

**RESPOSTA DO CRAMBE CULTIVADO EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E POPULAÇÕES DE PLANTAS EM TRÊS ÉPOCAS DE SEMEADURA**

Paulo Henrique Cavazzini<sup>1</sup>, Alfredo Richart<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, Curso Agronomia, Av. da União 500, CEP: 85902-550, Bairro Vila Becker, Toledo, PR. E-mail: [paulo\\_cavazzini@hotmail.com](mailto:paulo_cavazzini@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professor Dr. do Curso de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo, Avenida da União, 500, 85902-550, Toledo, PR. E-mail: [alfredo.richart@pucpr.br](mailto:alfredo.richart@pucpr.br)

**RESUMO:** A cultura do (*Crambe abyssinica*) destaca-se como matéria-prima em potencial para formulação de biocombustíveis, ganhando espaço entre fontes de energias renováveis, além da aptidão para rotação de culturas e cobertura verde. Objetivou-se avaliar a resposta produtiva do crambe quando cultivado em diferentes espaçamentos e populações de plantas em distintas épocas de semeadura na região oeste do Paraná. Delineamento experimental foi de blocos casualizados, esquema fatorial 3x3x4, com três épocas de semeadura, três espaçamentos (17, 34 e 51 cm) e quatro densidades de plantas (60, 90, 120 e 150 plantas m<sup>2</sup>), com três repetições, perfazendo 108 parcelas, apresentando cada parcela 24 m<sup>2</sup>. A cultivar utilizada foi a ‘FMS Brilhante’. Os parâmetros avaliados foram: altura de planta, número de racemos por planta, comprimento médio dos racemos por planta, número de frutos por planta, número de frutos por racemo e produtividade. A semeadura do crambe realizada em 26/04/2013 foi a que proporcionou melhores resultados. A população de 90 plantas m<sup>2</sup> favoreceu o melhor crescimento e frutificação de planta. O espaçamento entre linhas de 51 cm apresentou melhores respostas para produtividade. O emprego de maiores espaçamentos com densidades de plantas medianas, conciliadas a semeaduras precoces, favoreceram as características morfológicas e produtivas da planta crambe.

**PALAVRAS-CHAVE:** Crambe abyssinica, Rotação de culturas, Tratos culturais.

**RESPONSE OF CRAMBE CULTIVATED IN DIFFERENT SPACING AND PLANT POPULATIONS IN THREE SEEDING SEASONS**

**ABSTRACT:** The cultivation of (*Crambe abyssinica*) stands out as a potential raw material for the formulation of biofuels, gaining space among renewable energy sources, in addition to the aptitude for crop rotation and green coverage. The aim of this study was to evaluate the productive response of crambe when cultivated at different spacings and plant populations at different sowing times in the western region of Paraná. The experiment was arranged in a randomized block design, factorial 3x3x4, with three sowing times, three spacings (17, 34 and 51 cm) and four plant densities (60, 90, 120 and 150 plants m<sup>2</sup>), with three replications, totaling 108 parcels, each parcel presenting 24 m<sup>2</sup>. The cultivar used was 'FMS Brilhante'. The parameters evaluated were: plant height, number of racemes per plant, average length of racemes per plant, number of fruits per plant, number of fruits per raceme and yield. The sowing of crambe carried out on 26/04/2013 provided the best results. The population of 90 plants m<sup>2</sup> favored the best plant growth and fruiting. The 51 cm spacing between rows showed better responses for productivity. The use of larger spacing with medium plant densities, combined with early sowing, favored the morphological and productive characteristics of the crambe plant.

**KEY-WORDS:** Crambe abyssinica, Crop Rotation, Cultural treatments.

## INTRODUÇÃO

A cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) é uma oleaginosa pertencente à família das crucíferas, a mesma da colza e canola. Originário da região quente e seca da Etiópia foi posteriormente adaptado a regiões mais frias do Mediterrâneo. Em virtude da sua origem, tolera bem a seca e o frio, sendo indicado para plantios de outono/inverno no Brasil. Com ciclo relativamente curto, em média 90 dias, representa uma excelente alternativa para a segunda safra (Knights, 2002; Machado et al., 2007).

O cultivo do crambe no Brasil se deu início a partir da década de 90, através da cultivar FMS Brillhante, introduzida e comercializada pela Fundação MS no Mato Grosso do Sul. Inicialmente se tinha como objetivo utilizar esta cultura como cobertura de solo e forrageira de inverno em regiões do cerrado, entretanto, com a busca por novas alternativas energéticas e com os incentivos governamentais para produção de biocombustíveis, o crambe se tornou uma nova opção para este seguimento (Pitol et al., 2010). A produção média do crambe varia de 1000 a 1500 kg por hectare, mas tendo capacidade de atingir produções maiores em condições de solo e clima favoráveis. Apresenta potencial médio de óleo extraído em torno de 570 kg por hectare (Plein, 2010).

Por se tratar de uma cultura pouco conhecida comercialmente, praticamente não se dispõe, ainda, de informações técnicas suficientes para a plena exploração do seu cultivo intensivo. Assim, com o início da produção comercial de suas sementes no país, surgiu a necessidade da realização de pesquisas na área de tecnologia e produção.

Um dos pontos principais da cultura é a densidade de plantas a ser aplicada, visto que, este aspecto está intrinsecamente relacionada a maneira como a planta irá se comportar, tanto se objetivando a altura da mesma, como na competição por nutrientes e na distribuição de fotoassimilados. Entre as recomendações mais significativas na implantação da cultura, se enquadra a adequação do estande em relação à população e espaçamento de plantas, interferindo significativamente na absorção de água, nutrientes, radiação solar, além da arquitetura e microclima estabelecido pela cultura (Grafton et al., 1988; Cordeiro, 1999).

Dentre algumas especificações para que se obtenham boas produtividades, Roscoe e Delmontes (2008) recomendam a implantação da cultura com densidade de plantio entre 70 a 140 plantas por m<sup>2</sup> e espaçamento entre linhas por volta de 17 a 45 cm, entretanto para que se atinjam níveis satisfatórios de produção, é necessário que se tenha solo com boa fertilidade e preferencialmente que apresentem boas quantidades de matéria residual de culturas antecessoras, principalmente das empregadas durante o cultivo de verão, ampliando assim o potencial produtivo da cultura.

Pitol et al. (2010) sugere espaçamentos mais reduzidos entre 17 a 20 cm, visando o fechamento com maior eficiência das ruas de plantio, gerando uma menor incidência de plantas daninha, tendo em vista o não emprego de herbicidas seletivos para o controle de folha larga na cultura do crambe. Porém, em estudos desenvolvidos pela Fundação-MS (2010), a produtividade não sofre grandes variações em detrimento da utilização de maiores espaçamentos e densidade de plantas levemente reduzido, devido, em condições apropriadas, conseguir compensar o menor número de plantas por metro quadrado através de um bom engalhamento, evitando assim o acamamento em condições muito favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

Em detrimento ao fácil emprego em culturas anuais, como por exemplo, a soja, o espaçamento entre linhas de 45 cm são comumente utilizado na semeadura do crambe, porém ainda não se tem respostas precisas perante eficiência da implantação de tamanhos espaçamentos como também em relação às densidades de plantas a serem empregadas (Jadoski et al., 2000).

Diante dos desafios encontrados para o correto posicionamento da cultura do crambe no oeste paranaense, este trabalho tem como objetivo avaliar a resposta produtiva da cultura do crambe quando cultivado em diferentes espaçamentos e populações de plantas em distintas épocas de semeadura na região oeste do Paraná.

## MATERIAI E MÉTODOs

O trabalho foi conduzido na unidade experimental do curso de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo, região Oeste do Paraná, localizada a 24° 43' 11'' S e 53° 46' 43'' O, com altitude de 571 m. Com base na classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estações secas e com poucas geadas. A média de temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C (Cavaglione et al., 2000). Durante o período de condução do experimento, foram coletados os dados climáticos de soma térmica e precipitação pluviométrica ocorridas no período, conforme apresentado na Tabela 1. O solo da unidade experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico típico, textura muito argilosa e relevo suave ondulado (Embrapa, 2006).

Para avaliar a resposta do crambe a densidade de plantas e ao espaçamento na entrelinha, foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 x 4, constando de três épocas de semeadura (26/04; 06/05 e 20/05/2013), três espaçamentos na entrelinha (17, 34 e 51 cm) e quatro densidades de plantas (60, 90, 120 e 150 plantas m<sup>2</sup>), com

---

Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v.10, n.1, p.147-165, 2021.

três repetições, perfazendo 108 parcelas, sendo a área de cada parcela de 24 m<sup>2</sup> (4 x 6 metros). Para isto, foi utilizado o cultivar de crambe ‘FMS Brilhante’. A adubação de base foi constituída de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Em cobertura, foram adicionados na forma de uréia 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, totalizando 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, a qual foi realizada 20 dias após emergência das plantas (DAE).

Tabela 1. Dados climatológicos (soma térmica acumulada e pluviosidade) coletados durante os períodos de cultivo do crambe na estação meteorológica do curso de Agronomia, campus Toledo – PR.

Datas	Soma térmica acumulada em cada época			Pluviosidade
	26/04	06/05	20/05	Total
	°C dia			mm
26/04 – 04/05	185,2	-	-	37,0
05/05 – 14/05	150,3	135,3 <sup>(1)</sup>	-	106,4
15/05 – 24/05	166,8	166,8	85,0 <sup>(2)</sup>	178,0
25/05 – 04/06	169,2	169,2	169,2	92,8
05/06 – 14/06	166,8	166,8	166,8	17,0
15/06 – 24/06	129,6	129,6	129,6	254,0
25/06 – 04/07	152,6	152,6	152,6	64,0
05/07 – 14/07	176,3	176,3	176,3	01,6
15/07 – 24/07	107,5	107,5	107,5	24,4
25/07 – 04/08	177,9	177,9	177,9	03,6
05/08 – 14/08	143,6	143,6	143,6	06,2
15/08 – 24/08	156,0	156,0	156,0	00,0
25/08 – 03/09	130,0	130,0	130,0	28,8
04/09 – 13/09	55,1 <sup>(3)</sup>	213,7	213,7	0,40
14/09 – 23/09	-	-	168,5	75,2
24/09 – 26/09	-	-	50,4	22,3
Total (°C)	2.066,9	2.025,3	2027,1	
Total (mm)	813,8	764,8	607,7	

<sup>1</sup> soma térmica acumulado do 06/05 (data de semeadura) até o 14/05; <sup>2</sup> soma térmica acumulado do 20/05 (data de semeadura) até o 24/05; <sup>3</sup> soma térmica acumulado do 04/09 até 06/09 (data da colheita).

Quanto aos tratos culturais, não foi necessária aplicação de defensivos para o controle de pragas e doenças ao longo do ciclo da cultura. Porém, se fez necessário o controle de plantas daninhas, o qual, foi realizado por meio de capina manual no início do ciclo vegetativo da cultura.

No momento da colheita, foram selecionadas cinco plantas por parcela e mensurados os seguintes caracteres morfológicos: altura de planta em cm (AP), número de racemos por planta (NRP) e comprimento médio dos racemos por planta em cm (CMRP). Também foram avaliados os caracteres produtivos: número de frutos por planta (NFP) e número de frutos por racemo (NFR), obtidos dividindo-se NFP por NRP e produtividade de grãos, em gramas planta<sup>-1</sup> (PROD).

Os caracteres morfológicos AP e CMRP foram mensurados com o auxílio de fita métrica, medindo-se a distância entre o nível do solo e o ápice da planta (AP) e a distância média entre o nó e a extremidade dos racemos por planta (CMRP), utilizando-se para a mensuração dos demais caracteres o uso de contagem manual e balança de precisão.

Os dados obtidos em cada época de semeadura foram tabulados e submetidos a análise de variância e comparados entre si pelo teste de médias Tukey a 5% de probabilidade. Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (Ferreira, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, observa-se que ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para as características morfológicas da planta de crambe: comprimento médio de racemo por planta (CMRP), número de racemos por planta (NRP), número de frutos por racemo (NFR) e número de frutos por planta (NFP) em função das três épocas de semeadura no município de Toledo – PR, como mostra a Tabela 2. No entanto, não foram obtidas respostas significativas ( $p < 0,05$ ) para altura de planta (AP) nas diferentes épocas de semeadura estudadas (Tabela 2).

Para a característica morfológica AP, observa-se que os valores máximos foram de 114,0; 117,3 e 111,5 cm, respectivamente, para as épocas 26/04, 06/05 e 20/05/2013 (Tabela 2). Constata-se que a semeadura realizada no dia 20/05 foi a que proporcionou o menor crescimento das plantas de crambe. Possivelmente, as condições climáticas (Tabela 1) ocorridas ao longo do experimento, principalmente os períodos de temperaturas inferiores a 5 °C, interferiram de forma negativa no crescimento e desenvolvimento da planta de crambe, justificando assim, as menores AP. Resultados semelhantes foram obtidos nos trabalhos de avaliação de desenvolvimento das plantas de crambe realizado por Meijer e Mathijssen (1996).

Tabela 2. Resultados médios para altura de planta (AP), comprimento médio de racemo por planta (CMRP), número de racemos por planta (NRP), número de frutos por racemo (NFR) e número de fruto por planta (NFP) de crambe cultivado em diferentes épocas de semeadura no município de Toledo – PR.

Época de semeadura	AP	CMRP	NRP	NFR	NFP	Produtividade
	———— cm ————					—kg ha <sup>-1</sup> —
26/04	114,0 a	42,9 b	16,1 a	47,8 a	779,1 a	800,0 a
06/05	117,3 a	48,7 a	12,2 b	56,7 a	713,9 a	720,0 a
20/05	111,5 a	39,9 b	13,7 b	34,6 b	497,5 b	600,0 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao CMRP, verifica-se que os maiores crescimentos foram obtidos com a semeadura do crambe na data de 06/05, o qual foi de 48,7 cm (Tabela 2). Provavelmente este comportamento se deve as melhores condições de desenvolvimento das plantas de crambe durante o período em questão, apresentando características de temperatura e principalmente, pluviosidade favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento da cultura.

Fato parecido a este pode ser visualizado em trabalhos visando a irrigação de mamona realizado por Freitas et al. (2010) e Souza et al. (2007), nos quais, observaram que por meio da utilização do sistema de irrigação se alcançaram resultados favoráveis tanto para comprimento de racemos por planta como também, para número de racemos emitidos pelas plantas.

Para NRP, observa-se que as melhores respostas obtidas foram para a semeadura do dia 26/04, destacando-se das demais com 16,1 (Tabela 2). Estes resultados podem ser atribuídos ao fato das condições de temperatura que acabaram por influenciar o crescimento da planta, favorecendo a maior emissão de racemos ao longo desta época. No entanto, a época de semeadura que proporcionou resultados mais expressivos foi a efetuada no dia 06/05, mas não diferindo-se significativamente ( $p>0,05$ ) da época 26/04, com 56,7 e 47,8 respectivamente (Tabela 2).

Valores esses que provavelmente podem ser explicados pelo maior comprimento de racemos apresentados pelas plantas destas épocas, as quais podem ter acabado por influenciar nos resultados obtidos para este item. Vale destacar que, os fatores nutrição da planta e clima (temperatura e precipitação pluviométrica) proporcionaram maior NRP.

Para o componente NFP, constata-se de que a semeadura realizada na data de 20/05 foi a que proporcionou o menor resultado, com 497,5 (Tabela 2). Porém, ocorreram diferenças significativas ( $p<0,05$ ) nas demais épocas 26/04 e 06/05, com valores de 779,1 e 713,9

respectivamente. Possivelmente este fato se deve as baixas temperaturas (inferiores a 5 °C) ocorridas durante o desenvolvimento da cultura. Fato o qual também foi visualizado em trabalho visando definir a temperatura basal da canola realizado por Morrison et al. (1989).

Para a produtividade, verifica-se que as melhores respostas foram alcançadas pela época 26/04, com 800 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Observando-se que à medida que se prolongou as épocas de semeadura, concomitantemente, reduziu-se a produtividade. Respostas que, provavelmente, podem estar relacionadas às interferências do ambiente (clima) sobre o desenvolvimento e consequente produtividade das plantas, visto que no decorrer das épocas, apresentaram-se temperaturas mínimas muito acentuadas, com ocorrência de geadas fortes, principalmente sobre as duas últimas épocas de semeadura, prejudicando assim a floração e posterior formação dos grãos. Resultados semelhantes foram observados por Roscoe et al. (2010), verificaram maior sensibilidade da cultura as baixas temperaturas durante a fase de florescimento, ocasionando o abortamento das flores e resultante queda na produção.

Quanto ao efeito geral da população de plantas estudada, verifica-se que não ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para as características morfológicas da planta de crame: altura de planta (AP), comprimento médio de racemo por planta (CMRP), número de racemo por planta (NRP), número de frutos por racemo (NFR) e número de frutos por planta (NFP) em função das quatro populações de plantas no município de Toledo – PR, como mostra a Tabela 3.

Para a característica AP, observa-se que os valores foram de 116,4; 114,2; 113,4 e 113,1 cm, respectivamente população de 60, 90, 120, 150 plantas por m<sup>2</sup> (Tabela 3). Constatase de que a população de 150 plantas por m<sup>2</sup> foi a que proporcionou o menor crescimento de plantas. Provavelmente, este comportamento se deve ao fato de a maior densidade de plantas gerar aumento na competição por nutrientes, interferindo no crescimento e ocasionando uma menor altura do estande final de plantas. Esta pequena diferença entre populações mostra que a planta pode ser capaz de atingir certa estabilidade na competitividade, como relatado por Adams e Weaver (1998), verificaram que as adequações das plantas a determinadas densidades de plantio.

Quanto ao CMRP, verifica-se que a densidade de 60 plantas por m<sup>2</sup> foi a que proporcionou os maiores crescimentos, o qual foi de 45,1 cm (Tabela 3). Possivelmente esta leve variação perante os demais, se deve ao fato de as menores densidades de planta proporcionar melhores condições para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas, contribuindo para melhores condições de competitividade e distribuição de fotoassimilados entre plantas. Resultados semelhantes também foram visualizados por Pitol et al. (2010), *Journal of Agronomic Sciences*, Umuarama, v.10, n.1, p.147-165, 2021.

constatando-se a capacidade da planta em compensar a baixa densidade com o acréscimo do número de racemos por planta.

Tabela 3. Resultados médios para altura de planta (AP), comprimento médio de racemo por planta (CMRP), número de racemos por planta (NRP), número de frutos por racemo (NFR) e número de fruto por planta (NFP) em função da população de plantas de crambe cultivado no município de Toledo – PR.

População (plantas m <sup>-2</sup> )	AP	CMRP	NRP	NFR	NFP	Produtividade
	———— cm ————					—kg ha <sup>-1</sup> —
60	116,4 a	45,1 a	14,8 a	47,1 a	700,7 a	740,0 a
90	114,2 a	43,7 a	14,3 a	50,8 a	729,0 a	780,0 a
120	113,4 a	43,1 a	13,4 a	43,2 a	590,0 a	620,0 a
150	113,1 a	43,6 a	13,6 a	44,5 a	634,3 a	680,0 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao NRP, constatou-se de que a densidade de 60 plantas por m<sup>2</sup>, da mesma forma que o CMRP, foi a que proporcionou os melhores resultados, com 14,8 (Tabela 3). Provavelmente estes resultados podem estar relacionados aos mesmos critérios debatidos para a característica CMRP, os quais acabam sendo favorecidos pelas menores densidades de plantas.

Para NFR e NFP, observa-se que as melhores respostas foram alcançadas com a população de 90 plantas por m<sup>2</sup>, respectivamente com valores de 50,8 e 729,0 (Tabela 3). Possivelmente estes melhores resultados apresentados podem vir a se dever ao fato das plantas conseguirem estabelecer um melhor arranjo e preenchimento mais favorável do espaço, fazendo com que se venha a conseguir condições de ambiente e microclima mais favorável para as características aqui debatidas. A estabilidade e adaptabilidade das plantas para a produção de grãos estão comumente ligadas ao ajuste da população de plantas para cada genótipo característico avaliado (Shahin e Valiollah, 2009; Silveira et al., 2010).

Quanto a produtividade, verifica-se que os resultados encontrados foram de 780, 740, 680 e 620 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para as populações de 90, 60, 150 e 120 plantas por m<sup>2</sup> (Tabela 3). Constata-se que a população de 90 plantas por m<sup>2</sup> foi a que proporcionou o melhor resultado. Provavelmente, a melhor resposta encontrada se deve ao melhor arranjo espacial das plantas, favorecendo a melhor adaptabilidade e florescimento das mesmas, acarretando em

maior produtividade. Fato semelhante também foi relatado por Roscoe e Delmontes (2008), os quais, relataram melhores produtividades com populações em torno de 100 plantas por m<sup>2</sup>.

Para o efeito geral dos espaçamentos de entre linha avaliados, constata-se que ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para as características morfológicas da planta de crambe: comprimento médio de racemo por planta (CMRP), número de frutos por racemo (NFR) e número de frutos por planta em função dos três espaçamentos na entrelinha no município de Toledo – PR, como mostra a Tabela 4. Entretanto, não foram obtidas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para altura de planta (AP) e número de racemo por planta (NRP) nos diferentes espaçamentos na entrelinha empregados (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados médios para altura de planta (AP), comprimento médio de racemo (CMR), número de racemos por planta (NRP), número de frutos por racemo (NFR) e número de fruto por planta (NFP) em função de diferentes espaçamentos na semeadura do crambe cultivado no município de Toledo – PR.

Espaçamento (cm)	AP	CMRP	NRP	NFR	NFP	Produtividade
	————— cm —————					—kg ha <sup>-1</sup> —
17	115,1 a	43,5 ab	13,8 a	42,7 b	601,0 b	620,0 b
34	116,7 a	41,7 b	13,8 a	41,0 b	574,4 b	620,0 b
51	111,1 a	46,4 a	14,5 a	55,5 a	815,1 a	880,0 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para AP, observa-se que os valores foram de 115,1; 116,7 e 111,1 cm, respectivamente, espaçamento de 17, 34 e 51 cm (Tabela 4). Verifica-se que o espaçamento na entrelinha de 51 cm foi o que proporcionou o menor crescimento das plantas de crambe. Possivelmente, em virtude de espaçamentos maiores aumentou-se a partição de fotoassimilados direcionados aos racemos, ocasionando melhor desenvolvimento das plantas no plano horizontal quando comparado aos demais espaçamentos, justificando assim, as menores AP. Este comportamento foi observado por Rambo et al. (2003) em soja.

Com relação ao CMRP, constata-se que o espaçamento na entrelinha de 51 cm foi o que promoveu os melhores resultados, com 46,4 cm (Tabela 4). Provavelmente este comportamento se deve aos mesmos motivos citados no item anterior (AP), onde os maiores espaçamentos proporcionam melhor distribuição de fotoassimilados por planta. Fato curioso foi visualizado com o espaçamento de 17 cm, o qual apresentou maiores valores de CMRP quando comparado com o espaçamento de 34 cm. Esta variação pode vir a ser justificada devido

a cultivar FMS brilhante apresentar certa instabilidade genotípica, provavelmente derivada de condições ambientais relacionadas à local e ano, instabilidade esta que também foi constatada em estudos conduzidos por Johnson e Hanson (2003) e Coimbra et al. (2004).

Quanto as características morfológicas NRP, NFR e NFP, verifica-se que o espaçamento de entrelinha de 51 cm foi o que proporcionou as melhores respostas, com resultados de 14,5; 55,5 e 815,1, respectivamente (Tabela 4). Possivelmente, esta melhor resposta do espaçamento de 51 cm perante as características aqui abordadas, se deve a melhor distribuição e conseqüentemente, a menor competição por fotoassimilados, o que resultada em melhor desenvolvimento por planta.

Para o componente produtividade, constata-se que o espaçamento de 51 cm proporcionou respostas mais satisfatórias que os demais espaçamentos estudados, atingindo 880 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 4). Provavelmente, este comportamento das plantas em relação à produção de grãos se deve a maior incidência de luz distribuída no dossel, sendo justificada pela relação linear entre fito massa produzida e a energia radiante absorvida ao decorrer do ciclo (Tollenaar e Bruulsema, 1988).

Quanto as interações entre os fatores estudados, a análise de variância revelou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para as interações época x população, época x espaçamento e a população x espaçamento, como pode ser verificado nas Tabelas 5, 6 e 7.

Para o caso da interação época x população, constata-se que para a característica altura de planta não ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), verificando-se que o melhor resultado (122,4 cm) foi alcançado com a menor população de plantas (Tabela 5). Provavelmente este comportamento seja oriundo da melhor distribuição de nutrientes, água e fotoassimilados. Assim como apontam Martins e Pedro Junior (1998), ressaltam que se deve buscar a adequação das plantas a fim de possibilitar as mesmas, a plena exploração dos recursos necessários para que possam expressar seu máximo potencial produtivo.

Fato curioso foi visualizado para este quesito em relação à população de 150 plantas por m<sup>2</sup>, a qual apresentou a menor resposta de AP contrariando as premissas de que as plantas quando submetidas a altas densidades venham a sofrer estiolamento, oriundos principalmente da competição por luz. Como verificado em soja por Tourino et al. (2002), constataram que conforme o aumento na população de plantas, resulta em menor altura das mesmas.

Assim como para a altura de planta, observa-se em âmbito geral para as demais características de que, as menores densidades de plantas resultaram nas melhores respostas para os caracteres avaliados, entre eles NRP, com melhores respostas, 17,0 e 17,0 para as populações de 60 e 90 plantas por m<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 5). Como também para o critério

---

Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v.10, n.1, p.147-165, 2021.

comprimento médio de racemos por planta os melhores resultados alcançados foram 51,2 e 50,4 cm (Tabela 5), respectivamente densidades de 60 e 90 plantas por m<sup>2</sup>.

Para NFP, constata-se de que as populações de 90 e 60 plantas por m<sup>2</sup> foram as que proporcionaram as melhores respostas com 954,9 e 825,1 (Tabela 5). Conseqüentemente, foram às mesmas populações que promoveram as melhores produtividades, atingindo 1060 e 860 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, populações de 90 e 60 plantas por m<sup>2</sup> (Tabela 5).

Resposta semelhante pode ser verificado para NFR, no qual, os melhores resultados foram de 65,5 e 62,5 também foram relacionados às populações de 90 e 60 plantas por m<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 5). Possivelmente, este comportamento das plantas em função da interação entre época e população, se verificaram as melhores repostas atribuídas as menores populações, se deve ao fato de que tais populações proporcionam as plantas melhores condições de desenvolvimento morfológico, tendo como fundamentos básicos melhor distribuição de água, nutrientes e luz. Como relatado por Toledo e Barros (1999), afirmaram que, deve-se levar em consideração as altas densidades de plantas, uma vez que tendem a competir pela luz e nutrientes.

Em relação à interação época x espaçamento, verifica-se que ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para todas as características morfológicas da planta de crambe: altura de planta, número de racemos por planta, comprimento médio de racemo por planta, número de frutos por planta, número de frutos por racemo e produtividade para o município de Toledo – PR, como mostra a Tabela 6.

Para AP, observa-se de maneira aleatória que última época juntamente com o maior espaçamento entrelinhas interferiram de forma negativa para esta característica, atingindo valores de 109,9 e 109,1 cm para o espaçamento de 51 cm e para a época 20/05 chegando a valores de 110,1 e 110,2 cm (Tabela 6). Este crescimento reduzido pode estar relacionado a temperaturas abaixo de 3°C ocorridas durante o período de condução do experimento, em especial para a última época, a qual, se apresentava na fase de desenvolvimento vegetativo, resultando em maiores danos visuais ela.

Tabela 5. Resultados médios para altura de planta (cm), número de racemos por planta, comprimento médio de racemos por planta (cm), número de frutos por planta, número de frutos por racemo e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) em função da interação entre as épocas de semeadura e às populações de crambe cultivado no município de Toledo – PR

Época	População (plantas por m <sup>2</sup> )			
	60	90	120	150
Altura de planta (cm)				
26/04	111,2 aA	116,1 aA	113,9 aA	115,0 aA
06/05	122,4 aA	117,1 aA	114,4 aA	115,3 aA
20/05	115,6 aA	109,5 aA	111,9 aA	109,1 aA
-----				
Número de racemos por planta				
26/04	17,0 aA	17,0 aA	14,9 aA	15,4 aA
06/05	13,3 bA	11,7 bA	11,6 bA	12,5 aA
20/05	14,1 abA	14,4 abA	13,6 abA	12,9 aA
-----				
Comprimento médio de racemos por planta (cm)				
26/04	42,3 abA	41,2 bA	45,4 aA	42,7 aA
06/05	51,2 aA	50,4 aA	46,2 aA	47,2 aA
20/05	41,7 bA	39,4 bA	37,8 aA	40,9 aA
-----				
Número de frutos por planta				
26/04	786,4 abA	954,9 aA	658,9 aA	716,2 aA
06/05	825,1 aA	782,7 abA	578,9 aA	669,0 aA
20/05	490,7 bA	449,3 bA	532,3 aA	517,9 aA
-----				
Número de frutos por racemo				
26/04	44,8 abA	57,5 aA	43,4 aA	45,4 aA
06/05	62,5 aA	65,5 aA	49,5 aA	49,3 aA
20/05	33,9 bA	29,4 bA	36,6 aA	38,7 aA
-----				
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
26/04	760,0 aA	1060,0 aA	640,0 aA	740,0 aA
06/05	860,0 aA	760,0 abA	600,0 aA	680,0 aA
20/05	620,0 aA	520,0 bA	640,0 aA	620,0 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Outro fator que pode ter contribuído foi o maior espaçamento de entre linhas (51 cm), visto que proporcionam menor competição entre plantas por espaço, geralmente resultando em

menores alturas de plantas. Fato semelhante foi verificado por Morrison et al. (1989), na determinação da temperatura basal da canola.

Para NRP, constata-se que a primeira época de semeadura quando comparada com as demais, apresentou as melhores respostas com 17,0; 15,6 e 15,6, respectivamente aos espaçamentos de 17, 34 e 51 cm (Tabela 6). Possivelmente este fato possa estar relacionado as melhores condições do equilíbrio da temperatura verificadas durante o decorrer da época em questão.

Com relação à característica CMRP, ao contrário do visualizado anteriormente a segunda época de semeadura foi a que apresentou as melhores respostas, dando-se ênfase principalmente para o espaçamento de 51 cm, o qual alcançou valor de 52,7 cm (Tabela 6).

Pode-se ainda destacar para a mesma época e o mesmo espaçamento melhores respostas perante os fatores NFR e por consequência maior NFP, com valores respectivos de 70,5 e 912,6 (Tabela 6). Provavelmente esta maior resposta pode estar relacionada ao melhor desenvolvimento vegetativo e reprodutivo que os maiores espaçamentos oferecem quando empregados em culturas com características de rusticidade e capacidade compensatória como a apresentada pela cultura do crambe, intensificando-se essa superioridade quando disponibilizado condições satisfatórias de precipitação e soma térmica necessárias à cultura. Assim como relatado por Degenhardt e Kondra (1981), na cultura da canola, a distribuição de plantas por área pode modificar seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, modificações que estão relacionadas à competição entre indivíduos, em consequência do emprego de menores espaçamentos de entrelinha, podendo reduzir o número e o peso de siliquis por plantas.

Para a produtividade, ficou evidente de que o espaçamento de 51 cm conciliado as três épocas de semeadura, de maneira geral, foi o que apresentou as melhores respostas em produção, com desempenho de 900 kg ha<sup>-1</sup> para as épocas 26/04 e 06/05 e de 840 kg ha<sup>-1</sup> para a época 20/05 (Tabela 6). Essa maior produção possivelmente pode ser explicada assim como relatado em trabalho realizado com canola por Cordeiro (1999), pela interferência do espaçamento entrelinha na arquitetura da planta, proporcionando incrementos na produtividade. Constata-se que ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para as características morfológicas da planta de crambe: altura de planta, comprimento médio de racemo por planta e número de frutos por racemo em função da interação entre as populações de plantas e os espaçamentos entrelinhas no município de Toledo – PR (Tabela 7).

Tabela 6. Resultados médios para altura de planta (cm), número de racemos por planta, comprimento médio de racemos por planta (cm), número de frutos por planta, número de frutos por racemo e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) em função da interação entre as épocas de semeadura e os espaçamentos entre linhas de crambe cultivado no município de Toledo – PR

Época	Espaçamento (cm)		
	17	34	51
-----			
Altura de planta (cm)			
26/04	115,8 aA	116,4 abA	109,9 aA
06/05	119,3 aAB	123,5 aA	109,1 aB
20/05	110,1 aA	110,2 bA	114,3 aA
-----			
Número de racemos por planta			
26/04	17,0 aA	15,6 aA	15,6 aA
06/05	11,6 bA	12,4 bA	12,6 bA
20/05	12,6 bB	13,2 abAB	15,4 aA
-----			
Comprimento médio de racemos por planta (cm)			
26/04	44,6 aA	38,6 bA	45,5 abA
06/05	46,1 aA	47,4 aA	52,7 aA
20/05	39,8 aA	39,1 bA	41,0 bA
-----			
Número de frutos por planta			
26/04	875,4 aA	595,9 aA	865,9 aA
06/05	524,3 bB	704,8 aAB	912,6 aA
20/05	403,4 bA	422,4 aA	666,8 aA
-----			
Número de frutos por racemo			
26/04	51,8 aA	37,9 bA	53,5 bA
06/05	45,1 abB	54,5 aAB	70,5 aA
20/05	31,2 bA	30,4 bA	42,3 bA
-----			
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )			
26/04	880,0 aA	620,0 aA	900,0 aA
06/05	540,0 abA	740,0 aA	900,0 aA
20/05	460,0 bA	500,0 aA	840,0 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Resultados médios para altura de planta (cm), número de racemos por planta, comprimento médio de racemos por planta (cm), número de frutos por planta, número de frutos por racemo e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) em função da interação entre as populações de plantas e os espaçamentos entre linhas de crambe cultivado no município de Toledo – PR

População (Plantas por m <sup>2</sup> )	Espaçamento (cm)		
	17	34	51
Altura de planta (cm)			
60	123,6 aA	116,9 aAB	108,7 aB
90	114,5 aA	119,0 aA	109,1 aA
120	112,1 aA	115,1 aA	112,9 aA
150	109,9 aA	115,9 aA	113,5 aA
-----			
Número de racemos por planta			
60	15,9 aA	13,7 aA	14,8 aA
90	13,5 aA	14,3 aA	15,2 aA
120	12,9 aA	13,9 aA	13,3 aA
150	12,8 aA	13,1 aA	14,9 aA
-----			
Comprimento médio de racemos por planta (cm)			
60	44,8 aA	43,8 aA	46,6 aA
90	43,4 aA	42,2 aA	45,4 aA
120	40,0 aB	40,0 aB	49,4 aA
150	45,8 aA	40,9 aA	44,2 aA
-----			
Número de frutos por planta			
60	769,7 aA	562,4 aA	770,1 aA
90	626,0 aA	653,7 aA	907,3 aA
120	462,3 aA	541,5 aA	766,3 aA
150	546,3 aA	539,9 aA	816,9 aA
-----			
Número de frutos por racemo			
60	47,7 aA	41,4 aA	52,2 aA
90	47,1 aA	44,4 aA	60,8 aA
120	34,1 aB	38,9 aAB	56,5 aA
150	41,9 aA	39,2 aA	52,3 aA
-----			
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )			
60	800,0 aA	600,0 aA	820,0 aA
90	700,0 aA	700,0 aA	920,0 aA
120	420,0 aA	600,0 aA	860,0 aA
150	560,0 aA	560,0 aA	900,0 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entretanto, não foram obtidas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para número de racemos por planta, número de frutos por planta e produtividade em decorrência da interação entre as populações e os espaçamentos empregados (Tabela 7).

Quanto à AP, observa-se que a menor população de plantas juntamente com o menor espaçamento de entrelinhas proporcionou melhor resposta em relação, a qual foi de 123,6 cm (Tabela 7). Provavelmente este comportamento das plantas pode estar relacionado ao arranjo das plantas dentro do estande, assim como pode estar relacionada ao fracionamento adequado de nutrientes e fotoassimilados entre elas, proporcionando condições adequadas para o pleno desenvolvimento e ao mesmo tempo havendo competição por espaço, conseqüentemente incrementando a altura final. Conforme Adams e Weaver (1998), verificaram que ocorrem adequações das plantas a determinadas densidades de plantio.

Para a característica NRP, pode-se verificar que a maior densidade de plantas conciliada ao menor espaçamento de entrelinhas foi o que proporcionou o menor resultado, com 12,8 (Tabela 7). Fato este que pode estar relacionado à maior competitividade entre plantas por espaço e suprimentos de crescimento, cuja sua distribuição se dá de maneira mais fracionada dentro da população de plantas, limitando o potencial de desenvolvimento para este componente. Resultados semelhantes com canola foram relatados por Mousavi et al. (2011), avaliando três densidades de plantas, observaram que a medida que se aumentava a população de plantas, reduzia-se o NRP.

Para o CMRP, verifica-se de maneira geral que, o espaçamento de 51 cm foi o que proporcionou os melhores resultados com 49,4 e 46,6 cm, para as densidades de 120 e 60 plantas por m<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 7). Comportamento esse que deve estar associado a fatores de melhor desenvolvimento e distribuição de área e espaço por planta, fatores os quais, concedem à planta melhores condições para que exerça com maior potencial suas características. Conseguindo ainda, demonstrar de forma eficaz sua capacidade em responder as alterações do meio ambiente e através de sua plasticidade fenotípica ajustar-se ao mesmo (Schlichting, 1986).

Para as características NFP, NFR e produtividade, constata-se que o espaçamento de 51 cm foi o que expressou as melhores respostas. Para o NFR, foram alcançados valores de 907,3 e 816,9, respectivamente as populações de 90 e 150 plantas por m<sup>2</sup> (Tabela 7). Já para produtividade, a qual vem por consequência do fator anterior atingiu-se valores de 920 e 900 kg ha<sup>-1</sup>, também em função das mesmas populações de plantas (Tabela 7). Para o fator NFR, verifica-se dentro do mesmo espaçamento de que as populações de 90 e 120 plantas por m<sup>2</sup> foram as que apresentaram as melhores respostas, com 60,8 e 56,5, mas não diferindo em relação as demais populações (Tabela 7). Resultados semelhantes também foram levantados por Pitol et al. (2010), verificaram que as maiores densidades de plantas juntamente com menores espaçamentos, apesar de proporcionarem melhor fechamento da entrelinha e

---

Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v.10, n.1, p.147-165, 2021.

consequente maior competição com plantas daninhas, proporcionam ou resultam em menor rendimento de grãos.

### CONCLUSÕES

A semeadura do crambe realizada na data de 26/04/2013 foi a que proporcionou os melhores resultados.

A população de 90 plantas por m<sup>2</sup> foi a que favoreceu o melhor crescimento e frutificação da planta de crambe.

O espaçamento entre linhas de 51 cm foi o que apresentou as melhores respostas, em especial para a produtividade.

O emprego de maiores espaçamentos juntamente com densidades de plantas medianas, conciliadas com semeaduras mais precoces, favoreceram as características morfológicas e produtivas da planta de crambe.

### REFERÊNCIAS

ADAMS, P.D., WEAVER, D.B. **Brachytic stem trait, row spacing, and plant population effects on soybean yield.** *Crop Science*, Madison, v.38, p.750-754,1998.

BELL, J.M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, v.73, n.4, p.679 – 697, 1993.

CAVIGLIONE, J. H.; CARAMORI, P. H.; KIIHL, L. B.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná.** Londrina: Iapar, 2000. 1 CD-ROM.

COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; ALMEIDA, M.L. de; SANGOI, L.; ENDER, M.; MEROTTO JÚNIOR, A. Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola. *Ciência Rural*, v.34, p.1421-1428, 2004.

CORDEIRO, L. A. M.; REIS, M. S.; AVARENGA, E. M. **A Cultura da Canola.** Cadernos didáticos. Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, 1999.

DEOENHARDT, D.F. & KONDRÁ, Z.P. The influence of seeding date and seeding rate on seed yield and yield components of five genotypes of *Brassica napus*. *Can. J. Plant Sci.*, Ontario, 61(2):175-83, 1981.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.**2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR.** Versão 4.3. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 1 CD-ROM.

FREITAS, C. A. S. de, BEZERRA, F. M. L.; SILVA, A. R. A. da; PEREIRA FILHO, J. V.; FEITOSA, D. R. C. Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.1059-1066, 2010.

FUNDAÇÃO MS. Crambe (*Crambe abyssinica*) – cultivar FMS **Brilhante: uma boa alternativa para produção de biodiesel**. Boletim informativo, 2008.

Fundação MS Para Pesquisa E Difusão De Tecnologias Agropecuárias. **Crambe FMS Brilhante. Crambe: uma opção rentável para sua safrinha**. Maracaju – MS. Disponível em: <http://www.fundacaoms.org.br/atuacao>. Acesso: 11 de abril de 2013.

GRAFTON, K.F., SHNEITER, A.A., NAGLE, B.J. **Row spacing, plant population, and genotype x row spacing interaction effects on yield and yield components of dry bean**. *Agronomy Journal*, v.80, p.631-634, 1988.

JADOSKI, S.O. et al. População de plantas e espaçamento entre linhas do feijoeiro irrigado. I: Comportamento morfológico das plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.4, p.559-565, 2000.

JOHNSON, B.L.; HANSON, B.K. Row-spacing interactions on spring canola performance in the northern great plains. **Agronomy Journal**, v.95, p.703-708, 2003.

KNIGHTS, S.E. **Desenvolvimento da Indústria Rural**. Kingston, 2002

MACHADO, M.F.; BRASIL, A.N.; OLIVEIRA, L.S.; NUNES, D.L. **Estudo do crambe (Crambe abyssinica) como fonte de óleo para produção de biodiesel**. Itaúna/MG – UFMG, 2007.

MARTINS, F. P.; PEDRO JÚNIOR, M. J. **Influência do espaçamento na produtividade da amora-preta cv. Ébano**, em Jundiá (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15, 1998, Poços de Caldas, Resumos... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1998. p. 94.

MEIJER, W.J.M.; MATHIJSEN, E.W.J. Analysis of crop performance in research on inulin, fibre and oilseed crops. **Industrial Crops and Products**, v.5, p.253-264, 1996.

MORRISON, M.J.; MCVETTY, P.B.E.; SHAYKEWICH, C.F. The determination and verification of a baseline temperature for the growth of Westar summer rape. **Canadian Journal of Plant Science**, v.69, p.455-464, 1989.

MOUSAVI, S.J.; SAM-DALIRI, M.; BAGHERI, H. Study of planting density on some agronomic traits of rapeseed three cultivar (*Brassica napus* L.). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.5, p.2625-2627, 2011.

OPLINGER, E.S.; OELKE, E.A.; KAMINSKI, A.R. **Alternativas a campo de culturas manuais**. Madson, 1991.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e Produção: Crambe 2010**. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60p.

PLEIN, G. S.; FAVARO, S. P.; SOUZA, A. D. V.; SOUZA, C. F. T.; CICONINI, G.; SANTOS, G. P.; MIYAHIRA, M. A. M.; ROSCOE, R. Caracterização da fração lipídica em sementes de crambe armazenadas com e sem casca. In: Simpósio Internacional de Oleaginosas Energeticas, n. 1. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. P. 1812-1816.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v.33, p.405-411, 2003.

ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A. **Crambe é nova opção para biodiesel**. Agriannual 2009. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 40-41.

ROSCOE, R.; PITOL, C.; BROCH, D. L. Necessidades climáticas e ciclo cultural. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, p. 07-09, 2010.

SCHLICHTING, C.D. 1986. **The evolution of phenotypic plasticity in plants**. Annual Review of Ecological and Systematics 17:667-693.

SHAHIN, Y.; VALIOLLAH, R. Effects of row spacing and seeding rates on some agronomical traits of spring canola (*Brassica napus* L.) cultivars. **Journal of Central European Agriculture**, v.10, p.115-122, 2009.

SILVEIRA, G. da; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C. de; VALÉRIO, I.P.; BENIN, G.; RIBEIRO, G.; CRESTANI, M.; LUCHE, H.S.; SILVA, J.A.G. Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Bragantia**, v.69, p.63-70, 2010.

SOUZA, A. dos S.; TÁVORA, F. J. A.; PITOMBEIRA, J. B.; BEZERRA, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II - Crescimento e produtividade. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.422-429, 2007.

TOLEDO, S.V.; BARROS, I. de. Influência da densidade de plantio e sistema de podas na produção de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.1379-1384, 1999.

TOLLENAAR, M.; BRUULSEMA, T. W. Efficiency of maize dry matter production during periods of complete leaf area expansion. **Agronomy Journal**, v.80, p.580-585, 1988.

TOURINO M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8. Brasília: EMBRAPA, 2002.