

Interferência de diferentes espaçamentos, populações de plantas e épocas de semeadura sobre os componentes de produção do crambe

Paulo Henrique Cavazzini^{1*}, Alfredo Richart²

DOI: <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2021.35722>

Resumo

A cultura do crambe 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 m²), com três repetições, perfazendo 108 parcelas, apresentando cada parcela 24 m². A cultivar utilizada foi a 'FMS Brillhante'. 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 03/05/2014 foi a que proporcionou melhores resultados. A população de 120 plantas m² 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.

Interference of different spacings, plant populations and seeding times on crambe production components

Abstract

The cultivation of crambe 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 m²), with three replications, totaling 108 parcels, each parcel presenting 24 m². The cultivar used was 'FMS Brillhante'. 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 03/05/2014 provided the best results. The population of 120 plants m² 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.

¹Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Toledo - PR.
<https://orcid.org/0000-0002-0277-9332>

²Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Toledo - PR.
<https://orcid.org/0000-0001-6734-3153>

*Autor para correspondência: paulo_cavazzini@hotmail.com

Introdução

As pesquisas visando novas fontes de biocombustível com base em culturas até então pouco conhecidas no cenário nacional vem ganhando consistência nos últimos anos, dentre essas culturas podemos destacar o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.), uma oleaginosa pertencente à família das crucíferas. Originário da Etiópia, porém adaptado a regiões mais frias do Mediterrâneo, tolera bem a seca e o frio, com posicionamento para cultivos 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).

A cultura do crambe que a princípio era utilizada como forrageira de inverno e cobertura de solo, ganhou espaço entre as oleaginosas voltadas à produção de biocombustíveis com a introdução da cultivar FMS Brilhante, pela Fundação MS (Pitol *et al.*, 2010). Apresenta produção média variando de 1000 a 1500 kg por hectare, porém com capacidade de alcançar produções maiores em condições de solo e clima favoráveis. Torna-se atrativa comercialmente, principalmente em função do teor de óleo das sementes, em torno de 30 a 45%, apresentando potencial médio de óleo extraído em torno de 570 kg por hectare (Plein, 2010).

Pelo fato de ainda ser uma cultura sem uma base de estudos consistentes sobre seu comportamento nas diversas regiões do país, as informações técnicas sobre os tratamentos agrônomicos da cultura ainda são insuficientes para a plena exploração do seu cultivo intensivo. Desta forma, com a perspectiva do incremento da produção comercial interna, surge a necessidade da realização de pesquisas na área de tecnologia e produção.

A densidade de plantas expressa forte influência sobre o desempenho da cultura, visto que, está intrinsecamente relacionado a maneira como as plantas irão se comportar, expressando esta, influência sobre as características de arquitetura ou, na competição por nutrientes e na distribuição de fotoassimilados. Dentre as recomendações mais significativas na implantação da cultura, se enquadra a adequação do estande em relação à população e espaçamento de plantas, a qual interfere significativamente na absorção de água, nutrientes, radiação solar, além da arquitetura e microclima estabelecido pela cultura (Grafton *et al.*, 1988; Cordeiro, 1999).

Almejando bom desempenho quanto ao fator produtividade, Roscoe e Delmontes (2008) recomendam a implantação da cultura com densidade de plantio entre 70 a 140 plantas por m² e espaçamento entre linhas por volta de 17 a 45 cm, entretanto ressaltam que para alcançar níveis satisfatórios de produção, deve-se priorizar pela implantação da cultura em solo com bom índice de fertilidade, buscando perfis estruturados de matéria residual de culturas antecessoras, em especial as empregadas

durante o cultivo de verão, gerando desta maneira uma ampliação do potencial produtivo do crambe.

Pitol *et al.* (2010) sugere espaçamentos mais reduzidos entre 17 a 20 cm, proporcionando uma menor incidência de plantas daninhas pelo resultado do melhor fechamento das entrelinhas de semeadura, aspecto importante, visto que a cultura apresenta carência de herbicidas seletivos para o controle de folhas largas. Todavia, em estudos conduzidos pela Fundação-MS (2008), a produtividade não sofre forte influenciada pelas variações no emprego de maiores espaçamentos e densidade de plantas levemente reduzido, devido, em condições apropriadas, conseguir compensar a menor densidade de plantas por metro quadrado através de uma boa arquitetura de planta, evitando assim o prostramento indesejável da população quando em condições favoráveis.

Procurando otimizar a utilização de implementos habitualmente presentes nas propriedades produtoras de grãos, o espaçamento entrelinhas de 45 cm é comumente empregado na semeadura do crambe, contudo ainda não se tem respostas consistentes em relação a eficiência da implantação de tamanhos espaçamentos como também em detrimento às densidades de plantas a serem empregadas (Jadoski *et al.*, 2000).

Frente aos 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.

Material 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 (Caviglione *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 Distroférico 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 (03/05; 13/05 e 23/05/2014), três

espaçamentos na entrelinha (17, 34 e 51 cm) e quatro densidades de plantas (60, 90, 120 e 150 plantas m²), com três repetições, perfazendo 108 parcelas, sendo a área de cada parcela de 24 m² (4 x 6 metros). Para isto, foi utilizado o cultivar de crambe 'FMS Brilhante'.

A adubação de base foi constituída de 40 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O. Em cobertura, foram adicionados na forma de uréia 160 kg ha⁻¹ de N, totalizando 200 kg ha⁻¹ 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 |
|---------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------|
| | 03/05 | 13/05 | 23/05 | Total |
| | °C dia | | | mm |
| 03/05 – 12/05 | 176,7 | - | - | 01,0 |
| 13/05 – 22/05 | 179,3 | 179,3 | - | 29,6 |
| 23/05 – 01/06 | 114,7 | 114,7 | 114,7 | 148,0 |
| 02/06 – 11/06 | 149,3 | 149,3 | 149,3 | 217,4 |
| 12/06 – 21/06 | 161,3 | 161,3 | 161,3 | 90,4 |
| 22/06 – 01/07 | 146,2 | 146,2 | 146,2 | 37,2 |
| 02/07 – 11/07 | 157,5 | 157,5 | 157,5 | 29,6 |
| 12/07 – 21/07 | 149,4 | 149,4 | 149,4 | 32,2 |
| 22/07 – 31/07 | 136,0 | 136,0 | 136,0 | 48,4 |
| 01/08 – 10/08 | 187,9 | 187,9 | 187,9 | 00,0 |
| 11/08 – 20/08 | 171,1 | 171,1 | 171,1 | 16,6 |
| 21/08 – 30/08 | 124,6 ⁽¹⁾ | 178,6 | 178,6 | 01,0 |
| 31/08 – 09/09 | - | 196,5 ⁽²⁾ | 196,5 | 61,6 |
| 10/09 – 16/09 | - | - | 141,3 ⁽³⁾ | 11,8 |
| Total (°C) | 1854,0 | 1927,8 | 1889,8 | |
| Total (mm) | 651,4 | 712,0 | 694,2 | |

¹soma térmica acumulado do 21/08 até o 27/08 (data da colheita); ² soma térmica acumulado do 31/08 até o 09/09 (data da colheita); ³ soma térmica acumulado do 10/09 até o 16/09 (data da colheita).

Quanto aos tratos culturais, não foi necessário 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⁻¹ (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

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), como também para as características produtivas: número de frutos por planta (NFP) e produtividade, 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).

Com relação a característica AP, verifica-se que não houve diferença entre os fatores testados, entretanto observa-se que a época mais precoce obteve a menor res-

posta para tal fator. Entretanto, esse menor valor parece não ter influenciado nos demais fatores analisados, em especial para CMRP, NFR, NFP e produtividade, ficando desta maneira evidente que a característica AP não se trata de um fator regulador para a expressão do potencial produtivo da planta de crambe. Resultados estes que vão de acordo com [Barbisan et al. \(2009\)](#) onde constataram a influência das épocas de semeadura na AP de canola, bem como verificado por [Pitol et al. \(2010\)](#) na região centro-oeste do país, onde observaram que semeaduras mais precoces apresentaram maiores produtividades do que as efetuadas de forma mais tardia.

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), número de frutos por planta (NFP) e produtividade 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 ⁻¹ |
| 03/05 | 126,0 a | 53,0 c | 19,8 b | 84,0 b | 1780,6 b | 1387,5 b |
| 13/05 | 126,9 a | 45,8 b | 16,4 a | 64,0 a | 1110,9 a | 782,5 a |
| 23/05 | 128,1 a | 36,7 a | 20,4 b | 60,1 a | 1216,2 a | 940,0 a |

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

A variável época de semeadura é submissa a diferentes fatores do meio, dentre eles: temperatura, fotoperíodo e umidade presente no solo, os quais quando agrupados ou de forma individual acabam promovendo variações nas características acima citadas, em especial para o fator produtividade ([Peixoto et al., 2000](#)). Assim sendo, constata-se com os dados acima mensurados de que semeaduras mais precoces favorecem o desenvolvimento dos principais fatores morfológicos e produtivos da planta de crambe.

Quanto ao efeito da população de plantas estudada, verifica-se que não ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) para as características morfológicas da planta de crambe: altura de planta (AP) e número de racemo por planta (NRP), bem como para o fator produtividade em função das quatro populações de plantas no município de Toledo - PR, como mostra a Tabela 3.

Como verifica-se nos resultados abaixo demonstrados, nota-se que as plantas de crambe quando dispostas em condições adequadas, conseguem compensar maiores populações, como resultado de tal comportamento observa-se que as populações de 120 e 150 plantas/m² foram as que alcançaram as maiores produtividades. Fato este pode ser explicado em razão da boa disponibilidade durante o ciclo da cultura de fatores como luminosidade, temperatura e umidade do solo.

As variações comportamentais das plantas de crambe podem ser justificadas 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. \(2004\)](#).

Para o efeito dos espaçamentos de entrelinha 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 racemo por planta (NRP), número de frutos por racemo (NFR), bem como para os caracteres produtivos: número de frutos por planta (NFP) e produtividade 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) nos diferentes espaçamentos na entrelinha empregados (Tabela 4).

Como mostra a Tabela 4), observa-se que o maior espaçamento de entrelinha apresentou melhor desempenho na maioria dos caracteres mensurados, com exceção da AP. Possivelmente, estes resultados se devem em virtude de espaçamentos maiores aumentarem maior participação de fotoassimilados direcionados aos racemos, ocasionando melhor desenvolvimento das plantas no plano horizontal quando comparado aos demais espaçamentos, justificando assim, as menores AP. Este mesmo comportamento foi observado por [Rambo et al. \(2003\)](#) em soja. Provavelmente, este comportamento das plantas

em relação à maior produção de grãos em espaçamentos maiores, 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).

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), número de fruto por planta (NFP) e produtividade em função da população de plantas de crambe cultivado no município de Toledo - PR.

| População (plantas m ⁻²) | AP | CMRP | NRP | NFR | NFP | Produtivi- dade |
|---|---------|---------|--------|--------|-----------|-------------------------|
| | cm | | | | | — kg ha ⁻¹ — |
| 60 | 124,8 a | 50,8 b | 18,7 a | 97,4 b | 1912,8 b | 900,0 a |
| 90 | 130,2 a | 44,2 ab | 19,7 a | 65,4 a | 1346,1 ab | 943,3 a |
| 120 | 125,4 a | 44,4 ab | 19,8 a | 64,0 a | 1334,0 ab | 1231,1 a |
| 150 | 127,6 a | 41,2 a | 17,3 a | 50,7 a | 884,0 a | 1072,2 a |

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

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), número de fruto por planta (NFP) e produtividade em função de diferentes espaçamentos na semeadura do crambe cultivado no município de Toledo - PR.

| Espaçamento (cm) | AP | CMRP | NRP | NFR | NFP | Produtivi- dade |
|---------------------|---------|--------|---------|---------|-----------|-------------------------|
| | cm | | | | | — kg ha ⁻¹ — |
| 17 | 128,5 a | 40,6 a | 17,9 a | 53,0 a | 969,2 a | 732,5 a |
| 34 | 127,5 a | 44,1 a | 18,3 ab | 72,1 ab | 1389,2 ab | 1060,8 ab |
| 51 | 125,1 a | 50,6 b | 20,4 b | 82,9 b | 1749,3 b | 1316,7 b |

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

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 AP ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$), verificando-se que os melhores resultados (133,3 e 132,1 cm) foram alcançados com as maiores populações de plantas e nas épocas mais tardias de semeadura (Tabela 5). Provavelmente este comportamento das plantas pode estar relacionado ao arranjo das mesmas dentro do estande, assim como pode estar relacionada ao fracionamento de nutrientes e principalmente de fotoassimilados entre as plantas, proporcionando condições de competição para o pleno desenvolvimento e ao mesmo tempo havendo disputa por espaço, consequentemente incrementando a altura final. Conforme Adams e Weaver (1998), verificaram que ocorrem adequações das plantas a determinadas densidades de plantio.

Em relação a característica número de racemos por planta, observa-se de maneira geral que populações medianas em detrimento à épocas de semeadura mais

tardias, expressaram os melhores resultados (22,0; 24,6), respectivamente as populações de 90 e 120 plantas por m² (Tabela 5).

Quanto a variável CMRP, constata-se que a semeadura mais precoce, indiferente da população de plantas empregada, esboçou os melhores resultados para a característica avaliada (55,6; 56,8; 51,7 e 47,9), ressaltando-se que com as menores densidades de plantas foi possível alcançar resultados mais expressivos em relação as maiores populações (Tabela 5). Corroborando com Alves (2009), onde obteve incremento de 66,45% no comprimento médio de racemos de mamona na menor população de plantas, quando comparado a população máxima.

A respeito do fator produtividade, verifica-se assim como para os fatores anteriores, que a semeadura mais precoce conciliada as três menores populações de plantas, alcançaram os melhores resultados para a característica em questão, com valores de 1413,3; 1580,0 e 1640,0 kg ha⁻¹, relativamente as populações de 60, 90 e 120 plantas por m² (Tabela 5).

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⁻¹) 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 ²) | | | |
|--|---|------------|-------------|-----------|
| | 60 | 90 | 120 | 150 |
| Altura de planta (cm) | | | | |
| 03/05 | 124,9 aA | 129,8 aA | 125,4 abA | 123,9 aA |
| 13/05 | 126,7 aAB | 131,4 aA | 117,3 bB | 132,1 aA |
| 23/05 | 123,0 aA | 129,3 aA | 133,3 aA | 126,9 aA |
| Número de racemos por planta | | | | |
| 03/05 | 21,1 aA | 20,1 abA | 20,0 bA | 18,1 aA |
| 13/05 | 17,6 aA | 17,0 aA | 14,9 aA | 16,1 aA |
| 23/05 | 17,4 aA | 22,0 bAB | 24,6 cB | 17,7 aA |
| Comprimento médio de racemos por planta (cm) | | | | |
| 03/05 | 55,6 bA | 56,8 bA | 51,7 bA | 47,9 bA |
| 13/05 | 55,5 bB | 41,1 aA | 46,5 bAB | 40,0 abA |
| 23/05 | 41,2 aA | 34,8 aA | 35,1 aA | 35,6 aA |
| Número de frutos por planta | | | | |
| 03/05 | 2712,0 bC | 2056,8 bBC | 1609,8 aAB | 743,9 aA |
| 13/05 | 1873,2 abA | 796,9 aA | 921,6 aA | 852,0 aA |
| 23/05 | 1153,2 aA | 1184,7 abA | 1470,6 aA | 1056,2 aA |
| Número de frutos por racemo | | | | |
| 03/05 | 127,0 bC | 96,4 bBC | 74,2 aAB | 38,6 aA |
| 13/05 | 99,3 abB | 46,5 aA | 58,6 aAB | 51,5 aA |
| 23/05 | 65,8 aA | 53,3 aA | 59,2 aA | 62,0 aA |
| Produtividade (kg ha ⁻¹) | | | | |
| 03/05 | 1413,3 bA | 1580,0 bA | 1640,0 bA | 916,7 aA |
| 13/05 | 813,3 abA | 540,0 aA | 826,7 aA | 950,0 aA |
| 23/05 | 473,3 aA | 710,0 aAB | 1226,7 abAB | 1350,0 aB |

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

Para os fatores NFP e NFR, fica evidente que assim como para a variável CMRP a primeira época de semeadura expressou os melhores resultados para os caracteres levantados, destacando-se concomitantemente a mesma à menor densidade de semeadura, a qual em quase plenitude, atingiu respostas satisfatórias (Tabela 5). Taiz e Zeiger (2004) relataram que em condições de alta competição, em especial pela luz, proporcionada pela maior densidade, as plantas apesar de mais altas produzem menor quantidade de matéria seca, conse-

quentemente, apresentam menor aparato fotossintético, refletindo em menor produção de estruturas reprodutivas.

Em relação à interação época x espaçamento, infere-se que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) para a grande maioria das características morfológicas da planta de crambe, dentre elas: 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.

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⁻¹) 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) | | | |
| 03/05 | 128,5 aA | 125,6 aA | 123,9 aA |
| 13/05 | 128,4 aA | 126,7 aA | 125,5 aA |
| 23/05 | 128,6 aA | 130,1 aA | 125,7 aA |
| Número de racemos por planta | | | |
| 03/05 | 18,8 aAB | 18,1 abA | 22,6 bB |
| 13/05 | 16,7 aA | 15,2 aA | 17,2 aA |
| 23/05 | 18,2 aA | 21,7 bA | 21,3 bA |
| Comprimento médio de racemos por planta (cm) | | | |
| 03/05 | 52,2 cA | 52,1 bA | 54,6 aA |
| 13/05 | 40,4 bA | 46,9 bA | 49,9 aA |
| 23/05 | 29,3 aA | 33,3 aA | 47,4 aB |
| Número de frutos por planta | | | |
| 03/05 | 1255,3 aA | 1616,7 aA | 2469,8 bB |
| 13/05 | 720,1 aA | 1428,7 aA | 1184,0 aA |
| 23/05 | 932,1 aA | 1122,2 aA | 1594,2 aA |
| Número de frutos por racemo | | | |
| 03/05 | 65,8 aA | 79,8 aAB | 106,4 bB |
| 13/05 | 40,9 aA | 84,7 aB | 66,4 aAB |
| 23/05 | 52,2 aA | 51,9 aA | 76,0 abA |
| Produtividade (kg ha ⁻¹) | | | |
| 03/05 | 947,5 aA | 1212,5 aA | 2002,5 bB |
| 13/05 | 472,5 aA | 1030,0 aA | 845,0 aA |
| 23/05 | 777,5 aA | 940,0 aA | 1102,5 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.

Para os fatores NFP e NFR, fica evidente que assim como para a variável CMRP a primeira época de semeadura expressou os melhores resultados para os caracteres levantados, destacando-se concomitantemente a mesma à menor densidade de semeadura, a qual em quase plenitude, atingiu respostas satisfatórias (Tabela 5). Taiz e Zeiger (2004) relataram que em condições de alta competição, em especial pela luz, proporcionada pela maior densidade, as plantas apesar de mais altas produzem menor quantidade de matéria seca, consequentemente, apresentam menor aparato fotossintético, refletindo em menor produção de estruturas reprodutivas.

Em relação à interação época x espaçamento, infere-se que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) para a grande maioria das características morfológicas da planta de crambe, dentre elas: 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.

Com referência a AP, observa-se que o emprego de espaçamento entre linhas mais reduzido trouxe resultados vitoriosos para o critério em questão, podendo ser

destacado juntamente a terceira época de semeadura, que em relação as épocas mais precoces esboçaram resultados superiores (Tabela 6). Possivelmente tal fato seja em decorrência da competição entre plantas, provocando alteração no arranjo das mesmas e afetando a qualidade e quantidade de luz interceptada, ocasionando alongação e afinamento do caule (Kasperbauer e Karlen, 1994).

Para o número de racemos por planta, constata-se que espaçamentos maiores apresentam maior eficiência para o desenvolvimento da característica morfológica em questão, com resultados de 22,6; 21,3 para espaçamento de 51 cm e 21,7 para o de 34 cm (Tabela 6). Provavelmente este comportamento ocorra em função da melhor distribuição dos fotossintatos entre as plantas pertencentes ao estande. Com relação ao CMRP se faz evidente a superioridade dos resultados alcançados entre a interação gerada pela época mais precoce de semeadura e o maior espaçamento entre linhas, proporcionado resultado de 54,6 cm para tal correlação (Tabela 6). 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).

A respeito dos componentes de rendimento NFP, NFR e PROD, verifica-se que a implantação de espaçamentos maiores conciliados a épocas de semeaduras mais precoces, em sua maior plenitude apresentam resultados satisfatórios para as características levantadas (Tabela 6). Tais respostas reforçam os resultados também alcançados por Viana (2013), em Cascavel - PR, onde obteve produtividades de 1892, 1350 e 530 kg ha⁻¹, nos meses de abril, junho e julho respectivamente, ratificando desta maneira que as primeiras épocas de semeadura atingem maiores produtividades.

Nota-se que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) para as características morfológicas da planta de crambe: número de racemos por planta, comprimento médio de racemos por planta, número de frutos por planta, número de frutos por racemo e produtividade em função da interação entre as populações de plantas e os espaçamentos entrelinhas no município de Toledo - PR, como mostra a Tabela 7. Entretanto, não foram obtidas diferenças significativas ($p > 0,05$) para altura de planta em decorrência da interação entre as populações e os espaçamentos empregados (Tabela 7).

Quanto a característica AP, identifica-se que a menor população de plantas juntamente com o maior espaçamento de entrelinhas proporcionou a resposta menos expressiva, a qual foi de 121,1 cm (Tabela 7). Este resultado pode estar associado a competição entre linhas quando o espaçamento foi reduzido, confirmando o levantamento feito por Toledo e Barros (1999) onde

afirmam que, deve ser levado em consideração que altas populações de plantas, devido elas competirem por nutriente e luz, voltando desta maneira todo potencial para superar as barreiras físicas, visando obter uma maior área fotossintética.

Para a característica NRP, pode-se verificar de forma geral que, a maior densidade de plantas conciliada ao menor espaçamento de entrelinhas foi o que proporcionou os resultados menos expressivos (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. Resultado este que reforça o averiguado por Freitas (2010), onde observou o fator em questão diminuía quando empregava-se densidades de plantas maiores, devido a plasticidade da cultura.

Com referência aos tópicos: comprimento médio de racemos por planta, número de frutos por planta e número de frutos por racemo, pode-se inferir que resultados superiores foram atingidos quando empregado menor densidade de plantas, assim como quando utilizado espaçamentos maiores (Tabela 7). Respostas estas que corroboram com as encontradas por Soratto *et al.* (2011), onde em estudos com a cultura da mamona observaram que sob maior competição, especialmente por luz, a planta produz menor número de estruturas reprodutivas.

Para o critério produtividade se faz evidente a resposta superior dos resultados quando empregado espaçamentos maiores entre linhas para a cultura do crambe (Tabela 7), proporções estas que podem ser justificadas por fatores semelhantes aos mencionados no tópico anterior.

Conclusões

A semeadura do crambe realizada na data de 03/05/2014 foi a que proporcionou os melhores resultados produtivos.

A população de 120 plantas por m² foi a que promoveu a maior produtividade, apesar de não ter apresentado o melhor desempenho em relação aos caracteres morfológicos da planta de crambe.

O espaçamento entre linhas de 51 cm foi o que apresentou as melhores respostas para o crescimento e frutificação da cultura.

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

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⁻¹) 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 ²) | Espaçamento (cm) | | |
|--|------------------|------------|------------|
| | 17 | 34 | 51 |
| Altura de planta (cm) | | | |
| 60 | 130,0 aA | 123,4 aA | 121,1 aA |
| 90 | 127,8 aA | 134,2 aA | 128,6 aA |
| 120 | 127,6 aA | 123,3 aA | 125,2 aA |
| 150 | 128,7 aA | 128,9 aA | 125,3 aA |
| Número de racemos por planta | | | |
| 60 | 17,3 aA | 20,1 aA | 18,7 aA |
| 90 | 19,2 aA | 18,2 aA | 21,7 abA |
| 120 | 17,7 aA | 18,2 aA | 23,6 bB |
| 150 | 17,4 aA | 16,8 aA | 17,7 aA |
| Comprimento médio de racemos por planta (cm) | | | |
| 60 | 47,7 bA | 47,1 aA | 57,5 bA |
| 90 | 41,5 abA | 44,8 aA | 46,3 abA |
| 120 | 38,1 abA | 40,8 aA | 54,4 abB |
| 150 | 35,3 aA | 43,7 aA | 44,4 aA |
| Número de frutos por planta | | | |
| 60 | 1448,7 aA | 2199,0 bA | 2090,8 bA |
| 90 | 1006,3 aA | 1213,1 abA | 1818,9 abA |
| 120 | 736,0 aA | 1011,6 aA | 2254,3 bB |
| 150 | 685,7 aA | 1133,1 abA | 833,3 aA |
| Número de frutos por racemo | | | |
| 60 | 79,7 aA | 103,6 bA | 108,8 bA |
| 90 | 53,2 aA | 65,6 abA | 77,4 abA |
| 120 | 41,8 aA | 54,8 aA | 95,3 bB |
| 150 | 37,2 aA | 64,5 abA | 50,3 aA |
| Produtividade (kg ha ⁻¹) | | | |
| 60 | 686,7 aA | 1073,3 aA | 940,0 aA |
| 90 | 720,0 aA | 830,0 aA | 1280,0 abA |
| 120 | 706,7 aA | 973,3 aA | 2013,3 bB |
| 150 | 816,7 aA | 1366,7 aA | 1033,3 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.

Referências

- Adams, P.D.; Weaver, D.B. 1998. Brachytic stem irait, row spacing, and plant population effects on soybean yield. *Crop Science*, Madison, 38: 750–754. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1998.0011183X003800030022x>.
- Alves, G. da S. 2009. Densidade populacional e seu efeito no crescimento e produtividade da mamoneira BRS Energia sob cultivo irrigado. 118 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20150037>.
- Barbisan, F.; Dapper, F.; Graminho, D.; Lajus, C. R. 2009. Efeito de diferentes épocas de semeadura sobre a ontogenia e a produtividade de canola (*brassica napus* l. var. oleífera) em Rondinha, RS. Unochapecó. Disponível em: [Fausto Barbisan.pdf](#) (unochapeco.edu.br).
- Cavaglione, J. H.; Caramori, P. H.; Kiihl, L. B.; Oliveira, D. 2000. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: Iapar. 1 CD-ROM.
- Coimbra, J.L.M.; Guildolin, A.F.; Almeida, M.L. de; Sangoi, L.; Ender, M.; Merotto Júnior, A. 2004 Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola. *Ciência Rural*, 34: 1421–1428. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000500015>.
- Cordeiro, L. A. M.; Reis, M. S.; Avarenga, E. M. 1999. A Cultura da Canola. Cadernos didáticos. Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia. 50 p. (Cadernos didáticos, 60).
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - Embrapa. 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 306p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>.
- Ferreira, D. F. 2003. Sisvar. Versão 4.3. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 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. 2010. Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14: 1059–1066. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010001000006>.
- Fundação MS. 2008. Crambe (*Crambe abyssinica*) - cultivar FMS Brilhante: uma boa alternativa para produção de biodiesel. Boletim informativo. Disponível em: fundacaoms.org.br.
- Grafton, K.F.; Shneiter, A.A.; Nagle, B.J. 1988. Row spacing, plant population, and genotype x row spacing interaction effects on yield and yield components of dry bean. *Agronomy Journal*, 80: 631–634. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj1988.00021962008000040017x>.
- Jadoski, S.O.; Carlesso, R.; Petry, M.T.; Woischick, D.; Cervo, L. 2000. População de plantas e espaçamento entre linhas do feijoeiro irrigado. I: Comportamento morfológico das plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, 30, 4: 559–565. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000400001>.
- Johnson, B.L.; Hanson, B.K. 2003. Row-spacing interactions on spring canola performance in the northern great plains. *Agronomy Journal*, 95: 703–708. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2003.7030>.
- Kasperbauer, M. J.; Karlen, D. L. 1994. Plant spacing and reflected farred light effects on phytochrome regulated photosynthate allocation in corn seedlings. *Crop Science*, Madison, 34, 6: 1564–1569. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1994.0011183X003400060027x>.
- Knights, S.E. 2002. Desenvolvimento da Indústria Rural. Kingston.
- Machado, M.F.; Brasil, A.N.; Oliveira, L.S.; Nunes, D.L. 2007. Estudo do crambe (*Crambe abyssinica*) como fonte de óleo para produção de biodiesel. Itaúna/MG - UFMG. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/49704>.
- Peixoto, C. P.; Camara, G. M.S.; Martins, M. C.; Marchiori, S.; Guerzoni, R. A.; Mattiazi, P. 2000. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. *Scientia agricola*, 57, 1. Piracicaba: USP. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000100015>.
- Pitol, C.; Broch, D. L.; Roscoe, R. 2010. Tecnologia e Produção: Crambe 2010. Maracaju: Fundação MS. 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. 2010 Caracterização da fração lipídica em sementes de crambe armazenadas com e sem casca. In: Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão. 1: 1812–1816. DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n3p310-318>.
- Rambo, L.; Costa, J.A.; Pires, J.L.F.; Parcianello, G.; Ferreira, F.G. 2003 Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. *Ciência Rural*, 33: 405–411. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000300003>.
- Roscoe, R.; Delmontes, A.M.A. 2008. Crambe é nova opção para biodiesel. *Agrianual* 2009. São Paulo: Instituto FNP: 40–41. Disponível em: <http://www.fnp.com.br/>.
- Roscoe, R.; Pitol, C.; Broch, D. L. 2010 Necessidades climáticas e ciclo cultural. In: FUNDAÇÃO MS. Tecnologia e produção: crambe 2010. Maracaju: FUNDAÇÃO MS: 07–09.
- Schlichting, C.D. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annual Review of Ecological and Systematics* 17: 667–693. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.003315>.
- Soratto, R. P.; Souza-Schilck, G. D. de; San Giacomo, B. M.; Zannotto, M. D.; Fernandes, A. M. 2011. Espaçamento e população de plantas de mamoneira de porte baixo para colheita mecanizada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, 46, 3: 245–253. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000300004>.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2004. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED. 719 p.
- Toledo, S.V.; Barros, I. de. 1999. Influência da densidade de plantio e sistema de podas na produção de café. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34: 1379–1384. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999000800009>.
- Tollenaar, M.; Bruulsema, T. W. 1988. Efficiency of maize dry matter production during periods of complete leaf area expansion. *Agronomy Journal*, 80: 580–585. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj1988.00021962008000040008x>.
- Viana, O.H. 2013 Cultivo de crambe na região oeste do Paraná. 60 p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. Disponível em: [Dissertacao_Octavio_Viana.pdf](#) (unioeste.br).