

Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de sistemas de plantio e estresse hídrico¹

Rômulo Magno Oliveira de Freitas², Salvador Barros Torres²,
Narjara Walessa Nogueira², Caio César Pereira Leal², Raul Martins de Farias²

ABSTRACT

Cowpea seeds quality and yield according to cropping systems and hydric stress

The cowpea plays an important role in the Brazilian agricultural production, especially in the North and Northeast Regions, where it is widely cultivated by smallholders. Thus, this study aimed at evaluating the physiological quality of cowpea seeds produced under no-tillage and conventional tillage and different periods without irrigation. A randomized blocks design, in a split-plot scheme, with four replications, was used. The plots consisted of cropping systems (no-tillage and conventional tillage), while the subplots consisted of periods without irrigation (2, 6, 10, 14, 18 and 22 days). In the plots, seeds were collected and subjected to the following evaluations: seeds weight per plant, one thousand seeds weight, test weight, seed length and width, moisture content, germination, accelerated aging, field seedling emergence and emergence speed index. Cowpea seeds from plants subjected to hydric stress resulted in lower physiological quality, but were physically bigger and heavier. The no-tillage system provided seeds with better physiological quality. Cowpea plants subjected to hydric stress after flowering produced fewer seeds.

KEY-WORDS: *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; no-tillage; conventional tillage.

RESUMO

O feijão-caupi desempenha importante papel na produção agrícola brasileira, especialmente nas Regiões Norte e Nordeste, onde é amplamente cultivado por pequenos produtores. Neste sentido, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi produzidas em sistema plantio direto e convencional, sob diferentes períodos sem irrigação. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por sistemas de plantio (direto e convencional) e as subparcelas por períodos sem irrigação (2, 6, 10, 14, 18 e 22 dias). Nas parcelas, as sementes foram colhidas e submetidas às seguintes avaliações: massa de sementes por planta, massa de mil sementes, massa hectolétrica, comprimento e largura da semente, grau de umidade, germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em campo e índice de velocidade de emergência. Sementes de feijão-caupi provenientes de plantas submetidas ao estresse hídrico resultaram em menor qualidade fisiológica, contudo, fisicamente maiores e mais pesadas. O sistema plantio direto proporcionou sementes com melhor qualidade fisiológica. Plantas de feijão-caupi submetidas ao estresse hídrico após o florescimento produziram menor quantidade de sementes.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; plantio direto; plantio convencional.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassa (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma das fabáceas cultivadas mais adaptáveis, versáteis e nutritivas, sendo muito utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal, adubo verde e proteção do solo (Dutra & Teófilo 2007). Além disto, é fonte de emprego e renda e possui potencial nutricional com alto teor proteico e energético e fibras alimentares e minerais (Frota et al. 2008).

A grande diversidade na utilização dessa espécie, aliada ao seu alto potencial produtivo, tem proporcionado o aumento de pesquisas, nos últimos anos, as quais têm contribuído para melhorar a sua produtividade e rentabilidade, que, em conjunto com outros fatores, vêm despertando o interesse de médios e grandes produtores pela cultura (Xavier et al. 2005, Bezerra et al. 2008). Com isto, tem-se viabilizado o plantio do feijão-caupi em grandes áreas das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, como cultura principal ou de safrinha, especialmente no Cerrado piauiense, onde se observa aumento significativo da área plantada (Bezerra et al. 2012).

1. Trabalho recebido em jan./2013 e aceito para publicação em out./2013 (nº registro: PAT 22226).

2. Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa), Departamento de Ciências Vegetais, Mossoró, RN, Brasil.

E-mails: romulomagno_23@hotmail.com, sbtorres@ufersa.edu.br, narjarawalessa@yahoo.com.br, caioleal3@hotmail.com, raul-farias@hotmail.com.

Nessas regiões, a produtividade das culturas, dentre elas a do feijão-caupi, pode ser negativamente afetada por uma série de estresses bióticos e abióticos, que alteram o crescimento e o desenvolvimento vegetal. Neste contexto, destacam-se a deficiência de nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo, bem como os estresses decorrentes da baixa disponibilidade hídrica, provocados por períodos de estiagem e altas temperaturas (Silva et al. 2012).

A água é um fator limitante para o desenvolvimento da cultura, cuja falta ou excesso afeta o crescimento, a sanidade e a produção das plantas, devido aos estresses causados (Monteiro et al. 2006). Quando ocorre nos estádios iniciais de desenvolvimento da semente, o estresse hídrico pode resultar em decréscimo na produção, além de efeitos negativos na atividade fotossintética, com redução na produção de assimilados para o desenvolvimento da semente, podendo ocorrer redução na qualidade fisiológica das sementes (Pedroso et al. 2009).

Apesar disso, pesquisas com a produção de sementes em áreas irrigadas, de forma geral, têm detectado diferenças de estresses entre culturas, provocando uma grande variabilidade, em relação aos seus efeitos na viabilidade e no vigor das sementes (Pedroso et al. 2009). Para a cultura do milho, Borges et al. (2004) verificaram que o estresse por deficiência hídrica reduziu a produção, mas não afetou a qualidade fisiológica das sementes. No entanto, Pedroso et al. (2009) observaram que o efeito do estresse hídrico para o cafeeiro foi variável, em função da idade da planta. Em feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho, Pasin et al. (1991) e Guarçoni et al. (2001), respectivamente, verificaram que houve redução no vigor das sementes produzidas sob estresse hídrico.

Nesse contexto, a técnica plantio direto proporciona aumento da infiltração e da retenção de água no solo e redução nas perdas de água por evaporação e escoamento superficial (Marouelli et al. 2006, Obalum & Obi 2010). Esta modalidade de plantio também reduz o efeito drástico das condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura, podendo minimizar os efeitos do estresse hídrico (Simidu et al. 2010). Além disto, este sistema de plantio mantém resíduos culturais na superfície, proporcionando a decomposição mais lenta e gradual da matéria orgânica e tendo, como consequências, alterações físicas, químicas e biológicas no solo, repercutindo em sua fertilidade e, conseqüentemente, na produtividade das culturas (Reis et al. 2007, Mercante et al. 2008).

Sendo assim, o aumento da fertilidade do solo pode proporcionar melhoria na qualidade fisiológica das sementes, devido à maior disponibilidade para a formação dos constituintes das reservas das sementes, que são necessários ao processo germinativo, durante as fases iniciais de estabelecimento da plântula (Prado 2004).

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produção e a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi produzidas em sistema plantio direto e convencional, sob diferentes períodos sem irrigação, após o florescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na horta didática e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa) (5°11'S, 37°20'W e 18 m de altitude), em Mossoró (RN), de setembro de 2011 a setembro de 2012. O local do experimento apresenta temperatura média anual em torno de 28°C, umidade relativa de 69%, nebulosidade média anual de 4,4 décimos e precipitação média anual de 674 mm, com estação seca verificada entre os meses de junho e janeiro (Carmo Filho et al. 1991).

Em campo, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas plantio direto e convencional e as subparcelas por períodos sem irrigação (2, 6, 10, 14, 18 e 22 dias), aplicados após o florescimento (70%), sendo este verificado aos 34 dias após a semeadura. As parcelas foram formadas por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas em 0,5 m, tendo como área útil as duas linhas centrais, descartando-se 0,5 m em cada uma das extremidades. Para a obtenção da palhada, cultivou-se *Brachiaria brizantha*, com dessecação realizada 30 dias antes do início da instalação do experimento. Para isto, utilizou-se o produto glyphosate (1,90 kg ha⁻¹), em uma área há quatro anos sob o sistema plantio direto.

No sistema plantio convencional, o preparo do solo consistiu de uma aração e duas gradagens simples. Para fins de adubação, foram coletadas amostras de solo na área experimental dos dois sistemas de plantio. Com isto, obtiveram-se as seguintes caracterizações químicas do solo, para os sistemas plantio con-

vencional e direto, respectivamente: pH = 6,1 e 6,2; teor de matéria orgânica = 10,1 g kg⁻¹ e 12,9 g kg⁻¹; P = 220,4 mg dm⁻³ e 127,0 mg dm⁻³; K⁺ = 157,3 mg dm⁻³ e 160,3 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 3,65 cmol_c dm⁻³ e 3,40 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,00 cmol_c dm⁻³ e 1,05 cmol_c dm⁻³; e Al³⁺ = 0,15 cmol_c dm⁻³ e 0,20 cmol_c dm⁻³.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, sendo a irrigação fornecida de acordo com a leitura de tensiômetros instalados a 20 cm de profundidade. As irrigações foram realizadas de forma diferenciada, de acordo com as necessidades das plantas, em cada sistema, com a utilização de registros.

As sementes de feijão-caupi (cv. BRS Guariba) foram semeadas em covas, colocando-se de duas a quatro sementes por cova. O espaçamento adotado foi o de 0,3 m entre as covas e 0,5 m entre as linhas. Após a emergência, realizou-se o desbaste, deixando-se duas plantas por cova. Com base na análise química do solo, a adubação de fundação foi de 250 kg ha⁻¹ de NPK, na formulação 6-24-12. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, no sistema plantio convencional, com duas capinas aos 15 e 30 dias após a semeadura.

Por ocasião da colheita, realizada aos 70 dias após a semeadura, na área útil de cada subparcela, foi avaliada a massa de sementes por planta (MSP). Para isto, dividiu-se a massa total das sementes colhidas na área útil da subparcela pelo número de plantas nela existentes, e os resultados foram expressos em gramas de sementes por planta.

No Laboratório de Análise de Sementes, as sementes de feijão-caupi foram submetidas às seguintes avaliações:

a) Grau de umidade: determinado conforme Brasil (2009), utilizando-se duas subamostras de 20 sementes, que foram colocadas em cápsulas de alumínio, em estufa a 105°C ± 3°C, por 24 horas, sendo os resultados expressos em percentagem (base úmida);

b) Comprimento e largura: obtidos por meio de paquímetro digital, utilizando-se 100 sementes por tratamento, sendo expressos em cm sementes⁻¹;

c) Massa de mil sementes: foram utilizadas oito subamostras de 100 sementes, provenientes da porção semente pura, sendo os resultados expressos em gramas (Brasil 2009);

d) Massa hectolétrica: avaliada com duas repetições oriundas da amostra média, sendo o resultado médio expresso em kg hL⁻¹ (Brasil 2009);

e) Teste de germinação: conduzido com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, tendo

como substrato areia lavada e esterilizada e umedecida, inicialmente, com quantidade de água relativa a 60% da capacidade de campo (Brasil 2009). O teste foi conduzido em condições de ambiente de laboratório, com temperatura variando de 25°C a 28°C. As contagens foram realizadas aos cinco e oito dias após a semeadura (Brasil 2009) e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais;

f) Emergência de plântulas em campo: foram utilizadas quatro amostras de 50 sementes por tratamento, semeadas em canteiros de 1,2 m de largura, em sulcos de 2,0 cm de profundidade. As plântulas foram avaliadas aos 14 dias após a semeadura e os resultados médios expressos em percentagem (Nakagawa 1999);

g) Índice de velocidade de emergência: avaliado concomitantemente ao teste de emergência de plântulas em campo, com contagens diárias, durante 14 dias, segundo metodologia proposta por Maguire (1962);

h) Teste de envelhecimento acelerado: utilizaram-se quatro amostras de 50 sementes, distribuídas em tela suspensa no interior de caixa plástica (11,5 cm x 11,5 cm x 3,5 cm) contendo 40 mL de água destilada, com as sementes mantidas em câmara a 43°C, por 48 horas, conforme recomendações de Guissem et al. (2010). Após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, como descrito anteriormente, e a avaliação da percentagem de plântulas normais realizada aos cinco dias após a semeadura.

Para as avaliações dos testes conduzidos em laboratório, foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, a 5%, com o auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira 2008). Para a comparação de médias, foi utilizado o teste Tukey, a 5%. As regressões foram geradas utilizando-se o *software* Sigmaplot 11.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento do tempo sem irrigação proporcionou às sementes de feijão-caupi maior massa de mil sementes e menor massa hectolétrica (Tabela 1), independentemente do manejo utilizado. Este comportamento parece estar mais relacionado ao comprimento da semente, pois o mesmo não foi verificado para a largura das sementes.

Tabela 1. Massa de mil sementes (MMS), massa hectolítrica (MH), comprimento (C), largura (L) e determinação do grau de umidade inicial e após o teste de envelhecimento acelerado (EA), em sementes de feijão-caupi (cv. BRS Guariba) provenientes dos sistemas plantio convencional e direto, sob estresse hídrico (Mossoró, RN, 2012).

Sistema de plantio	Período sem irrigação dias	MMS g	MH kg hL ⁻¹	C mm	L	Grau de umidade	
						Inicial	Pós EA
						%	
Convencional	2	19,04	80,90	8,65	6,36	12,1	26,7
	6	19,33	80,70	8,35	6,09	12,0	26,9
	10	21,53	80,20	8,95	6,22	12,4	26,8
	14	21,68	80,20	8,89	6,40	12,0	26,5
	18	20,84	79,80	8,68	6,12	11,8	26,7
	22	20,10	79,90	8,75	6,15	11,8	26,4
Direto	2	19,59	81,00	8,55	6,16	12,2	26,8
	6	19,97	81,20	8,43	6,20	12,1	27,0
	10	20,40	80,90	8,73	6,39	12,3	26,3
	14	20,93	80,70	8,75	6,45	12,3	26,0
	18	20,67	80,80	8,80	6,19	12,2	24,9
	22	20,87	80,30	8,99	6,34	12,0	25,9

Verificou-se efeito significativo entre os períodos sem irrigação e sistemas de plantio, para a variável massa de sementes por planta. Ocorreu decréscimo na massa de sementes por planta, em função do aumento nos períodos sem irrigação (Figura 1a). Observou-se, inicialmente, que a produção por planta foi mantida até o sexto dia sem irrigação e, após este período, verificou-se decréscimo acentuado.

Fato semelhante, em resposta ao estresse hídrico, também com a cultura do feijão-caupi, foi observado por Nascimento et al. (2004), Mendes et al. (2007) e Oliveira et al. (2011). Esta resposta pode ser decorrente dos efeitos negativos do estresse hídrico sobre características fisiológicas da planta, tais como condutância estomática, transpiração e fotossíntese (Anyia & Herzog 2004, Mendes et al. 2007, Silva et al. 2010). Portanto, como consequência, pode ocorrer redução na produção de fotoassimilados transportados aos frutos e, também, redução na produção de sementes/área foliar (Mendes et al. 2007).

Entre os dois sistemas de plantio, o direto apresentou maior produção de sementes por planta (Tabela 2). Este resultado pode estar relacionado à maior capacidade de retenção de água no solo (menor evaporação da água no solo) e menor oscilação na temperatura do solo, no sistema plantio direto (Bizari et al. 2009, Martorano et al. 2009).

Houve interação entre os sistemas de plantio e períodos sem irrigação, para as variáveis primeira contagem de germinação e germinação (Figuras 1b e 1c). Observou-se que sementes obtidas dos sistemas

plantio convencional e direto não diferiram, quando submetidas ao menor período sem irrigação. Após este período, as sementes provenientes do sistema plantio convencional obtiveram redução na germinação, com o aumento do período sem irrigação. Já para as sementes do sistema plantio direto não foi verificada redução, com médias de 89% e 92%, para primeira contagem e germinação, respectivamente.

Pasin et al. (1991) verificaram, em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), que não ocorreu efeito do estresse hídrico (oito dias sem irrigação) na germinação e primeira contagem. Os mesmos autores ressaltam, ainda, que deve-se tomar cuidado com estes testes, visto que, muitas vezes, não apresentam grau de sensibilidade suficiente para determinação de pequenas diferenças no vigor das sementes.

Para o envelhecimento acelerado, houve efeito significativo entre os períodos sem irrigação e sistemas de plantio. Ocorreu decréscimo na germinação,

Tabela 2. Médias de massa de sementes por planta (MSP), germinação após o envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas (E) de sementes de feijão-caupi (cv. BRS Guariba) obtidas de plantas cultivadas em diferentes sistemas de plantio e estresse hídrico (Mossoró, RN, 2012).

Sistema de plantio	MSP	EA	E
	g	%	
Convencional	7,33 b*	69 b	57 b
Direto	11,62 a	79 a	66 a

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

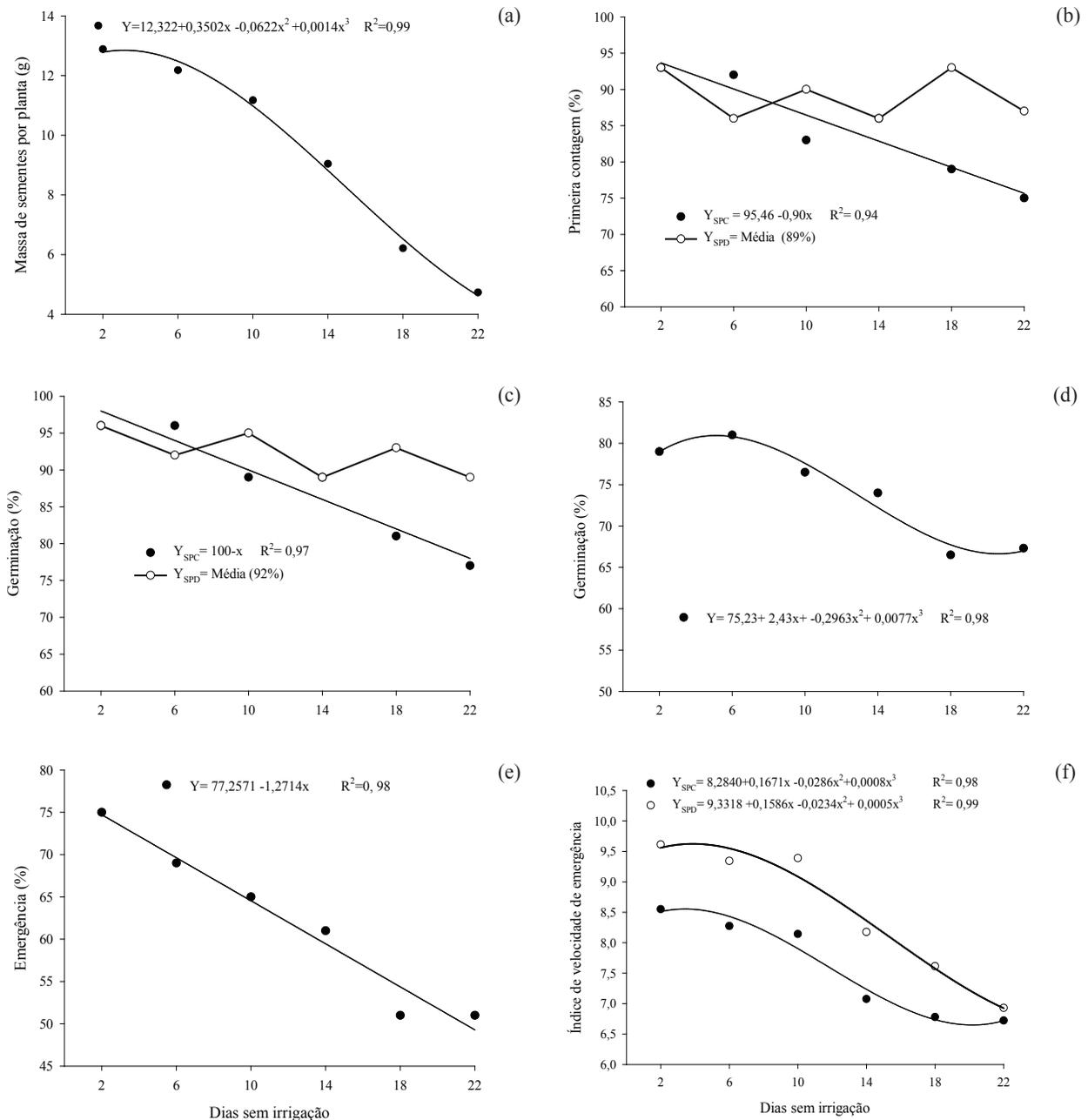


Figura 1. Massa de sementes por planta (a), primeira contagem de germinação (b), percentagem de germinação (c), germinação após o envelhecimento acelerado (d), emergência de plântulas (e) e índice de velocidade de emergência (f) de sementes de feijão-caupi (cv. BRS Guariba) obtidas de plantas cultivadas em diferentes sistemas de plantio e períodos sem irrigação (Mossoró, RN, 2012).

após envelhecimento, em função do aumento dos dias sem irrigação (Figura 1d). Esta resposta indica que a qualidade fisiológica das sementes decresceu com a severidade do estresse hídrico, resposta que pode influenciar, negativamente, no tempo de armazenamento destas sementes, como verificado por Guarçoni et al. (2001), os quais constataram, durante

o armazenamento, que sementes de milho foram mais afetadas quando obtidas de plantas cultivadas sob estresse hídrico.

A percentagem de emergência foi influenciada pelos períodos sem irrigação e pelos sistemas de plantio. As maiores percentagens de emergência foram verificadas em sementes submetidas ao menor tempo

sem irrigação, ocorrendo redução desta variável com o aumento do tempo sem irrigação. A menor porcentagem de germinação foi verificada para o período de 22 dias sem irrigação (Figura 1e). Sementes produzidas no sistema plantio direto apresentaram maior porcentagem de emergência, em relação ao sistema convencional (Tabela 2).

Houve interação entre os sistemas de plantio e os períodos sem irrigação, para o índice de velocidade de emergência. Até o sexto dia sem irrigação, observou-se que a falta de irrigação não afetou a velocidade de emergência, sendo que sementes produzidas no sistema plantio direto emergiram mais rapidamente (Figura 1f). Após este período, verificou-se decréscimo no índice de velocidade de emergência, até os 22 dias sem irrigação, para os dois sistemas de plantio. Observou-se, também, que, até os 18 dias sem irrigação, sementes obtidas de plantas cultivadas no sistema plantio direto apresentaram maior índice e, conseqüentemente, maior velocidade de germinação, mesmo em condições estressantes. Posteriormente, não foram verificadas diferenças entre os sistemas de plantio.

Em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), Pasin et al. (1991) observaram que o estresse hídrico por oito dias, na fase de enchimento das vagens, também proporcionou redução na velocidade e na emergência inicial de plântulas. Para estes autores, esta resposta foi semelhante à observada na atividade da fosfatase ácida encontrada nas sementes, podendo, esta enzima, estar relacionada ao processo germinativo.

Os melhores resultados encontrados para sementes produzidas no sistema plantio direto podem estar relacionados à capacidade de este sistema proporcionar maior disponibilidade de água, por maior período de tempo. Além disto, uma maior quantidade de matéria orgânica pode promover maior absorção de nutrientes, pela planta (Silva & Mendonça 2007), possibilitando melhor formação das sementes. Neste aspecto, um dos elementos que pode influenciar, positivamente, na qualidade das sementes é o nitrogênio (Farinelli et al. 2006, Toledo et al. 2009).

Os resultados encontrados demonstram que as condições de manejo do solo (sistemas plantio direto e convencional) ou da água (irrigação) podem influenciar, diretamente, na qualidade fisiológica das sementes de feijão-caupi. Logo, sementes que são comercializadas podem perder seu poder germinativo rapidamente, quando obtidas de cultivos manejados de forma inadequada.

CONCLUSÕES

1. Sementes de feijão-caupi provenientes de plantas submetidas ao estresse hídrico resultaram em menor qualidade fisiológica, porém, fisicamente maiores e mais pesadas.
2. O sistema plantio direto proporcionou sementes com melhor qualidade fisiológica.
3. Plantas de feijão-caupi submetidas ao estresse hídrico, após o florescimento, produziram menor quantidade de sementes.

REFERÊNCIAS

- ANYIA, A. O.; HERZOG, H. Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought. *European Journal of Agronomy*, Montpellier, v. 20, n. 4, p. 327-339, 2004.
- BEZERRA, A. A. C. et al. Comportamento morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. *Revista Ciências Agrárias*, Belém, v. 55, n. 3, p. 184-189, 2012.
- BEZERRA, A. A. C. et al. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 85-93, 2008.
- BIZARI, D. R. et al. Consumo de água e produção de grãos do feijoeiro irrigado em sistemas plantio direto e convencional. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2073-2079, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.
- CARMO FILHO, F. et al. *Dados climatológicos de Mossoró: um município semiárido nordestino*. Mossoró: ESAM, 1991.
- DUTRA, A. S.; TEÓFILO, E. M. Envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de feijão-caupi. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 29, n. 1, p. 193-197, 2007.
- FARINELLI, R. et al. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão em função de sistemas de manejo de solo e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 28, n. 2, p. 102-109, 2006.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, Recife, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

- FROTA, K. M. G. et al. Composição química do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), cultivar BRS Milênio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 2, p. 407-476, 2008.
- GUARÇONI, R. C. et al. Efeito do armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de populações de milho cultivadas sob estresses hídrico e mineral. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 36, n. 12, p. 1479-1484, 2001.
- GUISCHEM, J. M. et al. Teste de frio e envelhecimento acelerado na avaliação de vigor de sementes de feijão-frade. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v. 33, n. 2, p. 182-191, 2010.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MAROUELLI, W. et al. Uso da água e produção do tomateiro para processamento em sistema de plantio direto com palhada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 9, p. 1399-1404, 2006.
- MARTORANO, L. G. et al. Indicadores da condição hídrica do solo com soja em plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 397-405, 2009.
- MENDES, R. M. S. et al. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 95-103, 2007.
- MERCANTE, F. N. et al. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.
- MONTEIRO, R. O. C. et al. Função de resposta do meloeiro a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Vitória da Conquista, v. 24, n. 4, p. 455-459, 2006.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C. et al. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p. 2.1-2.21.
- NASCIMENTO, J. T. et al. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes. *Horticultura Brasileira*, Vitória da Conquista, v. 22, n. 2, p. 174-177, 2004.
- OBALUM, S. E.; OBI, M. E. Physical properties of a sandy loam Ultisol as affected by tillage-mulch management practices and cropping systems. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 108, n. 1-2, p. 30-36, 2010.
- OLIVEIRA, G. A. et al. Resposta do feijão-caupi às lâminas de irrigação e às doses de fósforo no Cerrado de Roraima. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 872-882, 2011.
- PASIN, N. H. et al. Desempenho de sementes de feijão provenientes de plantas submetidas a déficit hídrico em dois estádios de crescimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 26, n. 2, p. 183-192, 1991.
- PEDROSO, T. Q. et al. Qualidade de sementes de cafeeiro produzidas em diferentes densidades de plantio e regimes hídricos. *Coffee Science*, Lavras, v. 4, n. 2, p. 155-164, 2009.
- PRADO, R. M. Estado nutricional da semente repercute na sua qualidade. *Seed News*, Pelotas, v. 8, n. 4, p. 18-21, 2004.
- REIS, G. N. et al. Manejo do consórcio com culturas de adubação verde em sistema de plantio direto. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 29, supl., p. 677-681, 2007.
- SILVA, C. D. S. et al. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas a deficiência hídrica. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 7-13, 2010.
- SILVA, H. A. P. et al. Expressão gênica induzida por estresses abióticos em nódulos de feijão-caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 47, n. 6, p. 797-807, 2012.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Orgs.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.
- SIMIDU, H. M. et al. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de Cerrado. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.
- TOLEDO, M. Z. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.
- XAVIER, G. R. et al. Variabilidade genética em acessos de caupi analisada por meio de marcadores RAPD. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 40, n. 4, p. 353-359, 2005.