



Foto: Fernando Lisboa Guedes

COMUNICADO
TÉCNICO

191

Sobral, CE
Novembro, 2019

Embrapa

Guandu para produção de forragem e de grãos no semiarido cearense

Fernando Lisboa Guedes
Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu
Henrique Antunes de Souza
Marcos Cláudio Pinheiro Rogério

Guandu para produção de forragem e de grãos no semiárido cearense¹

¹ Fernando Lisboa Guedes, Biólogo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE.

Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu, Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE;

Henrique Antunes de Souza, Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI;

Marcos Cláudio Pinheiro Rogério, Médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE.

Introdução

O guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh) se tornou entre as leguminosas pulses (sementes secas comestíveis) de melhor valor de mercado para exportação de grãos, principalmente para o mercado asiático que tem consumo massivo dessa leguminosa, com potencial de exportação em torno de 300 mil t/grãos/ano (Perloth, 2016), o que a torna ótima opção para rotação de cultura e diversificação dos sistemas agrícolas brasileiros. A sua habilidade em produzir em regiões com déficit hídrico a torna uma importante cultura para a agricultura de sequeiro (Santos et al., 1997). A identificação de leguminosas capazes de produzir boa quantidade de forragem sob regiões com regime pluviométrico escasso, tem sido um dos objetivos da pesquisa agropecuária de regiões semiáridas (Oliveira; Silva, 1988).

Conforme Souza et al. (2007) relataram que na maioria das cultivares de

guandu a indução floral pode ocorrer quando o fotoperíodo for entre 11h a 11h30min de comprimento do dia. Esse fato faz com que sua disseminação fique limitada às regiões com latitudes que permitam a variação de horas-luz durante o ano que atendam a esses requisitos da cultura. Cultivares sensíveis de guandu ao fotoperíodo neutro permanecem vegetativas e, portanto, não produzem grãos nessas condições.

O desenvolvimento radicular do guandu é mais profundo e mais denso do que as do sorgo (Narayanan; Willey, 1980), soja e amendoim (Lawn; Troedson, 1990). O crescimento da raiz do guandu é mais lento em solo compactado do que nos solos mais porosos (Kirkegaard et al., 1992). Segundo Farias et al. (2013), as características morfológicas e produtivas do guandu apresentam restrições quanto maior for o nível de compactação do solo, mesmo assim, atualmente o guandu é uma das culturas preferidas para rotação na entressafra nas regiões

Sudeste e Centro-Oeste, devido a sua eficiência na descompactação do solo.

As cultivares resistentes à seca apresentam maior comprimento inicial da raiz (Onim, 1983), capaz de se desenvolver em solos com tendência em formar crosta na superfície (Canniatti-Brazaca et al., 1996), com bom potencial na absorção de água e possibilidade de reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas (Alvarenga et al., 1995). O crescimento inicial das raízes apresenta acentuadas diferenças no comprimento entre os genótipos (Mukhergee; Sahai, 1988). Os genótipos tolerantes ao estresse hídrico investem tanto no crescimento rápido quanto no acúmulo de matéria seca total das raízes (Likoswe; Lawn, 2008).

Diante desse contexto, realizou-se o trabalho com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo de grãos, biomassa sob condições de sequeiro do semiárido e verificar as relações com as variáveis do sistema radicular do guandu em região de fotoperíodo neutro.

Região tropical de fotoperíodo neutro

Os experimentos foram conduzidos em Sobral/CE, localizado a 3°44'55"S de latitude, longitude de 40°21'35"W, com altitude de 80 m.

O clima da região é do tipo BSh, semiárido quente, segundo a classificação de Köppen (1948), com período chuvoso de janeiro a junho, sendo a pluviosidade sobre a área experimental em 2018 de 708 mm. O solo referente à área experimental é classificado como Luvisolo Háplico e apresenta os seguintes atributos químicos na profundidade de 0 m a 0,20 m: acidez média para pH, valor médio para M.O, P e K e alto para Ca e Mg (Tabela 1). Foi adotada a recomendação de adubação para o estado do Ceará (Sobral et al., 2015).

A região de Sobral/CE apresenta a maior variação do fotoperíodo durante o ano entre 11h55 (no inverno) a 12h15 (no verão) horas luz dia (Funceme, 2019), uma vez que se situa entre 0° e 10° de latitude, ou seja, se classificando como fotoperíodo neutro (Figura 1).

Tabela 1. Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 0,20 m da área experimental no ano de 2018, Sobral, CE.

pH	M.O	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
H ₂ O	dag/ Kg	mg/ dm ³	cmolc/ dm ³	cmolc/ dm ³	cmolc/ dm ³	cmolc/ dm ³	cmolc/ dm ³	cmolc/ dm ³	cmolc/ dm ³	cmolc/ dm ³	%
5,8	1,4	8,6	0,93	0,0	6,7	3,6	3,1	0,0	10,6	13,7	77,0

[†]pH - potencial hidrogeniônico; M.O - matéria orgânica; P - fósforo; K - potássio; Na - sódio; Ca - cálcio; Mg - magnésio; H+Al - acidez potencial; Al - alumínio; SB - soma de bases; CTC - capacidade de troca catiônica; V - saturação por bases.

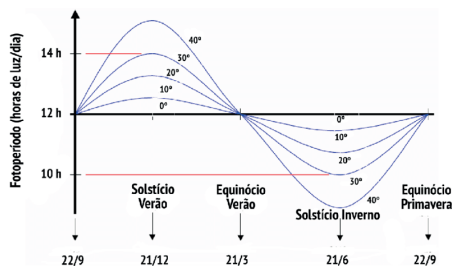


Figura 1. Variação anual do fotoperíodo em diferentes latitudes do Hemisfério Sul.

Genótipos de guandu avaliados

Os tratamentos foram cinco genótipos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh) pré-selecionados quanto à insensibilidade ao fotoperíodo (18FG-19; 82FG-09; 96FG-34; 97FG-36; 102FG-52) (Guedes et al., 2017), mais duas cultivares comerciais como testemunha (IAC Fava Larga e BRS Mandarin). Foram realizados três experimentos, um para avaliação de produção de grãos e biomassa de sete genótipos de guandu avaliados a campo, e dois para avaliação dos caracteres de raízes em câmaras de germinação do tipo B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) e em casa de vegetação climatizada com os mesmos genótipos.

Avaliação do ciclo, biomassa e grãos

O ensaio de competição dos genótipos foi plantado a campo no início do

período chuvoso (fevereiro de 2018) em delineamento de blocos casualizados (DBC). Foram utilizadas quatro repetições, sendo cada parcela constituída de 4 linhas de 5 m, com espaçamento de 0,75 m entre linhas e 0,20 m entre plantas dentro da linha, resultando na densidade de 66.667 pl/ha. Para o plantio do experimento foi realizado o preparo do solo com uma aração (0-0 m,40 m) seguida de uma gradagem niveladora. Com auxílio de cultivador, foi realizado sulcamento com espaçamento de 0,75 m entre linhas. Com auxílio da análise de fertilidade do solo, foi realizada a adubação de fundação, na qual foram adicionados 37,2 kg/ha de nitrogênio (N), 130,2 kg/ha fósforo (P_2O_5), 74,4 kg/ha potássio (K_2O), no sulco de plantio. Os tratos culturais foram realizados conforme recomendações para a cultura (Souza et al., 2007).

Foram avaliados os seguintes caracteres: número de dias para o florescimento observando 50% da parcela com o florescimento (CICLO); altura de plantas (ALT) (m); estimativa da produtividade de grãos (GRÃOS), em kg/ha, oriunda da colheita de duas linhas por parcela, a qual foi corrigida para estande conforme Cruz et al. (2012), e para umidade a 13%; estimativa da produtividade de massa seca de forragem (BIOMASSA) (kg/ha). Para obtenção dos dados de produtividade de massa seca, foram obtidos primeiramente os dados de peso da massa fresca (MF), quilos por parcela, oriundos do corte de todas as plantas das duas linhas de cada parcela.

Posteriormente, amostras de 200 g de cada parcela (AMF) foram colocadas em estufa de circulação forçada a 55 °C, as quais permaneceram até apresentarem peso constante. Em seguida, obtve o peso da matéria seca (AMS) das amostras, o qual foi utilizado para estimar a produtividade da massa seca por hectare utilizando a seguinte expressão:

$$\text{BIOMASSA} = ((\text{AMS} / \text{AMF}) \times \text{MF}) \times \text{A.ha}) / \text{A.pa}$$

Em que:

BIOMASSA: produtividade de massa seca em kg/ha;

MF: peso da massa fresca em kg/parcela;

AMS: peso de matéria seca da amostra em g;

AMF: peso de matéria fresca da amostra em g;

A.ha: área correspondente a um hectare ha (10.000 m²);

A.pa: área útil da parcela (7,5 m²).

Avaliação do sistema radicular

Para coleta de dados sobre as raízes dos mesmos tratamentos avaliados a campo, foram realizados dois ensaios experimentais, um em laboratório com

auxílio de câmaras de germinação do tipo B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*), e outro em casa de vegetação climatizada, sendo conduzidos concomitantemente.

No laboratório de forragem, seguindo as normas das Regras de análise de sementes (BRASIL, 2009), as sementes de cada tratamento foram alocadas em papel germitest, e colocadas em câmaras de germinação do tipo B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) com temperatura constante de 30 °C, com manutenção da umidade do substrato. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, sendo a parcela constituída de 25 sementes em cada papel mata borrão. Após 30 dias da germinação foram coletados dados dos seguintes caracteres: tamanho da raiz (TAMRAIZBOD) (cm); taxa de crescimento da raiz por dia (TXRAIZBOD) (cm/dia); massa seca da raiz (MSRAIZBOD) (g); tamanho da porção vegetativa da planta (ALTBOD) (cm), massa seca da porção vegetativa da planta (MSPLBOD) (g), massa seca do resíduo da semente (RESIDSEMBOD) (g).

Na casa de vegetação climatizada (temperatura média de 30 °C, irrigação de 12 mm diários, distribuído em quatro períodos), as sementes dos mesmos tratamentos foram semeadas em vasos plásticos com volume de 500 cm³, contendo cerca de 400 cm³ com substrato de areia lavada. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, e parcelas constituídas de 12 vasos semeados. Após

30 dias da germinação, foram coletados dados dos seguintes caracteres: tamanho da raiz (TAMRAIZCV) (cm), taxa de crescimento da raiz por dia (TXRAIZCV) (cm/dia), massa seca da raiz em casa de vegetação (MSRAIZCV) (g), tamanho da porção vegetativa da planta (ALTCV) (cm), massa seca da porção vegetativa da planta (MSPLCV) (g), porcentagem de plantas com a presença de nódulos simbióticos (NODULAÇÃO) (%).

De posse dos dados, os quais foram verificados ao atendimento das pressuposições da análise de variância, para a normalidade dos erros, homogeneidade das variâncias e quando não atendidas foram realizadas transformações dos dados conforme Box e Cox (1964). Realizaram-se análises de variância (ANOVA), e em seguida o teste de agrupamento de médias de Scott & Knott, conforme Ramalho et al. (2012). Para verificação da relação entre os caracteres relacionados ao crescimento da raiz com a produtividade de grãos e biomassa, realizou-se correlação fenotípica de Pearson (Cruz et al., 2012).

Para avaliação do comportamento dos genótipos para todos os caracteres simultaneamente, foi utilizado o método gráfico do índice Z sugerido por Nunes et al. (2005) adaptado conforme Reis et al. (2015). Foi estimada uma média geral por caractere a partir do desempenho médio dos genótipos. Em seguida, foi estimado o desvio padrão para cada caractere.

Desempenho fenotípico para biomassa e grãos

Entre os 15 caracteres analisados, seis apresentaram resultados significativos ($P < 0,05$) (BIOMASSA, CICLO, ALTURA, GRÃOS, ALTBOD, TAMRAIZBOD e TXRAIZBOD) para o desempenho dos sete genótipos de guandu avaliados sob condições de sequeiro no semiárido (Tabela 2), evidenciando que existe variabilidade, ou seja, pelo menos um dos genótipos possui comportamento diferente dos outros em cada um desses caracteres.

Em relação ao coeficiente de variação (CV), observaram-se três grupos de CVs entre os experimentos (Tabela 2). No experimento conduzido a campo, o CV foi alto para o caractere GRÃOS, foi médio para BIOMASSA e foi baixo para os caracteres CICLO e ALTURA. Para os caracteres relacionados às raízes, observou-se comportamento diferente quanto aos CVs entre os experimentos conduzidos na B.O.D e na casa de vegetação, apresentando baixa influencia ambiental na câmara de germinação e alta na casa de vegetação. Dessa forma, fica evidente que a avaliação em câmaras de germinação se torna mais apropriado para coleta de dados sobre as raízes.

Esperava-se que os dados relacionados às raízes coletados tanto no experimento em casa de vegetação quanto na B.O.D apresentassem comportamento

Tabela 2. Teste F, agrupamento de médias e coeficiente de variação (CV%) dos caracteres dos genótipos de gandu avaliados a campo, B.O.D e casa de vegetação, no ano de 2018, Sobral, CE.

CULTIVAR	BIOMASSA kg.ha-1	CICLO dias	ALT m	GRÃOS kg.ha-1	ALTCV	MSPLCV	TAMRAIZ CV	TXRAIZ CV	NODULAÇÃO	MSRAIZ CV	ALT BOD	MSPL BOD	TAMRAIZ BOD	TXRAIZ BOD	MSRAIZ BOD	RESIDSEM BOD
MÉDIA																
BRS MANDARIM	b 4653,10	a 200,00	a 1,83	b 0,00	a 18,94	a 4,62	a 13,39	a 0,45	a 0,33	a 3,68	a 19,79	a 2,57	b 11,45	b 0,38	a 2,42	a 3,04
18FG-19	b 5570,63	c 158,00	a 1,77	b 166,89	a 19,81	a 3,60	a 11,20	a 0,37	a 0,34	a 2,85	a 20,35	a 2,66	c 8,67	c 0,29	a 2,38	a 2,71
82FG-09	b 5025,69	e 63,67	b 1,47	a 1377,47	a 14,71	a 3,51	a 12,44	a 0,41	a 0,11	a 2,75	a 19,43	a 2,60	b 11,40	b 0,38	a 2,41	a 2,67
96FG-34	b 3295,18	e 57,33	b 1,47	a 1530,98	a 13,42	a 3,37	a 11,02	a 0,37	a 0,08	a 2,81	a 20,35	a 2,52	b 12,45	a 0,42	a 2,47	a 2,68
97FG-36	b 5346,46	e 53,00	b 1,47	a 1269,29	a 8,08	a 2,12	a 6,52	a 0,22	a 0,00	a 1,81	a 19,07	a 2,55	a 13,74	a 0,46	a 2,42	a 2,72
102FG-52	b 4993,63	d 85,00	a 1,97	a 808,18	a 12,01	a 3,30	a 10,27	a 0,34	a 0,00	a 2,75	a 18,77	a 2,55	c 9,86	c 0,33	a 2,40	a 2,66
IACFAVA- LARGA	a 9461,77	b 180,00	a 1,75	b 68,98	a 16,52	a 2,47	a 9,96	a 0,33	a 0,00	a 2,56	b 16,08	a 2,48	d 6,00	d 0,20	a 2,36	a 2,83
Teste F	7,7325**	5,8063*	23,1238**	12,9907*	2,086	1,837	1,165	1,166	1,564	1,862	2,9962*	1,010	25,9462**	23,098**	1,010	2,318
MÉDIA	5478,07	113,86	1,67	745,97	14,78	3,28	10,69	0,36	0,12	2,74	19,12	2,56	10,51	0,35	2,41	2,76
CV (%)	25	4,83	6,94	43,33	33,13	31,58	32,93	32,9	168,63	25,38	7,68	4,04	8,35	8,74	2,97	5,66

** Significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott (P>0,05).
 BIOMASSA – estimativa da produtividade de massa seca de forragem; CICLO – número de dias para o florescimento; ALTURA – altura de plantas; GRÃOS - estimativa da produtividade de grãos; ALTCV - tamanho da porção vegetativa da planta; MSPLCV - massa seca da porção vegetativa da planta; TAMRAIZCV - tamanho da raiz; TXRAIZCV - taxa de crescimento da raiz por dia; NODULAÇÃO - porcentagem de plantas com a presença de nódulos simbióticos; MSRAIZCV - massa seca da raiz em casa de vegetação; ALTBOD - tamanho da porção vegetativa da planta; MSPLBOD - massa seca da porção vegetativa da planta; TAMRAIZBOD - tamanho da raiz; TXRAIZBOD - taxa de crescimento da raiz por dia; MSRAIZBOD - massa seca da raiz; RESIDSEM BOD - massa seca do resíduo da semente.

semelhante. Contudo, verificou-se que, devido à alta influência ambiental, os caracteres coletados no experimento em casa de vegetação não permitiram identificar diferenças significativas dos tratamentos. Por outro lado, entre os caracteres coletados no experimento na B.O.D, dois caracteres apresentaram diferenças significativas dos tratamentos, ALTBOB e TAMRAIZBOB.

Dessa forma, ficou evidente que o experimento conduzido em laboratório com auxílio da B.O.D apresentou menor influência ambiental, alternativa interessante para mensuração de caracteres relacionados às raízes. Segundo Borges (1988), as raízes se desenvolvem melhor em pontos de menor resistência oferecidos pelo solo, razão pela qual ocorrem modificações morfológicas das raízes como comprimento e diâmetro.

Para o caractere produtividade de massa seca (BIOMASSA), observou-se significância ($P < 0,05$) entre dois grupos de genótipos, a média do segundo grupo foi de 4.800 kg/ha, apenas o genótipo IAC Fava-larga no primeiro grupo com produção acima de 9.000 kg/ha (Tabela 3). Esse genótipo apresentou ciclo tardio, acima de 150 dias, e porte alto. Os genótipos de ciclo tardio são normalmente altos, por causa da fase vegetativa longa (Vieira et al., 2001).

Para o caractere produtividade de Grãos, observou-se significância ($P < 0,05$) entre dois grupos de genótipos, sendo que o primeiro grupo com produtividade de grãos média acima de 1.000 kg, destacando-se o genótipo 96FG34

com maior magnitude de produtividade de grãos (Tabela 3). E o segundo grupo apresentou produtividade média de 118 kg/ha, no qual as duas testemunhas comerciais ficaram classificadas. Esse fato demonstra que apesar das testemunhas terem apresentado florescimento em condições de fotoperíodo neutro, elas apresentaram baixa produtividade de grãos, que pode ser indícios de certa sensibilidade a essas condições de fotoperíodo.

Correlações fenotípicas entre caracteres agronômicos e do sistema radicular

Não foi observado correlação significativa entre as variáveis de raízes coletadas na B.O.D com os mesmos coletados na CV (Tabela 3). Esperava-se correlação positiva entre TAMRAISCV com TAMRAIZBOB e entre MSRAIZCV com MSRAIZBOB, visto que na casa de vegetação os genótipos foram avaliados em vasos contendo solo de areia lavada e irrigados diariamente, e na B.O.D os genótipos foram avaliados em rolo de papel germitest e irrigados diariamente. Os diferentes substratos entre os dois experimentos influenciaram o comportamento germinativo das sementes de maneira não uniforme. Esse fato evidencia que os caracteres relacionados

Tabela 3. Correlação fenotípica dos caracteres agrônômicos e das raízes dos genótipos de Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh).

CORRELAÇÃO	CICLO	ALTURA	GRÃOS	ALTCV	MSPLCV	TAMRAIZCV	TXRAIZCV	NODULAÇÃO	MSRAIZCV	ALTBOD	MSPLBOD	TAMRAIZBOD	TXRAIZBOD	MSRAIZBOD	RESIDSEMBOD
BIOMASSA	0,504	0,258	-0,558	0,197	-0,480	0,233	-0,225	0,269	0,243	0,9054*	-0,368	-0,8014*	-0,9006*	-0,8476*	0,200
CICLO		0,622	-0,9702**	0,8155*	0,420	0,440	0,449	0,582	0,606	-0,289	0,052	-0,644	-0,637	-0,566	0,7894*
ALTURA			-0,7364	0,419	0,356	0,266	0,282	0,236	0,475	-0,231	0,059	-0,568	-0,574	-0,522	0,342
GRÃOS				-0,737	-0,317	-0,305	-0,314	-0,516	-0,490	0,335	-0,101	0,686	0,693	0,688	-0,688
ALTCV					0,671	0,7646*	0,768	0,7993**	0,7648*	0,092	0,391	-0,585	-0,557	-0,372	0,507
MSPLCV						0,9017**	0,9011**	0,7861*	0,9473**	0,557	0,453	0,075	0,080	0,223	0,479
TAMRAIZCV							0,9961**	0,647	0,9224**	0,309	0,316	-0,180	-0,173	0,067	0,392
TXRAIZCV								0,651	0,9246**	0,3	0,311	-0,189	-0,183	0,119	0,401
NODULAÇÃO									0,058	0,129	0,006	-0,010	-0,014	-0,000	0,010
MSRAIZCV										0,300	0,220	-0,162	-0,153	0,087	0,613
ALTBOD											0,671	0,651	0,651	0,647	-0,146
MSPLBOD												0,133	0,114	-0,107	-0,144
TAMRAIZBOD													0,9998**	0,8247**	-0,123
TXRAIZBOD														0,8198*	-0,098
MSRAIZBOD															-0,120

** Significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente. BIOMASSA – estimativa da produtividade de massa seca de forragem; CICLO – número de dias para o florescimento; ALTURA - altura de plantas; GRÃOS - estimativa da produtividade de grãos; ALTCV - tamanho da porção vegetativa da planta; MSPLCV - massa seca da porção vegetativa da planta; TAMRAIZCV - tamanho da raiz; TXRAIZCV - taxa de crescimento da raiz por dia; NODULAÇÃO - porcentagem de plantas com a presença de nódulos simbióticos; MSRAIZCV - massa seca da raiz em casa de vegetação; ALTBOD - tamanho da porção vegetativa da planta; MSPLBOD - massa seca da porção vegetativa da planta; TAMRAIZBOD - tamanho da raiz; TXRAIZBOD - taxa de crescimento da raiz por dia; MSRAIZBOD – massa seca da raiz; RESIDSEMBOD - massa seca do resíduo da semente.

às raízes são muito influenciados pelo ambiente.

Segundo Cruz et al. (2012), o conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância no melhoramento de qualquer espécie, principalmente quando a seleção em um deles apresenta dificuldades, devido à baixa herdabilidade ou problemas de medição. Nesse caso, pode ser recomendada a seleção indireta utilizando outro caracter que apresenta alta herdabilidade e fácil avaliação, desde que ele esteja altamente correlacionado com aquele caráter de difícil seleção direta.

Entre as variáveis relacionadas às raízes, ALTBOD se correlacionou positivamente e significativamente com a produção de massa seca (BIOMASSA). Outras duas (TAMRAIZBOD, TXRAIZBOD e MSRAIZBOD) se correlacionaram negativamente e de forma significativa com BIOMASSA (Tabela 3). Corroborando com esses resultados, as correlações entre os caracteres das raízes com o CICLO permitem concluir que, quanto menor for a taxa de crescimento das plântulas em teste de germinação, maior probabilidade do genótipo apresentar ciclo tardio e maior período vegetativo, ou até mesmo sensibilidade ao fotoperíodo neutro.

Verificou-se correlação negativa e significativa entre GRÃOS e CICLO, ou seja, as plantas com ciclo mais tardio apresentaram menor produtividade de grãos. Os genótipos com florescimento tardio apresentaram maior altura de planta e conseqüentemente menor

produtividade de grãos. Carellos (2013) afirmou que cultivares de maturação tardia podem florescer mais cedo pela fotoindução, e esse florescimento reduz a altura das plantas. Sendo assim, quanto mais tardio, maior a altura da planta. Não observou correlação significativa entre os caracteres das raízes com a produtividade de grãos.

Comportamento fenotípico, genótipos para todos os caracteres

Para verificação dos genótipos de dupla aptidão, ou seja, com produção de grãos e biomassa acima da média, foi utilizado o método gráfico sobre o índice Z, que permitiu a identificação detalhada do comportamento de cada cultivar para os caracteres avaliados simultaneamente (Reis et al., 2015). Nesse sentido, uma vantagem da análise gráfica é verificar em quais caracteres envolvidos o genótipo possui alguma deficiência ou desempenho acima da média.

O método gráfico do índice Z adaptado para a avaliação simultânea de todos os caracteres permite uma avaliação multivariada do comportamento fenotípico de cada genótipo. A interpretação do gráfico baseia-se no formato da linha sólida, referente ao comportamento do genótipo. Dessa forma, se ela aproximar do formato de uma circunferência e

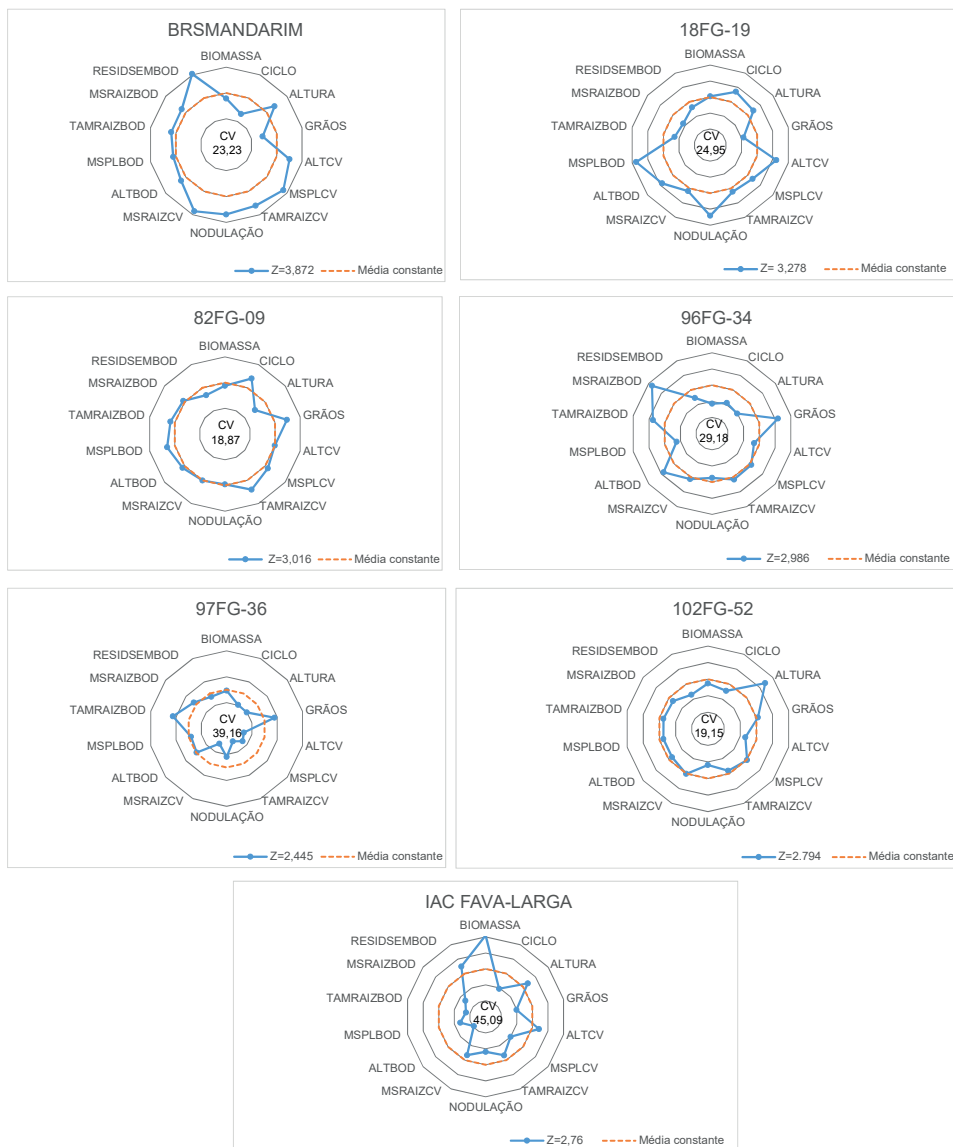


Figura 2. Caracterização agrônômica pelo método gráfico do índice Z dos genótipos de guandú avaliados a campo, B.O.D e em casa de vegetação.

'BIOMASSA – estimativa da produtividade de massa seca de forragem; CICLO – número de dias para o florescimento; ALTURA - altura de plantas; GRÃOS - estimativa da produtividade de grãos; ALTCV - tamanho da porção vegetativa da planta; MSPLCV - massa seca da porção vegetativa da planta; TAMRAIZCV - tamanho da raiz; NODULAÇÃO - porcentagem de plantas com a presença de nódulos simbióticos; MSRAIZCV - massa seca da raiz em casa de vegetação; ALTBO - tamanho da porção vegetativa da planta; MSPLBOD - massa seca da porção vegetativa da planta; TAMRAIZBOD - tamanho da raiz; MSRAIZBOD – massa seca da raiz; RESIDSEMBOD - massa seca do resíduo da semente.

transcender externamente a linha pontilhada, referente à média padronizada para todos os caracteres, verifica-se que o genótipo possui melhor desempenho fenotípico nas condições avaliadas. Dessa forma, quanto menor for o valor do CV_{iq} associado com desempenho acima da média no maior número de caracteres, melhor é o desempenho do genótipo.

Os genótipos 82FG-09 e 18FG-19 apresentaram os melhores desempenhos fenotípicos entre os caracteres avaliados, combinando baixas estimativas do CV_{iq} e maior número de caracteres acima da média (Figura 2). O genótipo 82FG-09 apresentou melhor produtividade de grãos em relação às duas testemunhas comerciais e o genótipo 18FG-19 apresentou melhor produtividade de biomassa em relação a cultivar BRS Mandarin. Não foi possível identificar um genótipo com dupla aptidão, ou seja, com boa produção de grãos e biomassa, concomitante.

Considerações finais

Observou-se que os caracteres relacionados às raízes são muito influenciados pelo ambiente, sendo a avaliação em câmaras de germinação mais apropriada para coleta de dados sobre as raízes. A produtividade de biomassa apresenta correlação positiva com massa seca e altura de plântula e negativa com massa seca e taxa de crescimento de raiz. Não foi observado correlação significativa

entre as variáveis relacionadas às raízes com produtividade de grãos. Os genótipos 82FG-09 e 18FG-19 destacaram-se com os melhores desempenhos fenotípicos entre os caracteres avaliados.

Referências

- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- BORGES, E. N.; NOVAES, R. F.; REGAZZI, A. J.; FERNANDES, B.; BARROS, N. F. Respostas de variedades de soja à compactação de camadas de solos. **Revista Ceres**, n. 35, n. 202, p. 553-568, 1988.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. Analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B. Methodological**, v. 26, n. 2, p. 211-252, 1964.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399p. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf >. Acesso em: 10 jul. 2019.
- CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SALGADO, J. M.; MANCINI FILHO, J.; NOVAES, N. J. Avaliação física, química, bioquímica e agrônômica de cultivares de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Mill). **Alimentos e Nutrição**, v. 7, n. 1, p. 37-45, 1996.
- CARELLOS, D. C. **Avaliação de cultivares de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) para produção de forragem no período seco, em São João Evangelista-MG**. 2013. 135 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao**

melhoramento genético. Viçosa, MG: UFV, 2012. 508 p. v. 1.

FARIAS, L. do N.; BONFIM-SILVA, E. M.; PIETRO-SOUZA, W.; VILARINHO, M. K. C.; SILVA, T. J. A. da; GUIMARÃES, S. L. Características morfológicas e produtivas de feijão guandu anão cultivado em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 5, p. 497-503, maio, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000500005>

FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Nascer e pôr do sol.** Fortaleza. Disponível em: <<http://www3.funceme.br/index.php/areas/23-monitoramento/meteorol%C3%B3gico/405-luas-nascer-e-por-do-sol>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

GUEDES, F. L.; SOUZA, I. M. de; ALMEIDA, B. K. da S.; SOUZA, H. A. de; POMPEU, R. C. F. F.; PONTE FILHO, F. A. M. da; GAMA, L. B. dos S. **Variabilidade genética de feijão guandu adaptado para regiões de fotoperíodo neutro.** Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2017. 7 (Embrapa Caprinos e Ovinos. Comunicado Técnico, 166). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172153/1/CNPC-2017-COT-166.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

KIRKEGAARD, J. A.; SO, H. B.; TROEDSON, R. J. The effect of soil strength on the growth of pigeonpea radicles and seedlings. **Plant and Soil**, v. 140, n. 1, p. 65-74, Feb. 1992.

KÖPPEN, W. **Climatología:** com un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

LAWN, R. J.; TROEDSON, R. J. Pigeonpea: physiology of yield formation. In: NENE, Y. L.; HALL, S. D.; SHEILA, V. K. (Eds.) *The pigeonpea*. Cambridge: CAB International, 1990. p. 179-208.

LIKOSWE, A. A.; LAWN, R. J. Response to terminal water deficit stress of cowpea, pigeonpea, and soybean in pure stand and in competition. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 59, n. 1, p. 27- 37, Feb. 2008. DOI: 10.1071/AR07155.

MUKHERGEE, V.; SAHAI, R. Effect of distillery waste on seed germination, seedling establishment and early seedling growth of *Cajanus cajan* L. (var. 5-16). **Acta Botanica Indica**, v. 16, n. 2, p. 182-185, 1988.

NARAYANAN, A.; WILLEY, R. W. Sorghum-pigeonpea intercropping and the effects of plant population density: 1. Growth and yield. **The Journal of Agricultural Science**, v. 95, n. 1, p. 51-58, Aug. 1980.

NUNES, J. A. R.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B. Graphical method in studies of adaptability and stability of cultivars. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 48, p. 182-183, mar. 2005.

OLIVEIRA, M. C. de; SILVA, C. M. M. de S. **Comportamento de algumas leguminosas forrageiras para o pastejo direto e produção de feno na região semiárida do Nordeste.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 6 p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 24). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/7721/1/COT24.pdf>>.

ONIM, J. F. M. Association between grain yield and drought resistance in pigeonpea in marginal rainfall areas of Kenya. In: HOLMES, J. C.; TAHIR, W. M. (Ed.). **More food from better technology.** Nairobi: Nairobi University, 1983. p. 864-872.

PERLROTH, M. M. **Outlook Global Pulses.** Fórum do Feijão, 2016. Palestra. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/videos/graos/176657-palestra-com-marcos-mosnaim-perlroth.html#.W9L2u9VKi70>. Acesso em: 26 out. 2018.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B. dos; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas.** Lavras: UFLA, 2012. 522 p.

REIS, C. A. F.; GONÇALVES, F. M. A.; RAMALHO, M. A. P.; ROSADO, A. M. Estratégias na seleção simultânea de vários caracteres no melhoramento do Eucalyptus. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 2, p. 457-467, abr./jun. 2015. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126163/1/2015-CristianeR-CF-Estrategias.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

SANTOS, C. A. F.; ARAUJO, F. P. de; MENEZES, E. A. Avaliação de genótipos de guandu de diferentes ciclos e portes no Sertão pernambucano. **Magistra**, v. 12, n. 1/2, p. 31-40, jan./dez. 2000. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178988/1/Magistra-v.12-n.1-2-p.31-40-2000.pdf>>.

SOBRAL, L. F.; BARRETO, M. C. de V.; SILVA, A. J. da; ANJOS, J. L. dos. **Guia prático para**

interpretação de resultados de análises de solos. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 15 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 206). Disponível em: <<http://ainfo.cnpntia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142260/1/Doc-206.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

SOUZA, F. H. D. de; FRIGERI, T.; MOREIRA, A.; GODOY, R. **Produção de sementes de**

guandu. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 68 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 69). Disponível em: <<http://ainfo.cnpntia.embrapa.br/digital/bitstream/PPPSE/17295/1/Documentos69.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

VIEIRA, R. F. VIEIRA, C. E. VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas.** Viçosa, MG: UFV. 2001. 206 p.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Caprinos e Ovinos
Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral/
Groaíras, Km 4 Caixa Postal: 71
CEP: 62010-970 - Sobral, CE
Fone: (88) 3112-7400
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
On-line (2019)

Comitê Local de Publicações da Embrapa
Caprinos e Ovinos

Presidente
Cícero Cartaxo de Lucena

Secretário-Executivo
Alexandre César Silva Marinho

Membros
Alexandre Weick Uchoa Monteiro, Carlos José Mendes Vasconcelos, Fábio Mendonça Diniz, Maira Vergne Dias, Manoel Everardo Pereira Mendes, Marcos André Cordeiro Lopes, Tânia Maria Chaves Campêlo, Zenildo Ferreira Holanda Filho

Supervisão editorial
Alexandre César Silva Marinho

Revisão de texto
Carlos José Mendes Vasconcelos

Normalização bibliográfica
Tânia Maria Chaves Campêlo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Francisco Felipe Nascimento Mendes

Foto da capa
Fernando Lisboa Guedes

CGPE 15.546



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL