



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Melhoramento do Feijão-Caupi para Temperaturas Moderadas e Elevadas no Vale do São Francisco

Carlos Antonio Fernandes Santos¹

¹Pesquisador Embrapa Semiárido (CPATSA), Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento Vegetal. E-mail: casantos@cpatsa.embrapa.br

Artigo recebido em 10/12/2011 e aceito em 26/12/2011

RESUMO

O cultivo do feijão-caupi no Submédio do Vale do São Francisco (SVSF) é realizado no primeiro semestre, sem irrigação e temperaturas mais amenas, e no segundo semestre, com irrigação e temperaturas mais elevadas. No período de 2008 a 2009 foram avaliadas 22 linhagens tipo 'Canapu' e outras 22 linhagens de porte ereto e crescimento determinado em dois experimentos em blocos ao acaso, com três repetições. Pelo menos uma geração de seleção para obtenção das linhagens foi realizada em condições de alta temperatura do segundo semestre. Em torno de 30 experimentos foram conduzidos nos campos experimentais da Embrapa Semiárido em Juazeiro e Petrolina e em áreas de produtores do SVSF. O manejo e densidades populacionais foram similares nos dois semestres, com irrigação apenas no segundo semestre. As diferenças entre temperaturas máximas e mínimas dos meses de março x outubro e de abril x novembro, período de floração das linhagens, foram significantes pelo teste 't'. A produtividade média de grãos foi de 1394 kg/ha e 1078 kg/ha com e sem irrigação, respectivamente, no experimento de linhagens tipo 'Canapu' e de 1468 kg/ha e de 1081 kg/ha, com e sem irrigação, respectivamente, no experimento de linhagens de porte ereto e crescimento determinado, sugerindo a superioridade das linhagens quando avaliadas com irrigação. As cultivares Marataoã e Canapu, diferente das linhagens desenvolvidas em Petrolina, apresentaram maior produção no primeiro semestre do ano, não respondendo ao regime irrigado, devido a menor tolerância às temperaturas elevadas do segundo semestre. A avaliação de linhagens em meados dos dois semestres é uma estratégia simplificada, que permitiu selecionar genótipos com tolerância às altas temperaturas e responsivos à irrigação.

Palavras - chave: *Vigna unguiculata*, produtividade, adaptação, irrigação.

Breeding Cowpea for Moderate and High Temperatures in the São Francisco River Valley, Brazil

ABSTRACT

Cowpea is grown in the São Francisco river valley (SFRV) in the first semester, without irrigation and with occurrence of medium temperatures, and also in the second semester, with irrigation and high temperatures. From 2008 to 2009 were evaluated 22 lines of 'Canapu' type and also other 22 lines of upright plant and determinate growth habits in a block experimental design, with tree replications. At least one generation of selection to obtain the lines was done under high temperatures conditions of the second semester. Around 30 experiments were evaluated in the Juazeiro and Petrolina Embrapa Semiárido experimental station and also in SFRV grower fields. Crop managements and plant density/ha were the same in both semesters, with irrigation only in the second semester. The maximum and minimum temperatures in March x October and April x November, that corresponds to the cowpea flower time in both experiments, were significant by 't' test, based on 35 years of data. The yield means were 1394 kg/ha and 1078 kg/ha with and without irrigation, respectively, in the 'Canapu' lines experiment, and 1468 kg/ha and 1081 kg/ha, with and without irrigation, respectively, in the upright plant and determinate growth habits lines experiment, indicating that the lines were more productive under irrigation conditions. Marataoã and Canapu control cultivars, differing from the lines developed at Petrolina, presented high yield in the first semester, without response to irrigation, due the low adaptation to high temperatures of the second semester. Evaluation of lines in middle of both semesters was a simplified strategy that allowed selecting genotypes with high temperature tolerance and with good response to the irrigation.

Keywords: *Vigna unguiculata*, yield, adaption, irrigation.

* E-mail para correspondência: casantos@cpatsa.embrapa.br
(Santos, C. A. F.).

1. Introdução

Tradicionalmente cultivado em regime de sequeiro no primeiro semestre, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) surge como uma opção para cultivo em regime irrigado no segundo semestre na região do Submédio do Vale do São Francisco, quando os preços alcançados são atrativos.

A área total cultivada com feijão-caupi nos projetos de irrigação Nilo Coelho, Bebedouro e Maria Tereza, em Petrolina, PE, nos anos de 2008 e 2009 foi 500 ha e 360 ha, respectivamente, com produtividade média de 1.350 kg/ha¹. Na região do Submédio do Vale do São Francisco, tendo como polo as cidades de Petrolina, PE e Juazeiro, BA, existe uma área irrigada superior a 120.000 ha, dedicada, principalmente, ao cultivo de manga, uva, cebola, entre outras hortaliças e fruteiras.

No plantio dependente de chuvas, o rendimento do feijão-caupi apresenta uma variação de 163 kg/ha a 517 kg/ha em áreas do Vale do São Francisco. A menor produtividade média tem sido observada nos municípios piauiense de Acauã, Paulistana e Queimada Nova (163 kg/ha). Nos municípios pernambucanos de Afrânio, Dormentes, Santa Filomena, Santa Cruz e Ouricuri a menor produtividade observada foi de 245 kg/ha. Destacam-se com os melhores rendimentos os municípios baianos de Remanso, Pilão Arcado e Campo Alegre de Lourdes com a produtividade média de 517 kg/ha, considerando-se os dados para os anos de 2005 a 2008 (IBGE, 2010). Essa maior

produtividade nos três municípios baianos pode ter sido influenciada pelo plantio de vazante em áreas do lago de Sobradinho. As sementes utilizadas nos plantios de sequeiro são, normalmente, genótipos locais, como o 'Canapu', selecionados e mantidos pelos agricultores.

Os maiores preços praticados para o feijão-caupi no mercado do produtor de Juazeiro, no período de 2007 a 2010, foram nos meses de setembro a fevereiro, quando ocorre uma menor oferta do produto oriundo de áreas dependentes de chuvas. Nesses meses, o preço do feijão-caupi aproxima-se ao do feijão de arranca (*Phaseolus vulgaris*), que tem uma maior aceitação pelos consumidores. Os menores preços praticados para o feijão-caupi ocorrem nos meses de junho a agosto (Santos, 2011).

O cultivo do feijão-caupi nos dois semestres do ano no Submédio do Vale do São Francisco apresenta algumas particularidades. No primeiro semestre, o cultivo é dependente de chuvas e as temperaturas são mais amenas, enquanto no segundo semestre o cultivo é realizado com irrigação e as temperaturas são mais elevadas.

2. Desenvolvimento

2.1 Efeito da Temperatura Elevada no Feijão-Caupi

Estima-se que a concentração de dióxido de carbono na atmosfera deve ficar de entre duas a três vezes superior aos valores observados atualmente, 380 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, o

¹Informação por mensagem eletrônica de Elício Nunes, PLANTEC, Petrolina, PE.

que pode provocar aumentos na temperatura da ordem de 2,5 °C a 4,5 °C por causa do aumento projetado do dióxido de carbono e ao efeito estufa (Singh *et al.*, 2010).

O feijão-caupi desenvolve-se numa faixa de temperatura entre 20 °C e 35°C, com faixa ideal de temperatura para a germinação da cultura de 23 °C a 32,5° C e a faixa de temperatura para a formação de nódulos entre 24 °C e 33°C. Altas temperaturas durante o período de florescimento reduzem o pegamento floral e prejudicam a floração, enquanto baixas temperaturas prolongam o ciclo da planta (Pinho *et al.*, 2011).

Como revisado por Ahmed *et al.* (1992), temperaturas elevadas associadas com dias longos durante o início da floração, em feijão-caupi, podem resultar no aborto dos botões florais, de forma que flores não são produzidas. Ainda segundo esses autores, altas temperaturas noturnas podem resultar em macho-esterilidade e, por consequência, na ausência da formação de vagens.

Estudos realizados com feijão-caupi irrigado na quente e árida região de San Joaquin, no Vale da Califórnia, EUA, têm demonstrado que o aumento da temperatura noturna causa uma redução de 4% a 14% na produção de vagens e rendimento de grãos para cada °C acima do limite 16 °C, por causa da esterilidade do pólen e da indeiscência das anteras (Hall, 2009). Nielsen e Hall (1985) demonstraram que a temperatura mínima noturna superior a 20 °C pode resultar em perdas na produção de grãos.

Variabilidade genotípica tem sido identificada em acessos de feijão-caupi para altas temperaturas possibilitando o estabelecimento de programas de melhoramento para essa condição (Patel e Hall, 1990). Hall (2009) propôs que a seleção para plantas apresentando abundante floração e vagens, visando o desenvolvimento de linhagens tolerantes ao calor, seja efetuada na geração F2, pois ocorrerá a fixação do gene na condição recessiva, conferindo tolerância à supressão dos botões florais por causa do calor.

Ismail e Hall (1999), medindo a quantidade de eletrólitos liberados de discos foliares de diferentes cultivares de caupi, observaram que os genótipos mais sensíveis às temperaturas noturnas elevadas no estádio floração e enchimento das vagens também apresentavam uma maior termossensibilidade de suas membranas celulares à medida que se elevava a temperatura de incubação. Usando essa técnica, Marques *et al.* (2001) citado por Pinho *et al.* (2011), avaliaram quatro cultivares caupi (Epace 1, Epace 10, Epace 11 e BR-10 Piauí) e observaram que a menor percentagem de danos à membrana celular, determinada pela liberação de eletrólitos de discos foliares incubados à temperaturas de 45 °C e 60 °C, foi obtida na cultivar Epace 10, sugerindo que essa cultivar é mais adaptada à temperaturas elevadas que as demais estudadas.

Utilizando-se os acessos ‘Prima’ e ‘TVu4552’, que apresentaram forte tolerância

à supressão floral, induzida pelo calor e baixa produção de vagens, Ehlers e Hall (1998) reportaram o desenvolvimento de linhagens de feijão-caupi que apresentavam grande produção de vagens em condições extremamente quentes, com temperaturas máximas e mínimas de campo variando de 41°C a 50 °C/22 °C a 27°C, respectivamente, o que possibilitou o desenvolvimento de cultivares com produção de grãos de duas a cinco vezes superior a outras cultivares comerciais.

2.2 Melhoramento de Feijão-Caupi na Embrapa Semiárido

O programa de melhoramento de feijão-caupi na Embrapa Semiárido considera o desenvolvimento de cultivares específicas para a região do Vale do São Francisco, tanto para áreas dependentes de chuva como para áreas irrigadas, pois a recomendação de cultivares desenvolvidas em outras regiões não é a melhor opção do ponto de vista agrônomico, além da especificidade do mercado local para tipo de grão (Santos *et al.*, 2008).

As linhagens desenvolvidas na Embrapa Semiárido para avaliação em vários ambientes foram resultantes do cruzamento de parental tipo ‘Canapu’ ou de parental de porte ereto e crescimento determinado, com outras cultivares adaptadas e/ou desenvolvidas para a região. Os avanços das gerações F1 a F5 foram realizados em condições irrigadas, na

Estação Experimental de Bebedouro, pelo método de uma vagem por planta. Seleções intensas contra viroses e para menor número de dias para colheita foram realizadas durante os avanços das gerações segregantes. Pelo menos uma geração de seleção foi realizada em condições de alta temperatura do segundo semestre.

Os experimentos com linhagens de feijão-caupi têm sido conduzidos nos campos experimentais de Bebedouro e Mandacaru, da Embrapa Semiárido, bem como em áreas de produtores, com o objetivo de se obter uma maior cobertura de pontos experimentais do Submédio do Vale do São Francisco (Tabela 1). Em áreas dependentes de chuva, os experimentos têm sido conduzidos no primeiro semestre, com temperaturas máximas e mínimas moderadas, e no segundo semestre, com temperaturas máximas e mínimas elevadas (Tabela 2).

No período de 2008 a 2009 foram avaliadas linhagens tipo ‘Canapu’ (Tabela 3) e linhagens superprecoces de porte ereto e crescimento determinado (Tabela 4). Nos experimentos irrigados utilizou-se a microaspersão ou aspersão ou sulcos, exceto no experimento de Remanso, que foi instalado em área de vazante do Lago de Sobradinho (Tabela 1). O manejo dos experimentos para controle de pragas e ervas daninha foi similar nos experimentos conduzidos tanto no primeiro, como no segundo semestre.

Tabela 1. Local, coordenadas, data de plantio e coeficiente de variação (CV) e quadrado médio de tratamentos (QMTratamentos) da produção de grãos para experimentos de linhagens tipo ‘canapu’ (experimento 1) e linhagens de porte ereto e crescimento determinado (experimento 2) de feijão caupi conduzidos no período de 2007 a 2009 em condições irrigadas ou de sequeiro, em campos experimentais e em áreas de produtores no submédio vale do São Francisco.

Local do Experimento	Coordenadas	Data Plantio	Coeficiente de variação (%)		QMTratamento	
			Experimento1	Experimento2	Experimento1	Experimento2
Irrigado						
Lote 6, Agrovila 1. Petrolândia, PE	S08°58'	26/09/2007	40,0	35,7	606041**	580886**
C.E. Bebedouro, Petrolina, PE	S09°09'W40°22'	15/10/2007	18,1	19,3	362156**	732766**
C.E. Mandacaru, Juazeiro, BA	S09°24'W40°26'	15/10/2007	29,2	24,1	480141**	448951**
Setor 8, Proj Caraúbas, Sta Maria Boa Vista, PE	S08°28'26''W039°45'46''	12/09/2008	56,0	36,7	309015*	507124**
C.E. Bebedouro, Petrolina, PE	S09°09'W40°22'	04/09/2008	16,0	26,6	189306*	562176**
C.E. Mandacaru, Juazeiro, BA	S09°24'W40°26'	04/09/2008	13,0	18,7	135853**	262238**
Faz Imbiribeira, Ponto Novo, BA	S10°50'44''W40°12'36''	04/09/2008	27,6	28,3	79324 ^{NS}	98997 ^{NS}
Faz Pantanal, Remanso, BA	S09°39'66''W42°08'26''	30/08/2008	30,0	27,0	144812 ^{NS}	297256*
Sequeiro						
Sítio do Orlando, Caat. Grande, Dormentes, PE	S08°15'50''W041°08'59''	28/02/2008	24,8	19,4	239970 ^{NS}	338228**
Sítio do Zeca, Massaroça, Juazeiro, BA	S09°52'06''W040°13'77''	18/03/2008	35,8	33,6	112555 ^{NS}	65776 ^{NS}
C.E. da Caatinga, Petrolina, PE	S09°13'W40°29'	27/02/2008	38,6	42,7	255814*	163761 ^{NS}
Sítio Suspirante, Acauã, PI	S08°23'33''W041°06'89''	04/02/2009	30,1	37,3	105417 ^{NS}	145757 ^{NS}
Sítio do Zeca, Massaroça, Juazeiro, BA	S09°51'	05/02/2009	30,4	23,8	187150 ^{NS}	280774*
Sítio do Orlando, Caat. Grande, Dormentes, PE	S08°15'50''W04°08'59''	03/02/2009	50,2	45,7	175387 ^{NS}	152061 ^{NS}
C.E. da Caatinga, Petrolina, PE	S09°13'W40°29'	02/02/2009	34,0	32,7	88979 ^{NS}	123196 ^{NS}

** , * e ^{NS} significativo a 1%, 5% e não-significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2. Dados da temperatura máxima e mínima da Estação Meteorológica de Mandacaru, Juazeiro, BA no período de 1975 a 2010, com teste t para os meses de fevereiro x setembro, março x outubro, abril x novembro e maio x dezembro.

Ano	Mês																Média Ano	
	Fev		Mar		Abr		Mai		Set		Out		Nov		Dez		Max	Min
	Max	Min																
2010	35,3	21,6	34,6	21,5	32,5	20,5	33,6	19,5	32,7	17,5	35,1	19,9	35,8	20,6	33,3	20,3	33,2	19,5
2009	32,9	20,5	33,6	21,0	31,8	20,4	30,0	19,7	34,8	19,2	34,1	20,8	35,2	20,3	34,6	21,2	33,0	19,8
2008	34,1	20,7	32,7	21,0	32,0	20,8	31,2	18,9	33,8	18,4	35,0	19,6	36,4	21,2	24,2	20,8	32,2	19,4
2007	32,2	21,1	32,9	20,3	34,5	20,3	33,2	19,8	32,7	18,4	34,6	19,7	36,0	21,0	35,3	21,2	33,6	19,7
2006	35,1	22,4	33,0	22,3	31,5	21,4	31,2	19,9	33,5	19,0	35	21,2	34,3	20,7	36,0	21,7	32,9	20,4
2005	33,4	22,2	32,7	21,9	32,0	21,1	30,4	20,0	34,0	19,8	35,3	21,1	35,0	21,9	33,6	21,4	32,8	20,6
2004	31,5	21,3	32,1	21,0	33,4	21,2	31,8	19,4	32,8	18,9	35,0	21,5	35,1	22,0	35,7	24,4	32,8	20,4
2003	33,3	21,5	34,0	21,8	33,5	21,2	32,0	20,5	33,3	19,5	34,6	20,8	34,1	21,6	36,1	22,5	33,3	20,6
2002	33,2	21,3	33,8	21,7	33,3	21,0	32,1	20,4	33,5	20,1	35,0	21,1	35,6	22,2	34,8	23,0	33,0	20,7
2001	33,8	21,8	33,2	21,6	33,3	20,7	33,8	21,1	32,9	19,8	34,7	21,5	35,9	22,4	34,5	22,6	33,0	20,7
2000	31,4	21,1	31,2	20,8	32,2	21,7	31,9	20,1	32,3	19,9	33,6	20,9	31,5	21,7	31,3	21,3	31,6	20,5
1999	33,8	22,4	32,7	21,8	33,7	20,6	31,8	20,6	31,6	19,5	32,8	20,6	33,3	21,7	31,4	21,5	32,0	20,5
1998	35,0	23,2	36,0	23,6	35,7	22,8	32,8	21,8	32,9	19,9	35,3	21,8	35,5	23,2	34,3	22,6	33,5	21,7
1997	33,3	21,4	30,2	21,4	30,1	20,7	28,7	19,5	34,8	20,2	35,2	22,1	34,5	21,8	35,4	23,0	32,1	20,5
1996	34,6	24,1	33,1	23,8	31,0	23,0	31,0	21,9	32,8	20,4	34,7	22,0	33,0	22,3	33,6	22,0	32,3	21,8
1995	32,3	23,5	32,7	23,3	32,0	22,9	31,9	22,8	32,3	20,7	34,7	22,8	33,0	23,2	32,8	23,4	32,1	22,2
1994	33,6	23,2	31,2	22,1	31,8	21,6	31,7	20,9	32,2	20,7	34,3	22,4	34,8	23,2	34,9	23,8	32,3	21,7
1993	33,6	22,3	34,6	22,4	33,7	22,8	32,0	21,9	33,4	21,1	33,2	22,1	34,3	22,6	34,6	23,1	32,9	21,5
1992	29,6	21,3	31,8	21,0	32,0	21,1	32,3	20,1	31,9	20,4	34,3	21,5	33,3	22,4	31,9	21,7	31,6	20,7
1991	33,4	22,3	32,1	22,5	32,3	22,1	31,1	21,4	32,0	20,1	33,7	20,6	33,3	22,8	34,1	22,6	31,8	21,1
1990	32,1	21,6	32,6	21,7	32,9	22,1	32,5	21,4	32,9	21,3	33,5	22,2	33,9	22,7	34,4	22,7	32,3	21,3
1989	33,6	23,1	32,2	22,4	31,9	20,8	29,7	20,6	32,8	21,0	33,9	21,9	33,4	22,9	28,7	21,7	31,4	21,2
1988	35,4	13,5	30,9	22,4	30,4	22,3	30,3	20,1	31,2	20,0	32,8	22,0	33,6	22,7	30,3	21,4	31,3	20,3
1987	35,1	23,3	30,5	22,4	30,5	21,6	30,7	20,6	33,2	21,2	34,8	23,1	34,6	24,2	34,1	13,7	32,5	21,0
1986	32,2	21,5	30,4	21,5	31,9	21,9	31,7	20,3	31,4	20,4	32,8	22,1	33,6	22,0	33,8	22,5	31,7	20,9
1985	30,5	21,2	30,9	21,7	29,2	20,8	29,3	19,9	32,0	18,3	33,7	21,3	33,2	21,5	29,3	20,7	30,3	20,1
1984	34,5	23,4	32,5	22,8	29,6	21,3	29,6	20,0	32,0	19,8	33,3	21,4	33,9	22,1	34,9	23,1	32,1	21,0
1983	30,8	22,7	32,1	22,1	32,5	21,4	33,1	20,9	33,4	20,6	33,7	21,5	34,6	23,0	33,9	22,6	32,5	21,3
1982	32,4	22,3	33,3	22,8	30,9	22,0	29,9	20,2	31,5	20,8	33,7	21,5	34,8	22,4	34,4	23,0	32,0	21,3
1981	33,5	21,2	30,7	22,1	29,3	20,7	29,6	18,8	31,7	18,9	34,2	21,5	34,0	22,2	33,9	22,3	31,5	20,2
1980	28,9	20,9	30,4	20,5	31,7	20,3	31,4	20,5	32,8	20,7	33,8	21,6	32,2	22,1	32,5	22,4	31,3	20,5
1979	29,3	21,7	31,9	21,1	31,7	21,4	30,6	20,2	32,4	20,5	34,2	22,0	33,6	22,4	33,6	22,5	31,5	20,8
1978	29,6	21,3	29,0	20,3	30,1	20,3	28,7	19,7	31,5	19,8	33,4	21,9	33,8	22,1	31,9	21,9	30,5	20,2
1977	32,3	21,5	33,2	22,0	30,6	21,9	29,6	20,7	31,7	20,2	32,2	21,4	34,5	22,8	31,0	21,7	31,4	21,0
1976	30,3	21,3	32,4	21,7	32,3	21,2	31,9	20,6	32,5	21,2	31,4	21	31,9	21,7	33,0	21,8	31,8	20,6
1975	31,7	-	31,0	-	29,8	-	28,6	-	30,8	-	34,1	-	34,9	-	33,4	-	31	-

Média	32,7	21,7	32,3	21,8	31,9	21,4	31,1	20,5	32,6	20,0	34,0	21,4	34,2	22,2	33,2	21,9	32,1	20,7
Teste t – significância-%	Fev-Set						Mar-Out				Abr-Nov				Mai-Dez			
Máxima	0.767384403						3.71966E-08				2.76401E-10				2.72847E-05			
Mínima	1.65134E-06						0.048101063				0.000104416				1.85939E-05			

Tabela 3. Dias para a maturação (DMP), parâmetros genéticos para análise conjunta, produtividade de grãos em regime de sequeiro e irrigado e significância do teste ‘t’ para um par do mesmo tratamento de 22 linhagens tipo ‘Canapu’ e três cultivares controle avaliadas na população de 100.000 plantas/ha, em quinze ambientes do Vale do São Francisco. Petrolina-PE, Embrapa Semiárido, 2009.

Tratamento	Parentais	DPM	Parâmetros genéticos (Análise conjunta)			Produção (kg/ha)		
			B _i	σ _{di}	R ² (%)	Irigada	Sequeiro	Teste T Significância (%)
01-T2	BR 10 Gurgueia x Canapu	58,80	0,82 ^{NS}	61214**	51	1331	1244	22,834
02-T3	BR 10 Gurgueia x Canapu	61,46	1,04 ^{NS}	-9410 ^{NS}	82	1355	1101	11,952
03-T6	BR 10 Gurgueia x Canapu	59,80	0,89 ^{NS}	-6975 ^{NS}	76	1441	1039	2,710
BRS Acauã	BR 10 Gurgueia x Canapu	59,53	0,94 ^{NS}	17832*	69	1520	1339	16,636
05-T9	IPA 206 x Canapu	65,46	1,06 ^{NS}	38648 ^{NS}	68	1190	930	17,205
06-T16	IPA 206 x Canapu	61,53	0,86 ^{NS}	-24266 ^{NS}	83	1392	1097	5,268
07-T17	IPA 206 x Canapu	62,33	1,18 ^{NS}	30901 ^{NS}	74	1700	1239	3,654
08-T18	IPA 206 x Canapu	60,46	0,74 ^{NS}	28803 ^{NS}	54	1478	1059	2,623
09-T19	IPA 206 x Canapu	62,09	0,79 ^{NS}	11560 ^{NS}	63	1358	1138	8,843
10-T25	IPA 206 x Canapu	59,73	0,85 ^{NS}	49492*	55	1476	1135	10,747
11-T28	IPA 206 x Canapu	58,53	0,98 ^{NS}	-17768 ^{NS}	83	1393	1086	8,252
12-T35	IPA 206 x Canapu	59,00	0,86 ^{NS}	45219*	57	1581	1050	0,576
13-T36	IPA 206 x Canapu	63,26	1,01 ^{NS}	-26942 ^{NS}	88	1310	1037	10,932
14-T37	IPA 206 x Canapu	62,53	1,07 ^{NS}	16969 ^{NS}	74	1411	1031	2,702
15-T38	IPA 206 x Canapu	61,25	1,14 ^{NS}	-10543 ^{NS}	85	1381	956	4,920
16-T39	IPA 206 x Canapu	61,33	1,01 ^{NS}	-8810 ^{NS}	81	1584	1140	1,423
17-T40	IPA 206 x Canapu	58,66	1,07 ^{NS}	10804 ^{NS}	76	1516	1047	2,862
18-T49	IPA 206 x Canapu	60,20	0,91 ^{NS}	41800*	60	1608	1073	1,526
19-T51	IPA 206 x Canapu	60,46	1,23 ^{NS}	-21256 ^{NS}	90	1519	993	2,244
20-T56	P162 x Canapu	61,20	0,98 ^{NS}	-6006 ^{NS}	79	1528	1240	7,201
21-T65	P162 x Canapu	66,00	1,06 ^{NS}	81653**	59	1162	978	20,337
22-T68	P162 x Canapu	61,60	0,93 ^{NS}	-5130 ^{NS}	77	1355	818	0,844
23-BRS Pujante	-	65,00	1,42**	1997 ^{NS}	87	1460	1060	7,461
24-Marataoã	-	66,11	1,07 ^{NS}	128568**	52	740	1011	6,315
25-Canapu	-	66,73	1,03 ^{NS}	34740 ^{NS}	68	1067	1110	26,278
Média						1394	1078	
CV						28,3	35,7	

^{ns}, ** e * significativo a 1% pelo teste t para β_i e pelo teste F para σ_{di}.

Tabela 4. Dias para a maturação (DMP), parâmetros genéticos para análise conjunta, produtividade em regime de sequeiro e irrigado e significância do teste 't' para um par do mesmo tratamento de 22 linhagens de porte ereto e crescimento determinado e três cultivares controle avaliadas na população de 200.000 plantas/ha, em quinze ambientes do Vale do São Francisco. Petrolina-PE, Embrapa Semiárido, 2009.

Tratamento	Parentais	DPM	Parâmetros genéticos (Análise irrigada + sequeiro)			Produção (kg/ha)		
			B _i	σ _{di}	R ² (%)	Irrigada	Sequeiro	Teste T Significância (%)
1.F2-8-P10-1-P3	Epace 11 x 293588	58	0,82 ^{NS}	-1236 ^{NS}	70	1225	785	1,552
2.F2-4	Epace 11 x 293588	58	0,94 ^{NS}	11358 ^{NS}	70	1232	1010	11,052
BRS Carijó	BR 10 Gurgueia x 293588	58	1,07 ^{NS}	54700*	63	1777	1241	2,707
4.F2-4B	Epace 11 x 293588	57	1,19 ^{NS}	14636 ^{NS}	78	1561	1056	2,323
5.F2-49-P1-2-P2	Epace 11 x 293589	57	0,82 ^{NS}	-6331 ^{NS}	72	1470	1038	0,949
6.F2-49-P1-2-2P-2P	Epace 11 x 293589	58	0,77 ^{NS}	-28941 ^{NS}	82	1388	1166	11,229
7.F2-49-P1-2P-P2B	Epace 11 x 293588	59	0,95 ^{NS}	-2605 ^{NS}	75	1741	1063	2,625
8.F2-49-P1-2-P4	Epace 11 x 293588	59	1,26 ^{NS}	-22103 ^{NS}	90	1476	1064	5,943
9.F2-192	BR 10 Gurgueia x 293588	61	1,11 ^{NS}	37350 ^{NS}	70	1463	924	2,122
10.F2-192B	BR 10 Gurgueia x 293588	56	0,97 ^{NS}	115781**	49	1556	1108	3,844
11.F2-192-P4-P2-P1	BR 10 Gurgueia x 293588	56	0,94 ^{NS}	97229**	50	1610	1114	2,890
12.F2-192-P4-5-P1	BR 10 Gurgueia x 293588	57	0,96 ^{NS}	55503*	59	1435	1034	4,864
13.F2-49-P1-2-P4	Epace 11 x 293588	59	1,12 ^{NS}	-6397 ^{NS}	82	1599	1033	2,111
14.F2-4-P1-2-P1-P1	Epace 11 x 293588	58	0,98 ^{NS}	6615 ^{NS}	74	1547	1099	3,113
15.F2-4-P1-2-P1-P2-a	Epace 11 x 293588	56	0,81 ^{NS}	-8877 ^{NS}	72	1502	1140	4,211
BRS Tapaihum	Epace 11 x 293588	56	1,05 ^{NS}	-19644 ^{NS}	85	1619	1157	4,215
17.F2-4-P1-2P-1-P2-c	BR 10 Gurgueia x 293588	56	0,82 ^{NS}	16305 ^{NS}	63	1545	988	0,277
18.F2-18-P4-2-P1	IPA 206 x 293588	58	0,77 ^{NS}	-17481 ^{NS}	75	1446	1318	20,443
19.F2-49-P1-2P-P4	Epace 11 x 293588	61	1,36 ^{NS}	176106**	58	1382	1111	27,258
20.F2-49-P1-2-P4	Epace 11 x 293589	60	1,13 ^{NS}	93193**	60	1425	1159	21,214
21.F2-4-P1-2-P1-P2	Epace 11 x 293590	59	1,15 ^{NS}	27491 ^{NS}	74	1578	1044	9,353
22.F2-52	BR 10 Gurgueia x 293588	57	1,04 ^{NS}	-8030 ^{NS}	81	1632	1184	2,368
23.BRS Pujante	-	66	1,42**	123786**	66	1620	910	2,003
24.Marataoã	-	66	0,71 ^{NS}	272641**	21	966	1145	8,048
25.Canapu	-	65	0,75 ^{NS}	239709**	24	898	1141	10,326
Média						1468	1081	-
CV						27,7%	36%	-

^{ns}, ** e * significativo a 1% pelo teste t para β_i e pelo teste F para σ_{di}.

Os experimentos conduzidos na região no período de 2007 a 2009 (Tabela 1) possibilitam as seguintes conclusões:

1) As diferenças entre temperaturas máximas e mínimas dos meses de março x outubro e de abril x novembro têm sido significantes pelo teste 't' (Tabela 2), o que tem possibilitado uma avaliação do efeito das temperaturas na produtividade do feijão-caupi. Deve-se ressaltar que a floração ocorre em torno de 35 dias após o plantio, o que coincide com os meses em que as diferenças das temperaturas têm sido estatisticamente diferentes. Essa pode ser uma estratégia simplificada para a identificação de genótipos de ampla adaptação, responsivos à irrigação e, principalmente, com adequada tolerância às altas temperaturas do segundo semestre.

2) Os coeficientes de variação foram mais elevados nos experimentos dependentes de chuvas no primeiro semestre, o que deve ter limitado a ausência de significância para os quadrados médios de tratamentos, indicando que os tratamentos avaliados não diferiram entre si para a produção de grãos (Tabela 1). A maioria dos coeficientes de variação dos experimentos do segundo semestre, em ambiente irrigado, foram menores do que 30%, resultando em diferenças estatísticas para os quadrados médios dos tratamentos, indicando que os tratamentos avaliados diferiram entre si para a produção de grãos (Tabela 1). Apesar das dificuldades na condução dos experimentos dependentes de chuvas no primeiro semestre,

a estratégia de se avaliar os tratamentos tanto em campos experimentais, como em áreas de produtores foi eficiente por possibilitar avaliações em vários ambientes do Submédio do Vale do São Francisco.

3) Diferença estatística significativa ($p < 0,01$) para os quadrados médios de tratamentos, dos ambientes e da interação tratamento*ambiente (Santos e Ribeiro, 2009), indicando que a recomendação de cultivares avaliadas em outras regiões do Nordeste para a região do Submédio do Vale São Francisco não é a melhor estratégia.

4) Produtividade média de grãos foi de 1394 kg/ha e 1078 kg/ha, respectivamente, no experimento de linhagens tipo 'Canapu' (Tabela 3) e de 1468 kg/ha e de 1081 kg/ha, respectivamente, no experimento de linhagens de porte ereto e crescimento determinado (Tabela 4), sugerindo a superioridade das linhagens quando avaliadas em ambiente irrigado.

5) A média de produção de grãos foi superior nos experimentos irrigados, em comparação com os de sequeiro (Tabelas 3 e 4), indicando que as linhagens de feijão caupi apresentaram boa tolerância às temperaturas elevadas do segundo semestre.

6) As cultivares Marataoã e Canapu, diferente dos outros tratamentos, apresentaram maior produção no primeiro semestre do ano (Tabelas 3 e 4), não respondendo ao regime irrigado, possivelmente, por causa da menor tolerância às temperaturas elevadas do segundo

semestre.

Foram identificadas para registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como resultado dos experimentos conduzidos no período de 2007 a 2009, três novas cultivares:

‘BRS Acauã’ (Tabela 3) – Essa é a primeira cultivar tipo ‘Canapu’ desenvolvida pela pesquisa agropecuária brasileira, sendo recomendada para as condições irrigadas, no segundo semestre, e de sequeiro, no primeiro semestre, dos sertões do Pernambuco, Bahia e Piauí.

‘BRS Tapaihum’ (Tabela 4) - Cultivar de feijão-caupi de tegumento preto, recomendada para as condições irrigadas, no segundo semestre, e de sequeiro, no primeiro semestre, dos sertões do Pernambuco, Bahia e Piauí. É indicada para consórcio com fruteiras irrigadas na fase inicial de estabelecimento das mesmas, pois apresenta crescimento determinado e porte ereto.

‘BRS Carijó’ (Tabela 4) - Cultivar de feijão-caupi tipo ‘fradinho’, indicada para áreas irrigada e de sequeiro dos sertões da Bahia, Pernambuco e Piauí. Essa é a primeira cultivar do grupo fradinho desenvolvida para as condições de cultivo dos sertões do Pernambuco, Bahia e Piauí, tanto no primeiro como no segundo semestre do ano, sendo, ainda, recomendada para consórcio com fruteiras irrigadas na fase inicial de estabelecimento das mesmas.

3. Conclusão

A avaliação de linhagens de feijão caupi

em meados dos dois semestre é uma estratégia simplificada, que permite selecionar genótipos com tolerância as altas temperaturas e responsivos à irrigação.

As cultivares desenvolvidas pela Embrapa Semiárido são indicadas para estudos refinados conduzidos em câmaras com controle de temperaturas, comprimento do dia e gás carbônico. Estratégia semelhante à adotada em feijão caupi é recomendada para outras culturas anuais, como feijão comum e cebola.

4.Referências

Ahmed, F. B.; Hall, A. E.; Demason, D. A. (1992). Heat injury during floral development in cowpea (*Vigna unguiculata*). *American Journal of Botany*, v. 79, p. 784-91.

Ehlers, J. D.; Hall, A. E. (1998). Heat tolerance of contrasting cowpea lines in short and long days. *Field Crops Research*, v. 55, p. 11-21.

Hall, E. H. (2009). Breeding for adaptation to drought and heat in cowpea. *European Journal of Agronomy*, v. 2, p. 447-454.

IBGE (2010). *SIDRA – Produção Agrícola Municipal*. <Disponível no endereço <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acer vo2. asp?e=v&p=PA&z=t&o=11>>. Acesso em: 27 de set. de 2010.

Ismail, A. M.; Hall, A. E. (1999). Reproductive-stage heat tolerance, leaf membrane thermostability and plant morphology in cowpea. *Crop Science*, v. 39,

p. 1.762-1.768.

Nielsen, C. L.; Hall, A. E. (1985). Responses of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in the field to high night air temperature during flowering. I Thermal regimes of production regions and field experimental systems. *Field crops research*, v. 10, p. 167-179.

Patel, P. N.; Hall, A. E. (1990). Genotypic variation and classification of cowpea for reproductive responses to high temperatures under long photoperiods. *Crop Science*, v. 30, p. 614-621.

Pinho, J. L. N de; Tavorá, F. J. A. F.; Gonçalves, J. A. *Caupi*: aspectos fisiológicos do caupi. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAvF0AI/caupi>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

Santos, C. A. F. *Cultivares de feijão-caupi para o Vale do São Francisco*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 10 p. il. (Embrapa Semiárido. Circular Técnica, 94). Disponível

em: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/CTE94.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2011.

Santos, C. A. F.; Barros, G. A. de A.; Santos, I. C. N.; Ferraz, M. G. de S. (2008). Comportamento agrônomico e qualidade tecnológica de grãos de linhagens de feijão-caupi avaliadas no Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, v. 26, p. 404-408.

Santos, C. A. F.; Ribeiro, H. L. C. (2009). *Competição de linhagens de feijão-caupi de porte ereto e crescimento determinado e do tipo canapu no Vale do São Francisco*. Petrolina: Embrapa Semiárido, p.17 (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 77).

Singh, S. K.; Kakani, V. G.; Surabhi, G. K.; Reddy, K. R. (2010). Cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) genotypes response to multiple abiotic stresses. *Journal of Photochemistry and Photobiology B Biology*, v. 100, p. 135.