

# ARRANJOS ESPACIAIS DE FEIJOEIRO DE PORTES CONTRASTANTES E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E COBERTURA VEGETATIVA

## *SPATIAL ARRANGEMENTS FOR COMMON BEANS WITH DIFFERENT ARCHITECTURE AND THEIR EFFECTS ON YIELD AND PLANT COVERING*

**Adley Camargo ZIVIANI<sup>1</sup>; Walter Quadros RIBEIRO JÚNIOR<sup>2</sup>;  
Maria Lucrecia Gerosa RAMOS<sup>3</sup>; Marco Aurélio Alves de Freitas BARBOSA<sup>4</sup>;  
Anderson CORDEIRO<sup>5</sup>; Leonice Vieira FRANÇA<sup>5</sup>**

1. Professor, Mestre, União Pioneira de Integração Social – UPIS, Brasília, DF, Brasil. [adley@upis.br](mailto:adley@upis.br); 2. Pesquisador, PhD, Embrapa Trigo/Cerrados – CPAC, Planaltina, DF, Brasil; 3. Professora, PhD, Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, DF, Brasil. e-mail: [lucrecia@unb.br](mailto:lucrecia@unb.br); 4. Professor, Doutor., Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil; 5. Engenheiro Agrônomo (a), UPIS.

**RESUMO:** Os objetivos do trabalho foram: obter o melhor arranjo espacial do genótipo FT 3499, de porte ereto, para colheita mecanizada e quantificar o rendimento do feijoeiro, em função do percentual de cobertura vegetativa. O experimento foi conduzido em Cristalina, Goiás, no cultivo de inverno irrigado, em um latossolo amarelo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. As parcelas foram constituídas de dois genótipos com hábito de crescimento distintos: Carioca (tipo III) e FT 3499 (tipo II), com grãos tipo carioca. As sub-parcelas foram constituídas de quatro espaçamentos entre linhas, 0,30, 0,40, 0,50 e 0,60 m e as sub-sub-parcelas de quatro densidades de semeadura, 5, 10, 15 e 20 plantas.m<sup>-1</sup>. Foram avaliados a cobertura vegetativa do solo por meio da classificação supervisionada de fotografias digitais, em quatro estádios de desenvolvimento, aos 36, 42, 49 e 72 dias após a semeadura. Ao final do ciclo da cultura foi avaliado o rendimento de grãos, posteriormente correlacionado com as diferentes datas de amostragem de cobertura do solo. Os menores espaçamentos entre linhas apresentaram efeitos significativos e positivos no rendimento do genótipo FT 3499. A correlação entre rendimento e cobertura vegetativa do solo foi significativa para o FT 3499, apresentando os melhores coeficientes de correlação aos 36 dias após a semeadura, evidenciando a necessidade de cobertura de solo o mais precoce possível.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Phaseolus vulgaris*. Densidade. Espaçamento. Rendimento. Cobertura. Classificação supervisionada.

## INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), tradicionalmente um cultivo de pequeno produtor não tecnificado, tem ocupado posição de destaque no cenário nacional, especialmente na região Centro-Oeste. O cultivo “de inverno” tem possibilitado uma importante alternativa de renda e rotação de culturas para grandes empresas agrícolas, devido à alta produtividade alcançada e à qualidade dos grãos obtidos.

Para compensar o alto custo do sistema irrigado, o produtor necessita alcançar elevados rendimentos, incrementando o uso de fertilizantes e demais insumos e exige o aprimoramento de técnicas de manejo e condução da lavoura.

O desafio da pesquisa tem sido a busca por genótipos que apresentem além de alto potencial produtivo, porte arbustivo e ereto, ciclo de curto a médio, alta inserção da primeira vagem e preferivelmente, grãos com aspecto e qualidade semelhantes aos do carioca.

Cultivares de porte ereto a semi-ereto têm sido constantemente descartados nos programas de

melhoramento, por apresentarem um rendimento de grãos inferior ao padrão comercial disponível. Este desempenho é prejudicado pelo arranjo espacial (espaçamento e a população de plantas) nos testes de competição, serem pré-estabelecidos em função dos genótipos de crescimento prostrado. Estes cobrem toda a superfície do terreno, explorando mais eficientemente a luz, os nutrientes e a competição com plantas invasoras, refletindo em ganhos de produtividade.

A baixa população e o espaçamento são dois fatores que contribuem para a diminuição da produtividade das lavouras. A curva de produção por unidade de área, atinge um máximo quando a população é ideal, seguida por decréscimo na produção individual que não é compensado pelo acréscimo no número de indivíduos (PEREIRA, 1989). Os melhores rendimentos da cultura podem ser observados em distribuições espaciais que resultem no fechamento das linhas na fase de botão floral (R5). Quando os valores são inferiores a 2200 kg.ha<sup>-1</sup>, esse ponto ocorre em espaçamento de 0,30 a 0,40 m com densidade de semeadura de 10,0 a 12,5 plantas.m<sup>-1</sup>. Rendimentos superiores ocorrem no

espaçamento de 0,40 m com 10 plantas por metro linear (LOLLATO, 1997).

O arranjo espacial pode interferir positivamente no rendimento, por propiciar melhor aproveitamento da luz na fase reprodutiva, quando o feijoeiro atinge a máxima área foliar (BRANDES, 1971; HORN et al., 2000), auxiliando no manejo de plantas invasoras e constitui estratégia importante para a utilização eficiente de água, luz e nutrientes (ARAÚJO; FERREIRA, 2006). O espaçamento deve ser ajustado para que a planta tenha um desenvolvimento vegetativo vigoroso, cubra as entre linhas na floração, que permita maior interceptação de luz pelo dossel. Assim, melhora a eficiência fotossintética, o controle das plantas daninhas e a conservação da umidade do solo, pela diminuição da evaporação (OLIVEIRA et al., 1999).

Diversos são os métodos para a determinação da cobertura vegetativa da cultura sobre o solo, dentre eles o método da corda (SLONEKER; MODENHAUER, 1977), que consiste na utilização de uma régua ou corda de nylon graduada a cada 5 ou 10 cm, disposta diagonalmente sobre a parcela. A avaliação é feita através da constatação da presença ou ausência de folhas nas marcações pré-estabelecidas. Outro método é o proposto por Stocking (1988) que consiste na utilização de um aparato com orifícios que, uma vez posicionado sobre a cultura, permite a visualização dos pontos com e sem cobertura. Ambos apresentam dificuldade na aquisição dos dados e ainda são bastante susceptíveis a erros durante a avaliação. Uma alternativa para a determinação da cobertura vegetativa do solo é o processamento digital de imagens, adquiridas por meio de câmeras fotográficas digitais. É um método promissor que já vem sendo usado na avaliação tanto do crescimento quanto da eficiência da cobertura vegetativa do solo. Tem como principais vantagens a facilidade de aquisição dos dados, a rapidez no processamento e consequente obtenção dos resultados, a possibilidade de armazenamento das amostras ou áreas de estudo para determinações futuras e o elevado grau de acurácia envolvido em um processamento digital (FERREIRA et al., 2001).

Os objetivos do presente trabalho foram: obter o melhor arranjo espacial do genótipo FT 3499, de porte ereto, para colheita mecanizada e quantificar o rendimento do feijoeiro, em função do percentual de cobertura vegetativa.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Pantanal, de propriedade do grupo Prezotto Ltda.,

entre agosto e novembro de 2002. A área experimental está localizada no município de Cristalina, Goiás, em Latossolo Amarelo, com 880 m de altitude, e coordenadas geográficas 16°44'55,2" S e 47°36'03,6" W.

A área permaneceu sob pastagem por mais de dez anos e a preparação do solo para culturas anuais teve início em meados de 1999, com o nivelamento topográfico do terreno e a abertura de canais laterais e transversais para a instalação de uma rede de sub-irrigação. Em 2000 foi corrigida a acidez do solo e efetuada a semeadura de feijão, no inverno. Durante os anos subsequentes a área foi cultivada com feijão, até a instalação deste experimento.

Na semeadura utilizou-se o equivalente a 600 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 07-21-16 + FTE BR-12, aplicada no sulco de semeadura por meio de um equipamento distribuidor de fertilizante em linha. A adubação de cobertura foi de 200 kg.ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, distribuída manualmente, aos 22 dias após a emergência (estádio de desenvolvimento V3).

Foram semeados manualmente dois genótipos de feijão com ciclo de desenvolvimento semelhante: o Carioca tradicional (padrão comercial) de porte prostrado (tipo III) e o FT 3499 de porte ereto, da FT Pesquisa e Sementes Ltda. de hábito de crescimento indeterminado com "guia" curta, porte ereto (de tipo II), flores brancas, folhas verde-claras e vagens de coloração amarelada na maturação fisiológica e coloração palha quando maduras. As sementes são elípticas, de coloração e tipo "Carioca". O peso médio de 100 grãos é de aproximadamente 28,3 gramas. O genótipo apresenta ciclo médio de 88 dias da emergência à colheita e é tolerante à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) (ZIVIANI et al., 2002) e a inserção da primeira vagem é relativamente alta que, aliada ao seu porte, pode possibilitar a colheita mecanizada.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. Os genótipos (parcelas) foram semeados manualmente em quatro densidades (sub-parcelas), 05, 10, 15 e 20 plantas/m, combinadas com quatro espaçamentos entre linhas (sub-sub-parcelas), 0,30, 0,40, 0,50 e 0,60 m. Cada sub-sub-parcela foi constituída de seis linhas por 5 m de comprimento.

Aos 36, 42, 49 e 71 dias após o plantio (estádios de desenvolvimento, para os dois genótipos, correspondentes a R5, R6, R7, e R8, respectivamente), foram obtidas fotografias digitais de cada sub-sub-parcela. Para tanto, foi utilizado um aparato de canos de PVC, de formato retangular e

largura variável, com a finalidade de adequar suas dimensões a cada um dos espaçamentos. Dessa forma, a fotografia compreendeu a duas linhas de largura por 1,0 metro de comprimento, independente do espaçamento.

Após a amostragem, cada fotografia foi recortada para eliminar as áreas sem interesse para fins de classificação, como as bordas do aparato de PVC e as áreas fora da delimitação do mesmo.

Todas as fotografias foram submetidas à classificação digital com o uso do programa ENVI™. Nesse processo foram identificados manualmente pixels com o padrão de coloração “planta”, correspondente a folhas, flores e vagens e o padrão “solo”, correspondente à coloração solo e cobertura morta, conforme metodologia proposta por Ferreira *et al.* (2001). Dessa forma o número de pixels da classe “planta”, dividido pela soma total dos pixels de toda a área amostrada, corresponde ao

percentual de cobertura vegetativa do feijão (CVEG) nos diferentes tratamentos e nas diferentes datas amostrais. Os valores obtidos foram analisados dentro de cada data e posteriormente correlacionados com a produtividade de grãos.

A colheita foi realizada manualmente, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade das linhas e as duas linhas laterais como bordadura e o material colhido foi trilhado manualmente para garantir um mínimo de perdas e quebra de grãos, expressando o verdadeiro potencial produtivo dos diferentes genótipos avaliados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação entre o espaçamento entre linhas e os genótipos de feijão e a densidade de semeadura e os genótipos, na produtividade do feijão (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Desdobramento da interação genótipos x espaçamentos entre linhas.

ESPAÇAMENTO (m)	Genótipo	
	FT 3499	Carioca
0,30	3182,9 Aa	2830,3 Aa
0,40	2940,3 Aa	3117,6 Aa
0,50	2309,4 Ab	2633,3 Aa
0,60	2369,8 Ab	2700,3 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas, ou minúsculas nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Desdobramento da interação genótipos x densidades de semeadura.

DENSIDADE (plantas/metro)	Genótipo	
	FT 3499	Carioca
5	2057,6 Bb	2778,6 Aa
10	2770,3 Aa	2900,4 Aa
15	2989,7 Aa	2768,8 Aa
20	2984,8 Aa	2833,7 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas, ou minúscula nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

No desdobramento da interação genótipo x espaçamento (Tabela 1), não houve diferença significativa dentro de cada espaçamento, para os dois genótipos. Dentro de cada genótipo, o Ereto apresentou maior produtividade nos espaçamentos de 0,30 e 0,40 m e não houve diferença significativa na produtividade, para o cultivar Carioca nos diferentes espaçamentos.

Os rendimentos em função dos diferentes arranjos espaciais do genótipo Ereto, estão de acordo com o relatado por Lollato (1997) no qual 63% dos trabalhos em 25 países, apontam para aumento de resposta na produtividade de grãos com o melhor arranjo espacial do espaçamento entre

linhas na cultura do feijoeiro, independente do hábito de crescimento ou tipo de grãos.

Os resultados observados na Tabela 1 também estão de acordo com os trabalhos realizados com outros genótipos de porte ereto e semi-ereto, como o EMGOPA-201-Ouro e o RIO DOCE, que também respondem à diminuição do espaçamento entre fileiras (SILVEIRA *et al.*, 1990). Estes dois genótipos, entretanto, não pertencem ao grupo comercial Carioca.

O cultivar Carioca não mostrou efeito do espaçamento na produtividade, independente da densidade de semeadura adotada. A maior plasticidade do material pode ser devido, principalmente ao seu hábito de crescimento

prostrado e indeterminado, emitindo novas ramificações e aproveitando melhor os espaços vazios quando submetidos a maiores espaçamentos.

O desdobramento da interação genótipo x densidade de sementeira revela que o comportamento de cada genótipo é diferenciado em função do número de plantas por metro (Tabela 2).

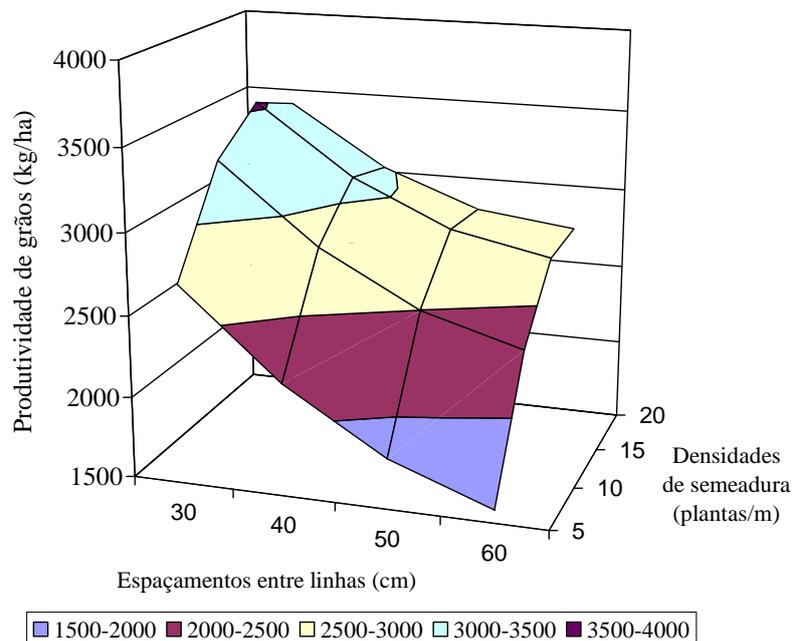
Semelhante ao observado para a variação do espaçamento de sementeira, o cultivar Carioca também não apresentou diferenças significativas no rendimento, em função das diferentes densidades de sementeira. Esse fato reforça a idéia de que o material de hábito de crescimento prostrado e indeterminado apresenta maior plasticidade, alterando os componentes de produção como o número de vagens por planta e o número de grãos por vagens que aumentam à medida que a densidade populacional é diminuída (WESTERMANN; CROTHERS, 1977; STONE; PEREIRA, 1994), ou é aumentado o espaçamento entre linhas.

Por outro lado, a linhagem FT 3499 respondeu significativamente à densidade de sementeira, apresentando menor produtividade quando submetido a 5 plantas/m ( $2.057,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e

maiores produtividades para as densidades de 10, 15 e 20 plantas por metro, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 2).

Os resultados confirmam que o feijoeiro de hábito de crescimento ereto deve ser submetido a avaliações diferenciadas durante os testes de produtividade nos programas de melhoramento, por possuir comportamento diferenciado quando submetidos a diferentes arranjos espaciais. Dessa forma, cultivares promissores podem ter sido descartados, por não terem sido avaliados de forma adequada quanto ao arranjo espacial.

Não foram encontradas interações significativas para espaçamento x densidade e genótipo x espaçamento x densidade. Porém, com as interações entre densidade de sementeira e espaçamento do genótipo Ereto, foi possível uma análise de superfície, com significância a nível de 1% de probabilidade e  $R^2 = 0,61$ , representando um modelo de comportamento do material (Figura 1). Dessa maneira pode-se estimar a produtividade da cultura, em função dos valores de densidade de sementeira e espaçamento entre linhas intermediários aos utilizados no experimento.



**Figura 1.** Modelo de comportamento do rendimento ( $y\text{-kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) da linhagem FT 3499, em função dos diferentes espaçamentos ( $x\text{ - cm}$ ) e densidades de sementeira. ( $z\text{ - plantas}\cdot\text{m}^{-1}$ ) ( $Y = 4426,12 - 111,154x + 0,75775x^2 + 195,297z - 7,17583z^2 + 0,9805xz$ ;  $R^2=0,61^{**}$ )

A baixa população de plantas, principalmente quando espaçamentos entre linhas mais amplos são utilizados, é fator que contribui para a diminuição do rendimento das lavouras de feijão, apesar de haver controvérsia sobre o melhor arranjo espacial para a cultura. Em alguns casos, o

aumento da população de plantas não afeta a produção de grãos, mas a redução do espaçamento entre linhas reduz a altura de plantas e o rendimento (HORN et al., 2000), em outros não foi observada a influência de diferentes espaçamentos no rendimento de grãos, mas houve efeito das

densidades de semeadura na produtividade da cultura (ARF et al., 1996)

É importante que se conheça a população e o arranjo espacial que resulte em melhor potencial produtivo para diferentes cultivares (PEREIRA, 1989), apesar de que há cultivares de feijão que não respondem a alterações na densidade de plantas e/ou espaçamento entre linhas (ARF et al., 1996; MEDEIROS et al. 2000).

O desdobramento da análise de variância para o percentual de cobertura vegetativa dos materiais aos 36, 42, 49 e 71 dias após a semeadura (DAS), pode ser observado na Tabela 3. Considerando-se a média dos tratamentos, não foram encontradas diferenças significativas na cobertura vegetativa (%) da linhagem FT 3499, em relação ao padrão comercial Carioca em nenhuma das fases avaliadas.

**Tabela 3.** Análise de variância para a cobertura vegetativa (%) aos 36, 42, 49 e 71 DAS (dias após a semeadura) do cultivar Carioca e da linhagem FT 3499, em função de diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de semeadura.

FATOR	COBERTURA VEGETATIVA (%)			
	36 DAS	42 DAS	49 DAS	71 DAS
<b>GENÓTIPO (a)</b>				
FT 3499	34,4 A	60,5 A	86,7 A	97,3 A
Carioca	40,3 A	64,6 A	92,2 A	97,7 A
F	5,48 NS	4,2 NS	7,0 NS	0,9 NS
DMS	10,8	8,7	8,8	1,7
C.V. (%)	22,9	15,8	11,2	2,0
<b>ESPAÇAMENTO ENTRE LINHA (m) (b)</b>				
0,30	51,4 A	80,5 A	99,4 A	100,0 A
0,40	44,3 A	73,8 B	97,1 A	100,0 A
0,50	30,0 B	53,9 C	84,4 B	100,0 A
0,60	23,6 B	41,9 D	76,9 C	90,1 B
F	52,7 **	126,2 **	107,6 **	129,6 **
DMS	7,4	6,7	4,3	1,8
C.V. (%)	23,1	12,4	5,6	2,2
<b>DENSIDADE DE SEMEADURA (plantas/metro) (c)</b>				
5	24,6 C	50,5 C	82,7 B	97,5 A
10	35,1 B	57,2 B	87,0 B	97,2 A
15	42,5 A	71,3 A	94,2 A	97,5 A
20	47,0 A	71,1 A	93,9 A	97,9 A
F	41,4 **	40,4 **	20,7 **	0,4 NS
DMS	5,7	6,2	4,6	1,8
C.V. (%)	20,0	12,8	6,7	2,3
a x b	1,12 NS	1,1 NS	2,9 NS	0,7 NS
a x c	3,06 *	1,1 NS	1,2 NS	0,4 NS
b x c	2,06 NS	1,5 NS	3,4 **	0,4 NS
a x b x c	1,73 NS	1,9 NS	0,9 NS	0,4 NS

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Assim como observado para a produção de grãos, a cobertura vegetativa (%) dos genótipos foi afetada significativamente pelo maior espaçamento entre fileiras, aos 36 dias após a semeadura. Os valores médios de ambos genótipos, neste estágio, apresentam os maiores índices de cobertura nos menores espaçamentos (0,30 m e 0,40 m), diferindo

significativamente dos demais (0,50 m e 0,60 m). Independente do genótipo avaliado, a melhor discriminação entre os diferentes espaçamentos, para a cobertura vegetativa, ocorreu aos 42 dias após a semeadura, oscilando entre 41,9% com espaçamento de 0,60 m até 80,5 % com espaçamento de 0,30 m. Esta discriminação

diminuiu nas fases mais adiantadas do ciclo (49 e 71 DAS), sendo que aos 71 DAS quase todos os espaçamentos testados haviam coberto totalmente o solo.

A interação genótipo x espaçamento não foi significativa em nenhuma época avaliada, apresentando comportamento semelhante quanto ao fechamento das linhas de semeadura.

A densidade de semeadura apresentou diferenças significativas no percentual de cobertura de forma semelhante aos 36 e 42 dias após a semeadura. As maiores densidades (15 e 20 plantas/m) apresentaram maior porcentagem de cobertura vegetal que as densidades de 10 plantas/m e 5 plantas/m

O menor índice de cobertura vegetativa foi observado com a utilização da menor densidade de semeadura (5 plantas/m) nas avaliações mais precoces (36 e 42 DAS), não havendo discriminação entre este e a densidade de 10 plantas por metro nas avaliações posteriores (Tabela 3).

Contudo, aos 42 DAS um aspecto deve ser enfatizado: a enorme variação no índice de cobertura nos espaçamentos de 0,30 a 0,60 metros entre linhas, não foi também observada com o aumento da densidade de semeadura. O valor observado para a densidade de 5 plantas por metro (50,5%), não aumentou na mesma proporção quando submetido à maior densidade avaliada (20 plantas por metro) chegando apenas a 71,1%, evidenciando para este estágio de desenvolvimento, que os genótipos respondem mais à variação do espaçamento entre linhas do que a variação na densidade de semeadura. Este resultado está de acordo com o relatado por Lollato (1997), em que diferentes arranjos mostram maiores respostas às alterações no espaçamento entre fileiras, independente do tipo de grãos ou do porte dos genótipos.

A interação genótipo x densidade foi significativa ao nível de 5% de probabilidade somente aos 36 DAS (Tabela 3), e o desdobramento da interação está apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Desdobramento da interação genótipo x densidade de semeadura na cobertura vegetativa (%) aos 36 dias após a semeadura.

DENSIDADE (plantas/metro)	Genótipo	
	FT 3499	Carioca
5	21,8 Ac	27,3 Ac
10	31,3 Ab	38,9 Ab
15	43,1 Aa	41,9 Ab
20	41,3 Ba	52,8 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas, ou minúscula nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

O genótipo FT 3499, de porte ereto, diferenciou significativamente do Carioca apenas na densidade de 20 plantas por metro, apresentando um menor percentual de cobertura vegetativa (41,3%), mostrando alguma plasticidade, mas inferior ao Carioca. Ambos os genótipos apresentaram diferenças significativas na cobertura vegetativa aos 36 dias após a semeadura nas diferentes densidades de semeadura. Como esperado, os menores valores de cobertura vegetativa foram observados na densidade de 5 plantas/m, aumentando com o adensamento na linha de semeadura.

Aos 49 DAS, com o aumento do espaçamento, a densidade de semeadura tende a discriminar melhor os tratamentos, exceto no maior espaçamento que apresenta apenas duas classes distintas, os de menor número de plantas/m (5 e 10), com 82,7 e 87,0 %, em contraste com 15 e 20 plantas por metro, com 94,2 e 93,4 % (Tabela 3). A interação espaçamento x densidade, apenas para esta data, apresentou significância e o seu desdobramento pode ser observado na Tabela 5.

**Tabela 5.** Desdobramento da interação espaçamento x densidade na cobertura vegetativa (%) aos 49 dias após a semeadura.

DENSIDADE (plantas/metro)	ESPAÇAMENTO (m)			
	0,3	0,4	0,5	0,6
5	100,0 Aa	90,3 Bb	75,3 Cc	65,2 Db
10	97,5 Aa	98,0 Aab	81,3 Bbc	71,0 Cb
15	100,0 Aa	100,0 Aa	90,2 Bab	86,5 Ba
20	100,0 Aa	100,0 Aa	90,8 Ba	84,8 Ba

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas, ou minúscula nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). a 5%.

A avaliação da cobertura vegetal aos 49 DAS confirma a diferença de resposta dos genótipos ao arranjo espacial, principalmente quando estes são submetidos aos menores espaçamentos (0,30 e 0,40 m). Com o aumento na densidade de semeadura, existe uma tendência de aumentar a magnitude de significância, exceto no espaçamento de 0,60 m entre fileiras, que apresentou apenas duas classes distintas, as com menor densidade de semeadura (5 e 10 plantas por metro) e as com maior densidade de semeadura (15 e 20 plantas por metro).

De maneira geral, o comportamento dos genótipos, nas diversas datas de amostragem, mostra que a linhagem FT 3499 de porte ereto, apesar de apresentar um menor desenvolvimento vegetativo quando comparada à cultivar Carioca, de porte prostrado, termina seu ciclo reprodutivo com cobertura semelhante da área de cultivo (Tabela 3). Todavia, na correlação entre os diferentes percentuais da cobertura vegetativa e rendimento, o comportamento da linhagem FT 3499 apresentou valores diferenciados e significativos quando comparados ao cultivar Carioca (Tabela 6)

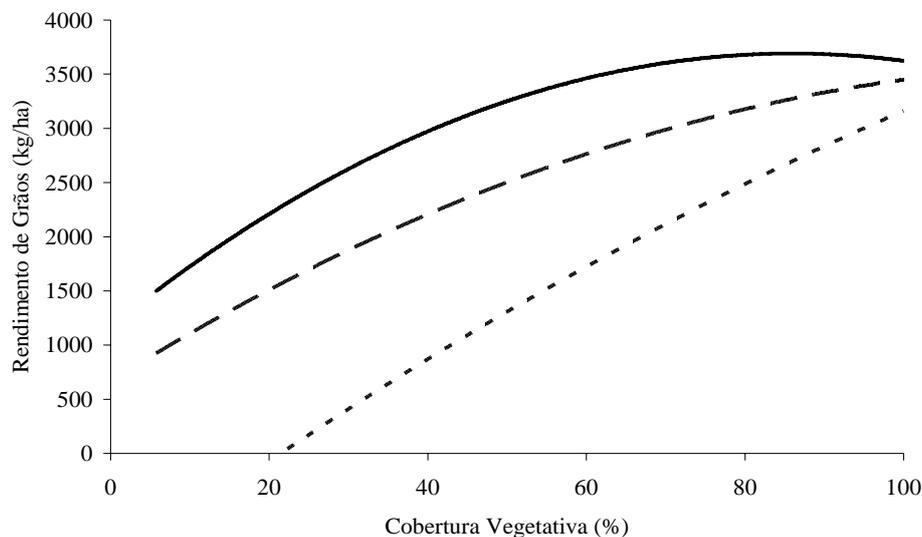
**Tabela 6.** Correlação de Pearson entre o rendimento e cobertura vegetativa dos genótipos FT 3499 e Carioca, aos 36, 42, 49 e 71 dias após a semeadura.

Época de amostragem (dias)	Produtividade	
	FT 3499	Carioca
36	0,784 **	0,210 *
42	0,747 **	0,342 **
49	0,730 **	0,371 **
71	0,354 **	0,172 NS

\*\* p< 0,01; \* p<0,05; NS não significativo

Dado as diferenças no hábito de crescimento, tornam-se necessários estabelecer modelos para a cobertura vegetativa (%) observada

nas fases de desenvolvimento do feijão Ereto e sua correlação com o rendimento (Figura 2).



**Figura 2.** Rendimento de grãos do genótipo FT 3499, em função do percentual de cobertura vegetativa aos 36, 42, e 49 dias após a semeadura. ( $Y_{36dap} = -0,3409x^2 + 58,579x + 1174,7$  ( $R^2=0,74^{**}$ ); - -  $Y_{42dap} = -0,1774x^2 + 45,555x + 667,63$  ( $R^2=0,66^{**}$ ); - - -  $Y_{49dap} = -0,1114x^2 + 53,761x - 1102,9$  ( $R^2=0,53^{**}$ ))

Por estes modelos é possível determinar o rendimento do feijoeiro de porte ereto, através das avaliações do percentual de cobertura vegetativa, especialmente aos 36 dias após a semeadura. Os resultados evidenciam a necessidade de um fechamento mais precoce das entrelinhas do plantio, a fim de proporcionar uma utilização mais eficiente

de água, luz e nutrientes (BRANDES, 1971) e melhorar a estratégia para o controle de plantas invasoras (ARAÚJO ; FERREIRA, 2006). Deve-se também ressaltar que o fechamento das linhas aos 36 dias é anterior ao período de maior demanda por fotoassimilados que ocorre entre 49 e 75 dias após a emergência (MEDEIROS et al., 2000).

## CONCLUSÕES

O cultivar Carioca apresenta maior adaptabilidade às mudanças no arranjo espacial que o genótipo FT 3499.

O genótipo de porte ereto tem as melhores produtividades nas densidades de 15 e 20 plantas

por metro, especialmente quando submetido a menores espaçamentos.

A predição do rendimento do feijoeiro de porte Ereto é possível por meio da avaliação do percentual de cobertura vegetativa do dossel aos 36 dias após a semeadura.

---

**ABSTRACT:** The objectives of this study were: to obtain a better spatial arrangement of common bean line FT 3499 for mechanized harvest and to quantify common bean yield in relation to the percentual of plant cover. This experiment was carried out with irrigation in Cristalina, GO, in the winter crop, on a yellow oxisol. The experimental design was a complete randomized blocks, with three replications. The two main plots were the genotypes Carioca and FT 3499 with contrasting growth habits. The sub-plots consisted of five row spacings (0.3, 0.4, 0.5, 0.6 m) and the sub-sub-plots consisted of four plant density (5, 10, 15 and 20 plants.m<sup>-1</sup>). Ground cover by canopy was sampled in four growing periods, at 36, 42, 49 and 72 days after emergence by digital images. At maturity, grain yield was evaluated and correlation analysis were carried out for sampling. The narrow spacing had significant positive values for FT 3499, of upright habitat. There was no effect for density. The positive correlation for yield and ground cover of FT 3499 genotype, 36 days after emergence, indicates the need for early canopy by appropriate plant distribution.

**KEYWORDS:** *Phaseolus vulgaris*. Density. Row spaces. Yield. Cover plant. Supervised classification.

---

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. A. A.; FERREIRA, A. C. B. Manejo do solo e plantio. In VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. v. 1. 2<sup>a</sup>. ed., Viçosa:UFV, 2006. p. 87-114.
- ARF, O.; SÁ, M. E. de; OKITA, C. S.; TIBA, M. A.; NETO, G. G.; OGASSAWARA, F. Y. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 629-934, 1996.
- BRANDES, D. **Análise de crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): efeito da densidade e da época de plantio**. 1971. 109f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FERREIRA, M. E.; ANDRADE, L. R. M. SANO, E. E.; CARVALHO, A. M.; JUNQUEIRA, N. T. V. Uso de imagens digitais na avaliação da cobertura do solo. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento – EMBRAPA CERRADOS: Planaltina-DF**, 2001. 50p.
- HORN, F. L.; SCHUCH, L. O. B.; SILVEIRA, E. P.; ANTUNES, I. F.; VIEIRA, J. C.; MARCHORO, G.; MEDEIROS, D. F.; SCHWENGBER, J. E. Avaliação de espaçamentos e populações de plantas de feijão visando a colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 41-46, 2000.
- LOLLATO, M. A. Efeito de população de plantas e a colheita mecanizada na cultura do feijão. In: FANCELLI, A. L. e DOURADO-NETO, D. **Tecnologia do feijão irrigado**. 2ed.rev. Piracicaba:Publique, 1997. p. 166-174.
- MEDEIROS, G. A. de, BUSSMEYERARRUDA, E. S.; FUJIWARA, M.; BONI, N. R. Crescimento vegetativo e coeficiente de cultura do feijoeiro relacionados a graus-dia acumulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1733-1742, 2000.
- OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; DA SILVA, J. G.; AIDAR, H. Efeito do arranjo espacial de plantas na produtividade do feijoeiro. In: COBUCCI, T. **Avanços tecnológicos com a cultura do feijoeiro comum no sistema de plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 15-20.

PEREIRA, A. R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônomo**, Campinas, v. 41, n. 1, p. 5-11, 1989.

SILVEIRA, J. S. M., CAETANO, L. F., FERRÃO, M. A. G. Espaçamento e densidade de plantio na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em condições irrigadas no Estado do Espírito Santo. In: REUNIÃO SOBRE FEIJÃO IRRIGADO, 1988, Goiânia. **Anais...** Goiânia : EMBRAPA-CNPAP, 1990, p. 165-167.

SLONEKER, L., MODENHAUER, L. **Journal of Soil and Water Conservation Society**, Ankeny, v. 32, p. 231-236, 1977.

STOCKING, M. A. Assessing vegetative cover and management effects. In: Lal, R. (Ed.) **Soil erosion research methods**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1988. p. 163-165.

STONE, L. F., PEREIRA, A. I. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão. Efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 521-533, 1994.

WESTERMANN, D. T., CROTHERS, S. E. Plant population effects on the seed yield components of bean. **Crop Science**, Madison, v. 17, p. 493-496, 1977.

ZIVIANI, A. C., RIBEIRO JR., W. Q., RAMOS, M. L. G., PONTES, G. M., FRANÇA, L. V. e VILELA, A. L. Effect of population size and spatial arrangement in a new erect common bean genotype (*Phaseolus vulgaris* L.), compared with commercial cultivars in low input system. **Annual report of the Bean Improvement Cooperative – BIC**, v. 45, p. 118-119 – USA, 2002.