

INDUÇÃO FLORAL DE BETERRABA POR MEIO DE VERNALIZAÇÃO ARTIFICIAL DAS RAÍZES NAS CONDIÇÕES DE BRASÍLIA

TABLE BEET FLORAL INDUCTION BY ARTIFICIAL VERNALIZATION OF ROOTS UNDER BRASÍLIA CONDITIONS

Fernando A. Costa¹; Patrícia P. Silva²; Warley M. Nascimento²

¹Instituto Brasília Ambiental, IBRAM, EPN Q 511, Bloco C (Edifício Bittar), W 3 Norte, Asa Norte, Brasília, DF, Brasil, 70750-543. fcosta.agro@gmail.com

²Embrapa Hortaliças, BR 060 Km 09 (Brasília-Anápolis), CP 218, Brasília, DF, Brasil, 70351-970. warley.nascimento@embrapa.br, patricia.pereira@colaborador.embrapa.br

Recebido: 19/11/2015
Received: 19/11/2015

Aceito: 04/11/2016
Accepted: 04/11/2016

Publicado: 28/02/2017
Published: 28/02/2017

RESUMO - A beterraba é uma planta bianual que requer exposição a temperaturas baixas e a foto-períodos longos para indução do florescimento. Esta espécie, em geral, não floresce naturalmente na maioria das regiões brasileiras, incluindo as condições de temperatura e comprimento do dia de Brasília. Assim, a duração da exposição a temperaturas baixas em câmaras frigoríficas deve ser quantificada para avaliar a viabilidade de se produzir sementes de beterraba por meio da vernalização artificial das raízes. O objetivo deste trabalho foi determinar o período ideal do tratamento térmico de raízes de beterraba por meio da vernalização artificial visando ao florescimento das plantas nas condições de Brasília. Foram avaliados diferentes períodos de exposição ao frio (5°C): 0, 30, 60 e 90 dias, utilizando raízes da cultivar Itapuã 202 produzidas na Embrapa Hortaliças. Após esse período, as raízes foram levadas para o campo. A baixa porcentagem de florescimento (variando de 31 a 54%) obtida sugere a inviabilidade comercial do uso da vernalização artificial de raízes de beterraba para indução floral da cultivar Itapuã 202 nas condições de Brasília.

Palavras-chave: *Beta vulgaris* L. Florescimento. Produção de sementes.

ABSTRACT - Beet is a biennial plant with requirement of exposure to low temperatures and long photo-periods. This species usually does not flower naturally in most parts of Brazil, including Brasília conditions of temperature and day length. Thus, the treatment duration in cold storage should be quantified to evaluate the feasibility of producing beet seed from artificially vernalized roots. The aim of this study was to determine the optimal period of cold treatment of tablebeet through artificial vernalization to flower plants under Brasilia conditions. Different durations of exposure to cold (5°C) were evaluated: 0, 30, 60 and 90 days. Roots of 'Itapuã 202' beet produced internally at Embrapa Vegetables were used. After this period, the roots were transplanted to the field. The low flowering rate (ranging from 31% to 54%) suggests the non feasibility of commercial use of artificial vernalization to floral induction of 'Itapuã 202' beet in Brasília conditions.

Keywords: *Beta vulgaris* L. Flowering. Seed production.

INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris*) pertence à família Chenopodiaceae, da qual também fazem parte o espinafre verdadeiro (*Spinacia oleracea*) e a acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*). É originária da costa do Mediterrâneo e se divide em três tipos: a beterraba açucareira, que possui raízes de cor branca, bastante cultivada na Europa; a beterraba forrageira, utilizada na alimentação animal; e a beterraba de mesa, cujas raízes são consumidas como hortaliça; esta última é a mais conhecida no Brasil. O cultivo de beterraba no País representava em 2012, 1,3% do mercado de hortaliças (ABCSEM, 2016a), e o valor pago pelas sementes em 2009 foi de R\$ 8,9 milhões (ABCSEM, 2016b). Apesar da importância para a horticultura nacional, a produção de

sementes de beterraba no Brasil ainda é muito pequena, devido à quase inexistência de condições ambientais apropriadas para a produção de sementes (Nascimento *et al.*, 2006), o que resulta na quase totalidade de importações do insumo. A beterraba é uma planta que requer longos fotoperíodos para florescer, sendo classificada como planta de dia longo quantitativa. O fotoperíodo crítico da espécie pode ser reduzido mediante exposição das plantas a temperaturas baixas. A exposição artificial a baixas temperaturas possibilita a indução ao florescimento em locais cujas condições de comprimento de dia são desfavoráveis, mas é onerosa se comparada à exposição natural, pois demanda mais mão-de-obra (Navazio *et al.*, 2009) e energia. Na beterraba, a passagem do estágio vegetativo

para o reprodutivo e consequente florescimento se dá por indução fototérmica, ou seja, temperaturas baixas (entre 5 e 10 °C) e fotoperíodo longo (Wood et al., 1978). O fotoperíodo mínimo observado é de 12 horas (George, 2009).

Na década de 1980, houve a iniciativa de identificação de genótipos de beterraba capazes de florescer nas condições de Brasília, o que resultou na seleção de genótipos para posterior desenvolvimento de cultivares, como foi o caso da cultivar Itapuã 202 selecionada pela empresa de sementes ISLA®. Outros estudos também foram realizados na Embrapa Hortaliças, em Brasília, e na EMPASC, em Santa Catarina, visando ao florescimento e produção de sementes de beterraba nas condições do Planalto Catarinense. Em ensaio preliminar realizado na Embrapa Hortaliças, foi observado comportamento responsivo da cultivar Itapuã 202 à exposição a 5 °C por 90 dias (dados não publicados). Atualmente, as sementes da cultivar Itapuã 202 são produzidas no Rio Grande do Sul e no Chile e comercializadas pela ISLA® sementes. Essa cultivar floresce naturalmente nas condições do Rio Grande do Sul, notadamente no município de Candiota. Esta região apresenta condições climáticas favoráveis para a produção de sementes desta espécie, com temperatura média anual de 18,7 °C e precipitação média anual de 1367,4 mm, bem distribuída ao longo do ano. Além disso, o número de horas de frio (temperaturas abaixo de 7,2 °C) é indispensável para a produção de sementes de beterraba (Werner, 2011). Em 2005 e 2006, a ISLA, através de seus cooperantes, alcançou produção superior a 3 toneladas de sementes de beterraba da cultivar Itapuã 202 (Werner, 2011).

Mas, normalmente as sementes de beterraba são produzidas em paralelos maiores que 35°. Por isso, os locais tradicionais de produção são o Chile, alguns países da Europa, Estados Unidos e Nova Zelândia. A cidade de Candiota, RS, encontra-se a 31,33° S. Assim, para melhor aproveitamento do fotoperíodo, sementeiras de janeiro ou fevereiro são as ideais, embora nestes meses o grande desafio seja o déficit hídrico (Werner, 2011).

A duração e a temperatura da vernalização artificial para efetiva indução floral é uma informação fundamental para o uso racional de recursos e de tempo. Estes determinam a viabilidade econômica do processo de produção de sementes. Como a indução floral em resposta à vernalização depende do comprimento do dia subsequente ao tratamento térmico, é necessário o estabelecimento de valores de referência para períodos de vernalização e respostas de florescimento de diferentes genótipos para cada região que apresente condições fotoperiódicas e térmicas semelhantes, direcionando o uso de tal ferramenta. O conhecimento do período ideal de vernalização artificial oferece uma base para que outros genótipos sejam testados quanto à responsividade à vernalização artificial visando à indução floral. O presente estudo objetivou a determinação do período

do ideal do tratamento térmico de raízes de beterraba por meio da vernalização artificial visando ao florescimento das plantas nas condições de Brasília.

MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo, foi utilizada a cultivar Itapuã 202 (Isla Sementes Ltda.) como genótipo de referência, devido ao seu comportamento responsivo já identificado em ensaios preliminares em 2008 na Embrapa Hortaliças e em função de ser praticamente o único genótipo cuja produção de sementes é possível nas condições do Brasil. Sementes foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, preenchidas com substrato comercial PlantMax® e mantidas em casa de vegetação por 35 dias. As mudas foram transplantadas em canteiros de 80 cm de largura quando a parte aérea apresentava cerca de 5 a 7 cm e 3 a 5 folhas. O espaçamento foi de 15 cm entre plantas e 25 cm entre linhas. A adubação realizada empregou 200 g de 4-30-16 e 4 litros de cama de frango por metro linear de canteiro. Entre 15 e 20 dias após o transplante, por ocasião das capinas, foram realizadas duas adubações de cobertura por ciclo (vegetativo, durante a produção de raízes e reprodutivo, após a vernalização das raízes), com sulfato de amônio na proporção de 30 gramas por metro linear de canteiro. O controle de plantas invasoras foi realizado mecanicamente no mínimo duas vezes por ciclo e o controle de doenças e insetos foi realizado com fungicida à base de tebuconazole e inseticidas à base de deltametrina, respectivamente.

A colheita foi realizada aos 80 dias, sendo as raízes colhidas com tamanho comercial de 8 a 10 cm de diâmetro. Após o corte das folhas a cerca de 2 cm das raízes, as mesmas permaneceram 24h de repouso em ambiente arejado, protegidas da radiação solar. Posteriormente, as raízes foram acondicionadas em caixas plásticas vazadas e cobertas com lona plástica preta. As raízes foram mantidas em câmara fria à temperatura de 5 °C e umidade relativa de 90% por diferentes períodos (0, 30, 60 e 90 dias), os quais constituíram os diferentes tratamentos. A produção e vernalização das raízes foram planejadas e executadas através de dois métodos (A e B), sintetizados na Tabela 1.

O Método A caracterizou-se pela produção das raízes e início da frigorificação em períodos diferentes, visando à sincronização dos terminos dos tratamentos – sincronização da saída da câmara fria/vernalização artificial, evento que ocorreu no dia 26/08/2009. Assim, o início da vernalização (entrada na câmara fria) do tratamento 1A (referente a 30 dias de vernalização) ocorreu no dia 27/07/2009; do 2A (referente a 60 dias de vernalização) ocorreu no dia 26/06/2009; do 3A (referente a 90 dias de vernalização) ocorreu no dia 28/05/2009. A testemunha, o tratamento 0A (sem vernalização), passou pelos procedimentos de colheita, repouso e replantio das raízes nos dias 25 e 26/08/2009.

Tabela 1. Esquema de condução dos métodos A e B de vernalização de raízes de beterraba, cultivar 'Itapoã 202', visando à indução floral (Scheme driving methods A and B in the vernalization of sugar beet roots 'Itapoã 202' aimed to flowering induction). Brasília, Embrapa Hortaliças, 2009.

Vernalização artificial (dias)	Tratamento	Meses						
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Método A	0 0A				Cultivo	Cultivo	Observação	Observação
	30 1A			Cultivo	Cultivo	Vernalização	Observação	Observação
	60 2A		Cultivo	Cultivo	Vernalização	Vernalização	Observação	Observação
	90 3A	Cultivo*	Cultivo	Vernalização	Vernalização	Vernalização	Observação	Observação
Método B	0 0B	Cultivo	Cultivo	Observação**	Observação	Observação	Observação	Observação
	30 1B	Cultivo	Cultivo	Vernalização	Observação	Observação	Observação	Observação
	60 2B	Cultivo	Cultivo	Vernalização	Vernalização	Observação	Observação	Observação
	90 3B	Cultivo	Cultivo	Vernalização	Vernalização	Vernalização	Observação	Observação

* Cultivo = fase vegetativa, produção de raízes;

**Observação = fase reprodutiva, contagem de número de plantas florescidas.

O Método B consistiu na produção e vernalização das raízes simultaneamente, sincronizando a produção das mesmas e escalonando o plantio das raízes já vernalizadas, ou seja, a saída das raízes da câmara fria ocorreu em períodos diferentes para cada tratamento. Assim, a vernalização de todos os tratamentos teve início no dia 13/05/2009 e nesse dia foram plantadas as raízes do tratamento testemunha (0B sem vernalização). Depois de 30 dias (12/06/2009), as raízes submetidas ao tratamento 1B (referente a 30 dias de vernalização) foram plantadas no campo e assim sucessivamente.

A utilização de dois métodos para produção e vernalização das raízes objetivou maior controle do erro de origem ambiental de cada um dos métodos. O método A ficou sujeito ao erro do escalonamento do plantio das raízes já vernalizadas, expondo cada lote de raízes do tratamento a condições ambientais diferentes e o método B ficou sujeito ao erro experimental oriundo da produção de raízes em diferentes épocas (com condições distintas de temperatura e fotoperíodo).

Foram utilizadas 20 raízes por tratamento, em cinco repetições. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. As raízes submetidas aos diferentes tratamentos foram plantadas e tiveram seu desenvolvimento monitorado semanalmente. O critério considerado para constatação do início da fase reprodutiva foi a emissão do pendão floral acima da altura das folhas. Os dados meteorológicos (umidade relativa, temperatura, comprimento do dia e precipitação) durante o experimento encontram-se na Figura 1.

Os dados obtidos foram avaliados pelo teste de Lilliefors para comprovação de normalidade e submetidos à análise de variância e regressão linear. As médias dos resultados dos tratamentos foram submetidas à análise de variância pelo Programa Genes (Cruz, 2001) e os dados de florescimento fo-

ram transformados em $(x + 0,5)1/2$ para verificação do atendimento da pressuposição de normalidade pelo teste de Lilliefors.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve a emissão de diferentes tipos de pendão. Todavia, estes foram classificados conjuntamente atribuindo-se o status de 'florescimento' à planta que o emitiu. Os dados atenderam à normalidade de distribuição residual pelo teste de Lilliefors em ambos os métodos de condução do estudo (método A e método B), não havendo, portanto, a necessidade de serem transformados antes da análise de variância. Após a análise de variância, o período ideal de vernalização artificial a 5°C foi quantificado pela realização de regressão com os dados obtidos, obtendo-se uma curva e polinômio para modelo preditivo.

Para o método A, a regressão foi significativa até a 0,0122 de probabilidade, e foi verificada a significância até a equação quadrática. O coeficiente de determinação resultou no valor 0,58. O gráfico da curva e o polinômio que ilustram o florescimento da cultivar Itapoã 202 como resposta à vernalização artificial, nas condições de Brasília, encontram-se apresentados na Figura 2. Para o método B, a regressão foi significativa a 0,0001 de probabilidade, sendo significativa até a equação cúbica (0,072). O coeficiente de determinação foi de 0,59. O gráfico que ilustra a equação e a curva obtida pela regressão polinomial estão apresentados na Figura 3.

O maior percentual de florescimento constatado para 90 dias de vernalização foi de 54% e 34% nos métodos A e B, respectivamente, sugerindo a inviabilidade da indução de florescimento com fins comerciais da cultivar Itapoã 202 nas condições climáticas de Brasília. A porcentagem de florescimento obtida para produção comercial de sementes da cultivar é, em média, de 85% nas condições de Candiota, RS e 98% nas condições

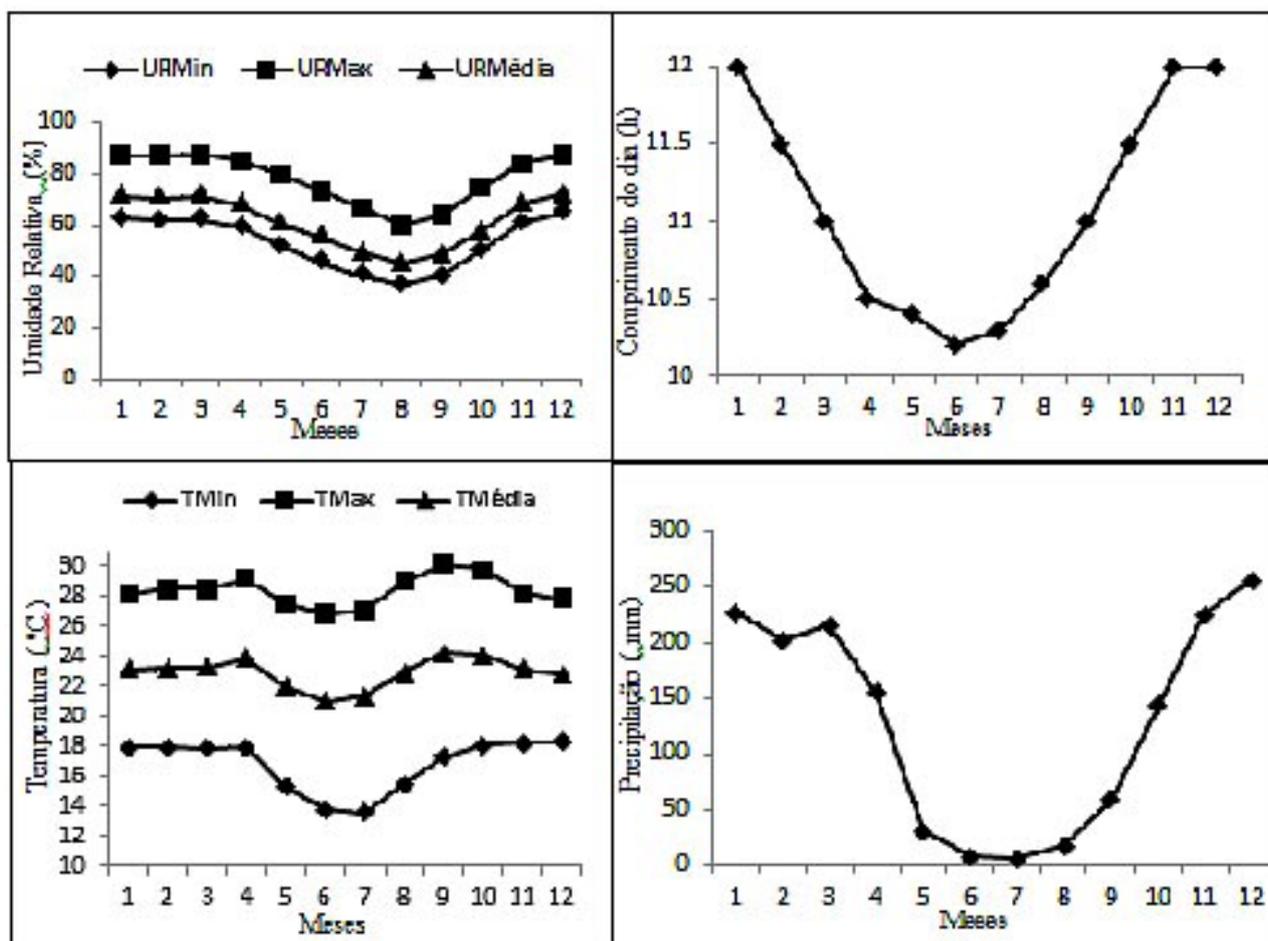


Figura 1. Dados meteorológicos (umidade relativa, temperatura, comprimento do dia e precipitação) durante o ensaio, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2009.

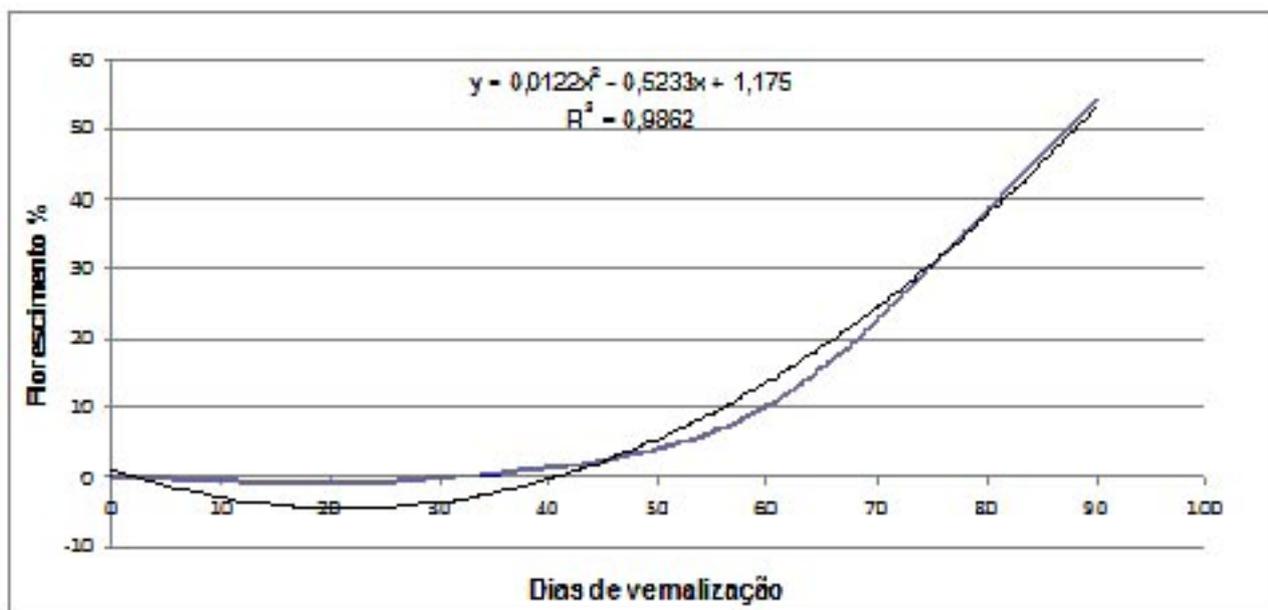


Figura 2. Curva (em azul) e polinômio (em cinza) resultantes da regressão quadrática dos dados oriundos da vernalização artificial de raízes de beterraba da cultivar Itapuã 202 pelo método A. Brasília, Embrapa Hortaliça, 2009.

do Chile (Werner, 2011). Pode-se deduzir ainda que a seleção genética realizada pela empresa de sementes ISLA® neste genótipo favoreceu a exigência de dias longos e temperaturas bai-

xas, condições possíveis nestes locais de produção de sementes. Tal pressão de seleção evita a ocorrência de florescimento prematuro quando da produção comercial de raízes, fenômeno inde-

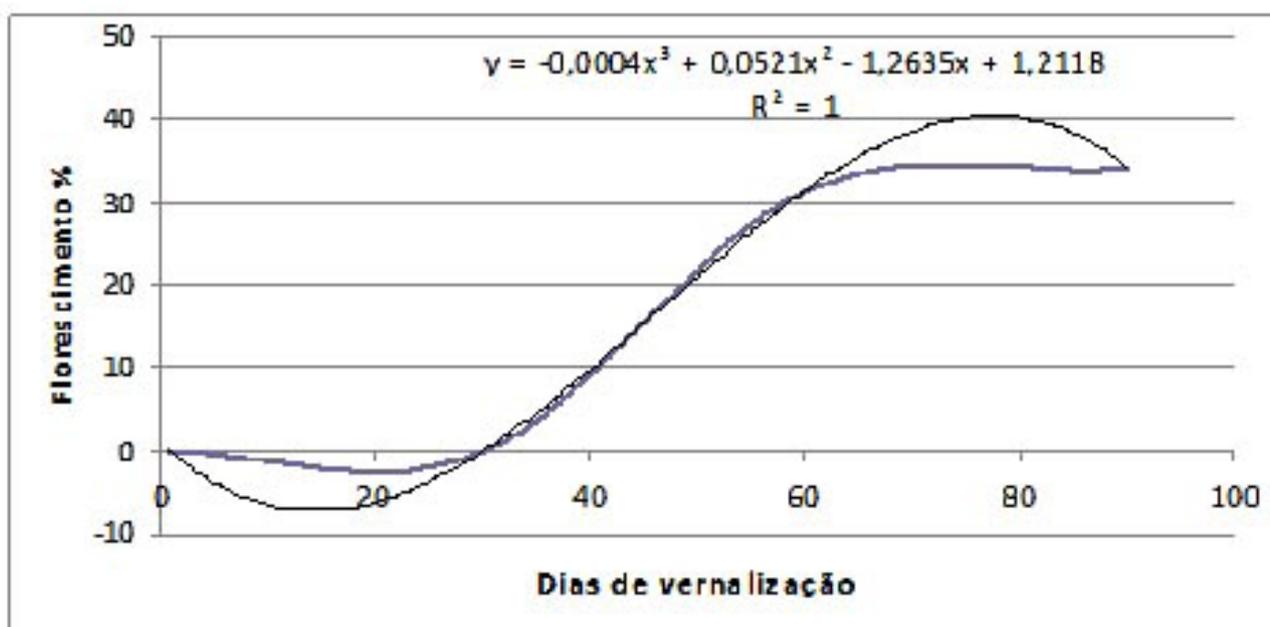


Figura 3. Curva (em azul) e polinômio (em cinza) resultantes da regressão cúbica dos dados oriundos da vernalização artificial de raízes de beterraba da cultivar Itapuã 202 pelo método B. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2009.

sejado, pois afeta a qualidade comercial e deteriora a qualidade genética da variedade (Peixoto & Amabile, 2008).

O término dos tratamentos 3A (26/08/2009) e 3B (12/08/2009) não foi absolutamente sincronizado. Assim, a diferença entre os tratamentos 3A e 3B (ambos com 90 dias de vernalização) referentes aos métodos A e B, respectivamente, pode ser atribuída às diferenças das condições climáticas em que as raízes foram cultivadas. Isto pode ter implicado na exposição dos tratamentos a uma indução fototérmica não tão favorável do material 3B. Outra explicação para a diferença de florescimento entre os dois métodos para o tratamento com 90 dias de vernalização é a diferença de 14 dias da saída da câmara fria. As raízes resfriadas por 90 dias pelo método B saíram da câmara fria 14 dias antes (12/08/2009) das raízes resfriadas por 90 dias pelo método A (dia 26/08/2009), o que resultou em 31% de florescimento pelo método B e 54% pelo método A. Isso sugere que pode ter ocorrido processo de reversão da vernalização (“desvernalização”) (Vince-Prue, 1975) em maior grau no material tratado pelo método B devido a uma possível exposição a temperaturas altas, aliada a fotoperíodo não indutivo, o que já foi documentado por Aragão et al. (1979). Existem registros de que a exposição a temperaturas altas imediatamente após a emergência de pendões florais pode interromper o desenvolvimento floral e causar a retomada do crescimento vegetativo em plantas como beterraba e repolho (Boswell, 1961).

O método de vernalização artificial utilizado foi efetivo na indução floral da cultivar Itapuã 202, contudo, a baixa porcentagem de florescimen-

to obtida (que variou de 31% a 54%) sugere a inviabilidade econômica da indução floral com fins comerciais, para as condições do Distrito Federal. Embora os dados obtidos referem-se à apenas um ano de estudo, a vernalização artificial pode ser utilizada para produção de sementes básicas e/ou genéticas de beterraba, como ocorre em outras espécies, como cebola e cenoura.

REFERÊNCIAS

ABCSEM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. 2016a, 27 setembro. Projeto para o levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliça no Brasil. Disponível em http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresentação_completa_dos_dados_da_cadeia_produtiva_de_hortaliças_29MAIO2014.pdf

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. 2016b, 27 setembro. Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças – Ano calendário 2009. Disponível em [http:// abcsem.com.br/docs/pesquisa_mercado_2009.pdf](http://abcsem.com.br/docs/pesquisa_mercado_2009.pdf)

ARAGÃO, C.A.P.; AGUIAR, P.A.A.; SILVA, M.A. Coeficientes técnicos de produção de sementes de cebola no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Sementes**, v.01, p. 24-27. 1979. < <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=ACERVO.xis&method=post&formato=2&cantidade=1&expresion=mfn=012836>>

BOSWELL, V.R. Flowering Habit and Production of Seeds. In: **Seeds. Yearbook of Agriculture**. Washington, U.S.D.A. p.57-64. 1961.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa – MG:UFV. 2001.648p.

GEORGE, R,A,T. 1985. Vegetable Seed Production. End. Ed, Cambridge:CABI, 2009. 320P.

NASCIMENTO, W.M.; MORAES, M.H.D. Avaliação da qualidade de sementes de beterraba. **Horticultura Brasileira**, v.7, n.2, p.28. 1989.

NASCIMENTO, W.M.; FREITAS, R.A.; SILVA, E.F.; BOITEUX, L.S. Perspectiva de produção de sementes de beterraba no Brasil Central. **Horticultura Brasileira**, v.2, p.229. 2006.

NAVAZIO, J.; COLLEY, M.; ZYSKOWSKI, J. Principles and Practices of Organic Beet Seed Production in the Pacific Northwest. Organic Seed Alliance. Disponível em <http://www.seedalliance.org>. Acessado em 13 de outubro 2009.

PEIXOTO, J.R.; AMABILE, R.F. **O Melhoramento Genético na Graduação e Pós-Graduação**. In: FALEIRO FG; NETO ALF; R WJ. (Org.). Pré-melhoramento, melhoramento e Pós-Melhoramento: estratégias e desafios. Planaltina: Embrapa Cerrados. p. 125-140. 2008.

VINCE-PRUE D. **Photoperiodism in plants**. London: McGraw-Hill. 1975. 444p.

WERNER, D.T. Produção de sementes de beterraba (caso ISLA Semente). In: XI CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS. **Palestras...**Porto Alegre/RS. 2011. (CD-ROM).

WOOD, D.W.; SCOTT, R.K.; LONGDEN, P.C. The effects of mother-plant temperature on seed quality in *Beta vulgaris* L. (sugar beet) in Hebblethwaite, P.D. **Seed Production**, London: Butterworths. p.257-270, 1978.