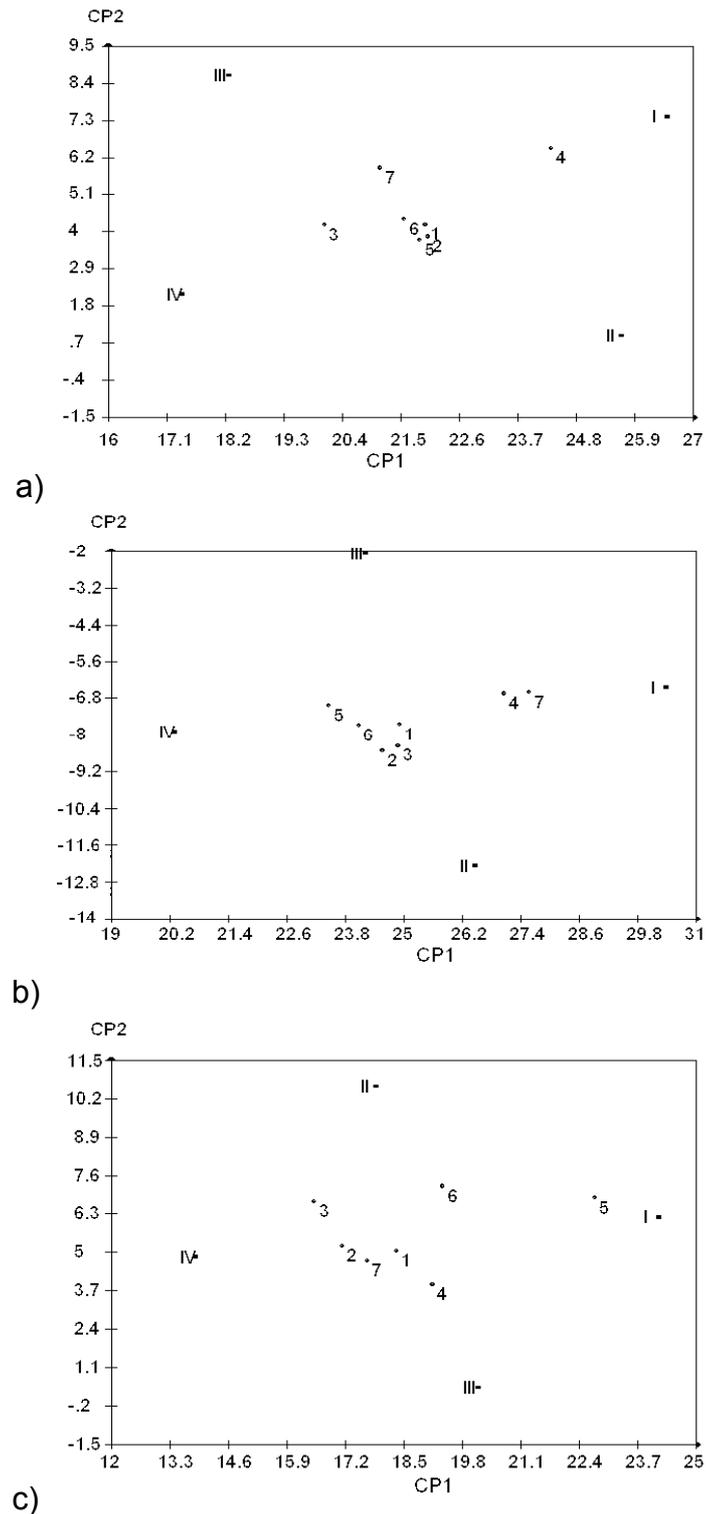


Figura1 - Dispersão gráfica dos dois primeiros componentes principais de sete genótipos de feijoeiro, da resposta das variáveis, a) número de vagens por planta (NVP), b) número de grãos por planta (NGP) e c) peso de grãos por planta (PGP); em que: I – adaptabilidade geral, II – adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, III – adaptabilidade específica a ambiente desfavoráveis, e IV – baixa adaptabilidade; sendo: 1- Capixaba Precoce; 2 – EMCAPA 404 – Serrano; 3 – EL 22; 4 – BAT 477; 5 – Pérola; 6 – Carioca; e 7 – Xamego.

Tabela 8 - Classificação de sete genótipos de feijoeiro para a característica número de vagem por planta (NVP), em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides e a probabilidade associada à sua classificação

Genótipos	Classificação	Prob(I)	Prob(II)	Prob(III)	Prob(IV)
Capixaba Precoce	IV	0,2166	0,2268	0,2683	0,2883
EMCAPA 404 - Serrano	IV	0,2031	0,2304	0,2532	0,3133
EL 22	IV	0,1839	0,2099	0,2575	0,3488
BAT 77	I	0,3625	0,2419	0,2158	0,1797
Pérola	II	0,2617	0,3000	0,2100	0,2283
Carioca	IV	0,2146	0,2388	0,2523	0,2944
Xamego	III	0,2322	0,1884	0,3442	0,2352

I – adaptabilidade geral, II – adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, III – adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis, e IV – baixa adaptabilidade.

Tabela 9 - Classificação de sete genótipos de feijoeiro para a característica número de grãos por planta (NGP), em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides e a probabilidade associada à sua classificação

Genótipos	Classificação	Prob(I)	Prob(II)	Prob(III)	Prob(IV)
Capixaba Precoce	II	0,2392	0,2822	0,2226	0,2560
EMCAPA 404 - Serrano	IV	0,2211	0,2680	0,2288	0,2821
EL 22	II	0,2168	0,2939	0,2105	0,2788
BAT 77	I	0,3530	0,2146	0,2492	0,1832
Pérola	IV	0,2106	0,2610	0,2292	0,2991
Carioca	IV	0,1758	0,2577	0,2009	0,3656
Xamego	I	0,3390	0,2005	0,2758	0,1847

I – adaptabilidade geral, II – adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, III – adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis, e IV – baixa adaptabilidade.

Tabela 10 - Classificação de sete genótipos de feijoeiro para a característica peso de grãos por planta (PGP), em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides e a probabilidade associada à sua classificação

Genótipos	Classificação	Prob(I)	Prob(II)	Prob(III)	Prob(IV)
Capixaba Precoce	IV	0,225	0,241	0,255	0,279
EMCAPA 404 - Serrano	IV	0,210	0,230	0,260	0,300
EL 22	IV	0,186	0,235	0,230	0,350
BAT 77	III	0,195	0,176	0,359	0,271
Pérola	I	0,473	0,270	0,133	0,124
Carioca	II	0,277	0,320	0,195	0,208
Xamego	IV	0,212	0,221	0,273	0,294

I – adaptabilidade geral, II – adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, III – adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis, e IV – baixa adaptabilidade.

O genótipo EMCAPA 404 - Serrano para as características NVP, NGP e PGP (Tabelas 8, 9 e 10 respectivamente) apresenta-se como um genótipo pouco adaptado. Os genótipos Capixaba Precoce e EL 22 são classificados como poucos adaptados para as características NVP (Tabela 8) e PGP (Tabela 10). Já o genótipo Carioca apresenta-se pouco adaptado para a característica NVP (Tabela 8) e NGP (Tabela 8).

Os dois métodos empregados permitiram identificar as cultivares mais estáveis e responsivas, como sendo também as mais produtivas. E apresentam ainda como vantagens a unicidade do parâmetro para estimar a adaptabilidade e a estabilidade de comportamento e a simplicidade na interpretação dos resultados.

O método centróide e de Lin e Binns, em relação à classificação de genótipos de adaptabilidade geral, apresentam filosofia semelhante para estudo da interação genótipo x ambiente. Os dois métodos comparam as diferenças entre o comportamento dos genótipos nos diversos ambientes com ideótipos de resposta desejada, sendo que no método de Lin e Binns é calculado o quadrado da diferença entre os genótipos avaliados e o ideótipo de máxima resposta nos ambientes favoráveis ou desfavoráveis ponderada por duas vezes o número de ambientes, e, são considerados os valores lineares de distância na dispersão de componentes principais entre genótipos/ideótipos no método centróide. Essa semelhança faz com

que se tenha valor de correlação de alta magnitude entre o ordenamento dado pelo método de Lin e Binns e pelo centróide, para os genótipos de adaptabilidade geral, como observado no trabalho. Considera-se que genótipos determinados como de adaptabilidade geral, conjuntamente pelos dois métodos são mais confiáveis que apenas por um método isoladamente. De acordo com Oliveira et al. (2006), a correlação entre as estimativas de adaptabilidade ou estabilidade com o uso de diferentes métodos pode contribuir para melhor predição do comportamento dos genótipos avaliados. Desta forma, considerou-se, neste estudo, como genótipos de adaptabilidade geral os classificados pelos dois métodos conjuntamente, assim, os genótipos de adaptabilidade geral são o BAT 477, Xamego e Pérola.

O genótipo Carioca é considerado como de adaptabilidade geral apenas pelo método de Lin e Binns para a característica PGP, mas não é considerado, neste estudo, como de adaptabilidade geral devido ao critério aqui adotado, embora se deva ressaltar sua caracterização pelo método em questão. Ribeiro et al. (2004), avaliando adaptabilidade e estabilidade de variedades registradas de feijão em diferentes épocas de semeaduras para a região de depressão central do Rio Grande do Sul, verificaram ampla adaptabilidade e estabilidade do Carioca. O mesmo fato foi verificado por Costa et al. (1997) no Estado de Minas Gerais.

É importante que se tenha compreensão do mérito da análise conjunta dos dados para as três características (NVP, NGP e PGP), pois na cultura do feijão, a produtividade de grãos é altamente correlacionada com os componentes da produção, ou seja, número de vagens por planta, número de grãos por planta e peso de grãos (Costa e Zimmermann, 1988; Coimbra et al., 1999c). Dependendo das condições, alguns componentes da produção podem aumentar e outros diminuir, facilitando a manutenção da estabilidade da produtividade de grãos (Costa et al., 1983). Este fenômeno de compensação foi observado no estudo, analisando-se os resultados dos três genótipos (BAT 477, Xamego e Pérola), pelos dois métodos. Foi verificado que nenhum dos genótipos apresenta-se como de adaptabilidade geral, para as três características conjuntamente, reforçando a análise conjunta das três características para uma decisão mais acurada do estudo.

A cultivar Xamego não se apresentou como de adaptabilidade geral e específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis em um estudo de adaptabilidade e estabilidade com linhagens e cultivares de feijão no estado de São Paulo (Carbonell et al., 2001), porém, apresentou-se como de adaptabilidade e

estabilidade geral em estudo realizado no município de Chapecó – SC, com 32 genótipos de feijão preto (Coimbra et al., 1999a).

Avaliando adaptabilidade e estabilidade de variedades registradas de feijoeiro em diferentes épocas de semeaduras, para a região de depressão central do Rio Grande do Sul, a cultivar Pérola não se apresentou como de adaptabilidade geral e sim como de adaptabilidade específica para semeadura na safrinha (Ribeiro et al., 2004). Este mesmo genótipo também não foi considerado como de adaptabilidade geral quando se estudou adaptabilidade e estabilidade de linhagens e cultivares de feijão no estado de São Paulo, sendo considerado de adaptabilidade e estabilidade a ambientes específicos (Carbonell et al., 2001). Uma análise de genótipos de feijoeiro no estado de Santa Catarina não se considerou o Pérola de adaptabilidade e estabilidade geral (Elias et al., 2005), contudo, no estudo de adaptabilidade de feijão no estado de Minas Gerais o mesmo foi considerado de adaptabilidade geral (Oliveira et al., 2006).

A alternativa empregada no trabalho de identificação de cultivares que apresentam ampla adaptabilidade e estabilidade é uma das mais usadas para atenuar os efeitos da interação genótipo x ambiente. E com base nos resultados apresentados no estudo, pode-se verificar que as condições ambientais influenciam na capacidade de adaptação e de estabilidade das cultivares de feijão, demonstrando-se a importância do estudo para o conhecimento do comportamento diferenciado dos genótipos, quanto às épocas de plantio e doses de ADO. Assim, o trabalho fornece suporte inicial para implantação de programa de feijão orgânico no estado do Espírito Santo.

5.4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados verificados, pode-se concluir que para a combinação épocas de plantio e doses de ADO, as condições ambientais influenciam na capacidade de adaptação e de estabilidade dos genótipos estudados.

Os genótipos BAT 477, Xamego e Pérola apresentam-se como de adaptabilidade geral, podendo ser utilizados em programas de melhoramento de feijão orgânico.

5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1997. 547p.

CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J.A. de; DIAS, L.A. dos S.; GONÇALVES, C.; ANTONIO, C.B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.69-77, 2001.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1998. 168f.

CARVALHO, H.W.L.; SILVA, M.L.; CARDOSO, M.J.; SANTOS, M.X.; TABOSA, J.N.; CARVALHO, C.L.; LIRA, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no triênio de 1998 a 2000. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1581-1588, 2002.

COIMBRA, J.L.M.; CARVALHO, F.I.F.; HEMP, S.; OLIVEIRA, A.C.; SILVA, S.A. Divergência genética em feijão preto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.3, p.427-431, 1999a.

COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F.; COIMBRA, S.M.M.; HEMP, S. Reflexos da interação genótipo x ambiente e suas implicações nos ganhos de seleção em genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.3, p.433-439, 1999b.

COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F.; COIMBRA, S.M.M.; MARCHIORO, V.S. Análise de trilha I: Análise do rendimento de grãos e seus componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p.213-218, 1999c.

COSTA, A.S.V.; VIEIRA, C.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em dez ambientes compreendendo cinco sistemas de produção. **Revista Ceres**, Viçosa, v.44, n.256, p.676-700, 1997.

COSTA, J.C.G.; ZIMMERMANN, M.J.O. Melhoramento genético. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **A cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós. 1988. p. 229-245.

COSTA, J.G.C.; KOHASHI-SHIBATA, J.; COLIN, S.M. Plasticidade no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.159-167, 1983.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**: Versão Windows. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 579p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.567-580, 1989.

ELIAS, H. T.; HEMP, S.; SCAPIM, C. A.; RODOVALHO, M. de A.; ROYER, M. R.; MORA, F.; BARRETO, R. Análise de estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 623-628, 2005.

ELIAS, H.T.; HEMP, S.; CANTON, T. Análise da interação genótipo x ambiente na avaliação de cultivares de feijão em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 2. p.271-275, 1999.

HERNANDES, C. M.; CROSSA, J.; CASTILHO, A. The area under the function: an index for selecting desirable genotypes. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.87, n.4, p. 409-415, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_Cereais_Legu_minosas_Oleaginosas/2005. Acesso em: 02 fev. 2007,

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A method for analyzing cultivar x location x years experiments: a new stability parameter. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 76, n.3, p. 425-430, 1988.

MARQUEZ, D.P.; CORRÊA, J.B.D.; RIBEIRO, G.J.T.; ANDRADE, M.J.B. Influência da adubação orgânica e mineral na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de casa de vegetação. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO. 2002. Viçosa. Anais... Viçosa: DFT, 2002, p. 692-693.

OLIVEIRA, G.V.; CARNEIRO. P.C.S.; CARNEIRO, J.E.S.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.41, n.2, p.257-265, 2006.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, P.S.J. Interações genótipos x épocas de semeadura, anos e locais na avaliação de cultivares de feijão nas regiões sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.22, n.2, p.176-181, 1998.

RAMALHO, MAP.; ABREU, A.F.B.; RIGHETTO, G.H. Interação de cultivares de feijão por época de semeadura em diferentes localidades do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.28, n.10, p. 1183-1189, 1993.

RIBEIRO, N. D.; JOST, E.; POSSEBON, S. B.; FILHO, A. C. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares registradas de feijão em diferentes épocas de semeadura

para a depressão central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.34, n.5, 1395 – 1400, 2004.

ROSSE, L.N.; VENCovsky, R. Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no estado do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.99-107, 2000.

VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis; a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.53, n.2, p.89-91, 1978.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de uma alternativa tecnológica como o cultivo orgânico, depende de sua eficácia não só em termos ecológicos, mas também econômicos. Assim, para atender as necessidades e exigências da sociedade moderna, a relação custo-benefício é de fundamental importância na determinação da adequação do sistema de cultivo, embora o mais lucrativo nem sempre seja o mais adequado. A tecnologia mais adequada deve ser aquela que permite a obtenção de um lucro significativo mediante o menor impacto no ambiente e que seja sustentável.

O cultivo orgânico, contraposto ao convencional tem se destacado como alternativa de condução de atividade agrícola, para obtenção de produtos saudáveis. No entanto, o emprego de tecnologias alternativas de cunho conservacionistas, como no caso do cultivo de feijoeiro orgânico, carece de respaldo científico como, por exemplo, da sua eficácia e economia. Assim, este trabalho teve como princípio introduzir informações visando colaborar com o estudo de feijoeiro em sistema orgânico no estado do Espírito Santo.

Os resultados demonstram o comportamento de genótipos de feijoeiro frente a doses de adubo orgânico e épocas de plantio, e ainda quais os genótipos de adaptabilidade geral frente à composição dos ambientes. Assim, o presente estudo disponibiliza informações de genótipos a serem utilizados “per se” em sistema orgânico no Espírito Santo. Embora os trabalhos na literatura informarem que a adaptabilidade e estabilidade, avaliadas no início dos programas de melhoramento, apresentam baixa herdabilidade, os resultados deste trabalho dão uma idéia inicial da genealogia de genótipos a serem utilizados em cruzamentos com a finalidade de utilização em sistema orgânico no estado.