

## Reguladores vegetais em oliveira

Maria do Céu Monteiro da Cruz  
Adelson Francisco de Oliveira

A expansão da área cultivada com oliveira (*Olea europaea* L.) no Brasil é um desafio. Isso porque a oliveira é uma espécie que exige condições edafoclimáticas específicas para a produção.

As regiões consideradas aptas para o cultivo no Brasil são aquelas com ocorrência de frio durante o inverno. O frio invernal se caracteriza pela ocorrência de temperaturas abaixo de 7,2 °C no período que antecede a floração, sendo 12 °C a temperatura limite para a produção satisfatória da oliveira (GARCÍA *et al.*, 2012).

Considerando as especificidades da oliveira, as pesquisas com a aplicação de reguladores de crescimento buscam a adequação de técnicas de manejo para viabilizar o cultivo em regiões onde as temperaturas não atendem às exigências da espécie para a produção.

As práticas de manejo adotadas, visando produzir em locais onde não há baixas temperaturas, para ocorrência de produções satisfatórias, são direcionadas à alteração da síntese de hormônios das plantas, como a aplicação exógena de fitorreguladores ou indução do déficit hídrico.

Entre os hormônios produzidos pelas plantas, as pesquisas têm demonstrado que as giberelinas são os que exercem influência direta sobre a floração, mediante a redução do número de gemas que brotam. Assim, se as giberelinas são responsáveis pela inibição do florescimento, a aplicação de fitorreguladores capazes de inibir a síntese de giberelinas endógena pode promover a floração.

A partir dessa informação, pesquisas vêm sendo realizadas com a aplicação de fitorreguladores capazes de modificar o crescimento da planta mediante a alteração na síntese, no metabolismo e/ou na translocação de hormônios na planta, com o intuito de compreender ou controlar a floração em espécies lenhosas.

A abordagem deste capítulo é relacionada aos resultados da aplicação de reguladores de crescimento no cultivo da oliveira, visando expandir as áreas de produção.

A inibição do florescimento pelas giberelinas em oliveiras foi constatada com a aplicação exógena de GA<sub>3</sub>, com aumento do crescimento vegetativo (FERNANDEZ-ESCOBAR *et al.*, 1992). Entretanto, as observações desses autores apontam que os efeitos podem ser variáveis em função da época de aplicação. Quando realizada durante a iniciação floral, inibiu a floração e aumentou o comprimento das poucas inflorescências formadas no

ano seguinte, e a aplicação antes da diferenciação floral aumentou o comprimento da inflorescência, mas sem efeito sobre a floração seguinte. Por isso, no cultivo de oliveiras em locais onde o clima favorece o seu crescimento vegetativo constante, pode ocorrer desbalanço hormonal no período de indução floral, e as giberelinas atuam impedindo o florescimento.

Assim, se as giberelinas inibem o florescimento nas oliveiras, com a paralisação e/ou a redução do crescimento vegetativo com a aplicação de fitorreguladores do grupo de retardantes de crescimento, poderá haver favorecimento do florescimento devido à baixa síntese desse hormônio.

Nesta categoria, o paclobutrazol (PBZ) é um fitorregulador do grupo dos triazóis, retardantes de crescimento por serem antagonistas à síntese de giberelina, portanto, ativo na redução do crescimento de plantas. A sua utilização para induzir a floração está relacionada com a redução ou o bloqueio da síntese de giberelinas (RADEMACHER, 2004).

A utilização de reguladores de crescimento, antagonistas da síntese de giberelinas, para indução do florescimento, tem despertado interesse de produtores que buscam tecnologias para implantação de oliveirais em novas áreas

de cultivo, onde não ocorrem baixas temperaturas para induzir a floração.

O cultivo da oliveira em condições de clima subtropical pode promover o maior crescimento vegetativo, quando comparado às plantas cultivadas em clima mediterrâneo, em detrimento da produção de frutos. Para isso, as práticas de manejo capazes de retardar o crescimento da planta e induzir a floração têm sido aplicadas.

O manejo dos olivais, com a aplicação de reguladores de crescimento, é realizado para controlar o crescimento vegetativo (GHOLAMI *et al.*, 2013; YUNGKHA *et al.*, 2017) e induzir ou aumentar o florescimento das plantas (OLIVEIRA *et al.*, 2013; MOREIRA *et al.*, 2016). Isso porque a floração é um dos principais fatores responsáveis pela produção, influenciando a produtividade e a qualidade dos frutos. Esse fenômeno parece ser controlado pelas condições ambientais, como as reações hídricas do solo, da planta e da temperatura (CONNOR; FERERES, 2005), e pelo balanço hormonal das plantas (FERNANDEZ-ESCOBAR *et al.*, 1992; KHALIL *et al.*, 2012).

As pesquisas voltadas para avaliar os efeitos da aplicação de reguladores de crescimento objetivam modificar o balanço hormonal e o crescimento das plantas, mediante a interferência na síntese, metabolismo e/ou translocação de hormônios. Isso porque acredita-se que os estímulos

ambientais atuam sobre o crescimento, inclusive do sistema radicular, devido à menor produção de gibberelinas, levando ao florescimento.

A aplicação de reguladores de crescimento, por ser realizada por meio de pulverização foliar e via solo, no período que antecede a floração, ou seja, na fase de indução, deve ser feita considerando o estágio fenológico das plantas e as condições climáticas da região.

O entendimento sobre a atuação dos reguladores de crescimento sobre o florescimento da oliveira é complexo, mas esta já está comprovada em algumas pesquisas (CRUZ *et al.*, 2011; KHALIL *et al.*, 2012, GHOLAMI *et al.*, 2013; MOREIRA *et al.*, 2016; YUNGKHA *et al.*, 2017). Porém, os resultados da aplicação de reguladores do crescimento, assim como relatado em outras espécies lenhosas, apresentam variáveis, principalmente quando a aplicação de reguladores de crescimento é realizada sem a ocorrência de estímulos do ambiente de cultivo, devido aos fatores concernentes às concentrações utilizadas, à absorção e ao estágio fenológico da planta na época de aplicação.

Em outras espécies lenhosas o estímulo ambiental promovido pelo estresse hídrico pode estar diretamente relacionado com a quebra da dormência das gemas e ou com a indução floral. Isso porque, sob condições de estresse, as plantas apresentam menor crescimento

do sistema radicular, uma vez que essa redução pode interferir na síntese de hormônios, alterando o balanço na planta.

O estímulo das baixas temperaturas para o florescimento da oliveira é relacionado com a diferenciação floral e quebra de dormência das gemas, pois, para que ocorra a iniciação floral na oliveira, é necessário que a condição de latência das gemas seja modificada, diferenciando as gemas localizadas nas axilas das folhas em inflorescências ou brotações vegetativas, visto que algumas permanecem latentes nas plantas, e outras simplesmente caem, dependendo dos estímulos recebidos (RALLO; CUEVAS, 2008). Além disso, há a hipótese de que as baixas temperaturas estimulem o florescimento porque, nessa condição, o equilíbrio hormonal endógeno entre gibberelinas e inibidores, incluindo o ácido abscísico, é alterado.

A aplicação de PBZ em plantas da cultivar Arbequina, com três anos de idade, cultivadas em uma região situada a 822 metros de altitude, sem a ocorrência de baixas temperaturas, não foi efetiva na indução do florescimento, embora tenha atuado retardando o crescimento das plantas por um período de até 60 dias. Nas condições em que foi conduzido este trabalho, a interação de fatores como as condições não indutivas ao florescimento, ou seja, ausência de baixas temperaturas, e/ou de estresse pela restrição hídrica no período que antecede a floração,

foi considerada limitante ao florescimento (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Outro aspecto importante é a dose a ser utilizada de acordo com a idade das plantas, ou o tamanho vegetativo das plantas, pois há uma relação entre o crescimento das plantas e a quantidade do regulador de crescimento que, geralmente, é baseada no diâmetro da copa. Portanto, devem ser considerados a época de aplicação, o estágio de desenvolvimento das plantas e a persistência de resíduos de aplicações anteriores na planta ou solo.

Para a utilização adequada de reguladores de crescimento para fins de controle vegetativo e alteração do balanço hormonal na planta é recomendado que seja dimensionado o tamanho da copa para definir a dose a ser utilizada, uma vez que concentrações baixas podem não ser efetivas para reduzir a síntese de giberelinas e retardar o crescimento da planta, enquanto doses elevadas paralisam o crescimento e, conseqüentemente, prejudicam a produção.

A época de aplicação, assim como a concentração utilizada, varia com as condições climáticas de cada região, pois estas influenciam a época da indução floral e o hábito de crescimento das plantas. Ao estudar a pulverização foliar com PBZ em oliveira até concentrações de 800 mg L<sup>-1</sup>, Cruz *et al.* (2011) verificaram que o crescimento

vegetativo da cultivar Grappolo, com dois anos de idade, cultivadas em campo, foi reduzido até 60 dias após a aplicação, no entanto, sem influência no florescimento.

Vários trabalhos com uso de reguladores de crescimento, aplicados em regiões de clima subtropical, têm demonstrado os efeitos sobre a floração de outras espécies lenhosas, porém nesses locais ocorrem baixas temperaturas durante o inverno. Entretanto, pouco se conhece a respeito da aplicação desses reguladores de crescimento em regiões de clima tropical, onde o estresse hídrico é mais importante. Além disso, os resultados podem ser variáveis, devido às diferenças entre as cultivares, doses utilizadas do produto e o manejo da irrigação.

Outra dificuldade se refere à determinação de variações hormonais nas plantas durante o período de floração, dificultando a extrapolação de resultados para situações específicas. Desta forma, deve-se procurar o entendimento de como atuam os inúmeros fatores relacionados ao controle hormonal para a aplicação de reguladores de crescimento com o objetivo de induzir a floração em oliveiras.

Além disso, deve-se conhecer as técnicas ideais de aplicação de reguladores de crescimento e seus efeitos sobre as relações fisiológicas da planta e da produção, que são de fundamental importância para estabelecer a melhor



época de aplicação com o intuito de utilizá-los no manejo de olivais nas novas regiões de cultivo, onde temperaturas são amenas durante o inverno.

Os reguladores de crescimento, associados a fatores que são considerados indutores ao florescimento, podem ser mais eficazes. Plantas de três anos de idade da variedade Arbequina, que receberam aplicação de PBZ, produziram maior quantidade de inflorescências quando cultivadas sob o estímulo das baixas temperaturas durante o inverno (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Neste trabalho, o efeito do PBZ na floração pode ter sido efetivo em virtude das condições indutivas ao florescimento, exercendo influência sobre o aumento de número de inflorescência por planta.

A aplicação de PBZ também pode alterar características fenotípicas das plantas, como o comprimento de entrenós das brotações (CRUZ *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2012), e aumentar os teores de carboidratos nas folhas, que pode estar associado ao menor crescimento vegetativo das plantas em função da aplicação do PBZ (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Essas modificações podem causar alterações na relação C/N e aumentar o florescimento.

Entre as alterações resultantes da aplicação de reguladores de crescimento em oliveiras foi relatado o tamanho da área foliar, que foi reduzido em resposta à aplicação

do PBZ em plantas jovens, das cultivares Arbequina e Koroneiki, com 18 meses de idade, que receberam quantidades entre 10 e 15 mL em um volume de solo de 10 dm<sup>3</sup> por planta (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Nesta pesquisa foi constatado que a aplicação do PBZ não interfere nos mecanismos de proteção desenvolvidos pelas plantas para tolerar o déficit hídrico, pois, mesmo produzindo folhas de menor tamanho, não foram observadas diferenças nas características das epidermes abaxial e adaxial, espessura dos parênquimas paliádico e esponjoso e no mesofilo das folhas.

O potencial do PBZ para proteger as plantas contra diversos estresses ambientais havia sido relatado em cultivares Bladi e Mission com três anos, cultivadas em vasos (YAZDANI *et al.*, 2007). Esses autores verificaram que o conteúdo de água e o teor de prolina aumentaram nas folhas das oliveiras, sugerindo a possibilidade de a espécie tolerar o estresse hídrico por mais tempo.

Na cultivar Ascolana, que foi submetida ao déficit hídrico e recebeu a aplicação de PBZ, o teor relativo de água foi maior que nas plantas que estavam sob restrição hídrica apenas sem ter recebido a aplicação exógena do regulador de crescimento, evidenciando a maior adaptação à situação de baixa disponibilidade de água (MOREIRA *et al.*, 2016). Os autores consideraram a possibilidade de a menor taxa de crescimento manifestada por estas

plantas ter ocasionado a menor perda de água, devido à menor área foliar apresentada. Desta forma, sendo o estresse causado pelo déficit de água um dos manejos que podem ser utilizados para induzir o florescimento, o uso do regulador de crescimento pode complementar o manejo.

Os resultados das pesquisas com a aplicação de reguladores são mais expressivos quando essa é realizada em condições controladas. Isso se deve às dificuldades para realização de pesquisas em condições de campo, quando nem sempre são identificados os fatores que podem influenciar no balanço hormonal das plantas.

As variações edafoclimáticas dos locais de cultivo podem alterar a síntese de hormônios sintetizados nas folhas e raízes, com mudanças na alocação de assimilados e no crescimento da parte aérea e raízes que podem influenciar o início do processo reprodutivo. Além disso, o balanço hormonal interno nas plantas pode ser influenciado por fatores como estágio de desenvolvimento dos órgãos, temperatura, estresses e nutrição.

Sob condições controladas, a menor taxa de crescimento em altura de oliveiras do cultivar Ascolana, cultivadas em vasos com a aplicação de 4 mL de PBZ, foi observada. Nessa pesquisa, a aplicação do regulador de crescimento foi associada à restrição hídrica, iniciada aos 30 dias após

a aplicação do regulador de crescimento para favorecer a absorção, sendo notado, nestas plantas, menor crescimento, comparadas às que apenas receberam o PBZ (MOREIRA *et al.*, 2016). Os autores sugerem que, possivelmente, nessa condição, as plantas precisaram desenvolver mecanismos para tolerar a falta de água no solo, como a abertura e o fechamento estomático. Com isso, as plantas podem ter reduzido a produção de fotoassimilados necessários e importantes ao crescimento.

Resultados relacionados às variações no crescimento foram relatados nas cultivares Arbequina, Coratina e Koroneiki, com a aplicação de 4 mL de PBZ por planta com redução do comprimento em altura e redução da área foliar (YUNGKHAM *et al.*, 2017).

Em relação ao florescimento, o maior percentual de inflorescências foi observado no ano seguinte nas oliveiras que receberam o PBZ. Isso pode ter acontecido devido à idade e ao tempo de ação do regulador do crescimento (MOREIRA *et al.*, 2016). Os autores levantam essa hipótese porque as oliveiras estavam com dois anos quando o PBZ foi aplicado; então a juvenilidade das plantas pode justificar a falha na emissão de inflorescências de forma representativa no primeiro ano. Isso porque a oliveira produziu maior concentração de fotoassimilados nos ramos do ano anterior, possibilitando o crescimento de novos ramos e inflorescências (RALLO; CUEVAS, 2008).

Variações relacionadas à imaturidade das plantas e inadequação da condição climática ao florescimento nas oliveiras das cultivares Arbequina, Coratina e Koroneiki, cultivadas em campo, suscitaram também hipóteses para o não florescimento das plantas (YUNGKHAM *et al.*, 2017).

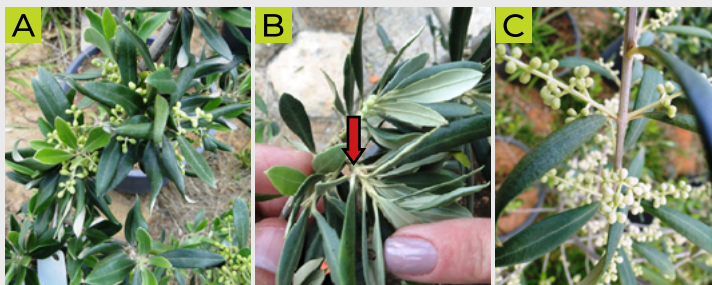
Outro fator que deve ser considerado é o tempo de atuação do PBZ. Há relatos de que a ação do PBZ, quando aplicado via solo, pode ser demorada em virtude de seu efeito residual, pois o PBZ é um regulador de crescimento que pode degradar lentamente, dependendo do tipo de solo onde é aplicado, das condições climáticas e dos microorganismos (MAGANHOTTO *et al.*, 2003). Segundo esses autores, após a meia-vida do PBZ, 60 dias de aplicação, a taxa de dissipação pode permanecer estável por longo tempo, o que pode ter favorecido o florescimento das plantas na safra seguinte. A ação mais lenta do PBZ aplicado via solo também foi verificada por Oliveira *et al.* (2012), que observaram diferenças na resposta sobre o crescimento das plantas em função da forma de aplicação via solo e foliar.

Parece que um dos maiores desafios para o manejo dos olivais com a aplicação de reguladores de crescimento se deve ao ajustamento da dose a ser utilizada, em função de todos os fatores já mencionados, que pode interferir sobre o balanço hormonal das plantas, como as condi-

ções edafoclimáticas, época de aplicação, doses utilizadas e, ainda, os fatores intrínsecos à espécie.

A maior parte das hipóteses levantadas aponta a quantidade de regulador de crescimento que foi utilizada para justificar a não efetividade da aplicação de PBZ em retardar o crescimento vegetativo da oliveira e se alcançar os objetivos esperados. Porém, a definição da dose deve considerar todos os fatores que podem interagir com o regulador de crescimento, inclusive o tempo de degradação para novas aplicações, em função do tipo de solo, porque os resultados podem levar à paralisação do crescimento, o que também pode comprometer a produção (Figura 1).

**Figura 1:** Plantas do cultivar Arbequina, cultivadas em vaso com a redução do comprimento de entrenós que receberam 12 ml de PBZ e apresentaram redução expressiva no crescimento (A, B), e ramo de planta que recebeu 4 ml de PBZ (C).



Fonte: Maria do Céu Monteiro Cruz.

## Considerações finais

A compreensão dos fatores que regulam o crescimento vegetativo e o florescimento em oliveiras cultivadas em condições subtropicais é fundamental para proporcionar a adequação de práticas de manejo para o cultivo em novas áreas.

Há ainda diversos mecanismos fisiológicos relacionados ao florescimento da oliveira a serem compreendidos, dadas as dificuldades para a realização de pesquisas, a exemplo da realização de investigações em condições

de campo, onde vários fatores bióticos e abióticos são mensurados, dificultando a interpretação dos resultados. Por outro lado, a realização de pesquisas em ambiente controlado com plantas perenes é difícil, pois existem diferenças nas características fenológicas, no crescimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas, que podem influenciar na interpretação dos resultados.

Além disso, os efeitos da aplicação de reguladores de crescimento sobre as plantas não são específicos, ocorrendo variações decorrentes da época de aplicação, concentrações utilizadas, características do ambiente de cultivo e genética dos cultivares, os quais devem ser observados porque, em função disso, a aplicação de um regulador de crescimento pode afetar uma característica diferente.

Desta forma, investimentos em pesquisas são importantes para possibilitar a aplicação de reguladores de crescimento no manejo de olivais, em condições de climas subtropicais, para viabilizar e ampliar sua exploração econômica em regiões com menor ocorrência de frio.



## **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro recebido em projetos de pesquisa.

## Referências

CONNOR, D. J.; FERERES, E The physiology of adaptation and yield expression in olive. **Horticultural Reviews**, New York, v. 31, n. 56, p. 157-231, Nov. 2005

CRUZ, M. C. M.; OLIVEIRA, A. F.; OLIVEIRA, D. L.; VIEIRA NETO, J. Flowering and vegetative growth of olive tree submitted to pruning and paclobutrazol application. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 23, p. 105-111, March 2011.

FERNANDEZ ESCOBAR R.; BENLLOCH, M.; NAVARRO D.; MARTIN G.C. The time of floral induction in the olive. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, East Lansing, Michigan, v. 117, p. 304–307, March, 1992.

GARCÍA, C. N.; MESQUITA, H. A.; ALVARENGA, A. A. Limitações do clima solo e planejamento do plantio para o cultivo da oliveira. In: Oliveira, A. F. (Ed.). **Oliveira no Brasil: tecnologias de produção**. Oliveira no Brasil: tecnologias de produção. Belo Horizonte: EPAMIG, 2012, p. 349-384.

GHOLAMI, R.; ARZANI, K.; ARJI, I. Effect of paclobutrazol (PBZ) and different irrigation amounts on vegetative growth and performance of young olive plants cv. Manzanillo, **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 26, n. 4, p. 402-408, Jan. 2013.

KHALIL, F.; KHAN, K. M.; UL-HASSAN, F.; BIBI, N. Effect of girdling and plant growth regulators on productivity in olive (*Olea europaea*). **Pakistan Journal of Agricultural Research**, Islamabad, v. 25 n. 2, Jun. 2012.

MOREIRA, R.A.; FERNANDES, D. R.; CRUZ, M. C. M.; LIMA, J. E.; OLIVEIRA, A. F. Water restriction, girdling and paclobutrazol on flowering and production of olive cultivars. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 200, p. 197-204, March, 2016.

MAGANHOTTO, C. M. S. S., FAY, E. F., VIEIRA, R. F., Degradação do paclobutrazol em solos tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 1223-1227, out. 2003.

OLIVEIRA, A. F.; DE PAULA, M. S. B.; CRUZ, M. C. M.; ALMEIDA, M.O. Response to paclobutrazol application and water deficit on leaf anatomy of two olive tree cultivars. **Acta Horticulturae**, San Juan, v. 1057, p. 51-56, October, 2014.

OLIVEIRA, A. F.; CRUZ, M. C. M.; OLIVEIRA, D. L.; MESQUITA, H. A. Paclobutrazol em oliveira submetida a diferentes regimes hídricos. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2137-2148, nov. 2012.

OLIVEIRA, D. L.; CRUZ, M. C. M.; OLIVEIRA, A. F.; CHALFUN, N. N. J.; ALVARENGA, A. A. Teores de carboidratos e indução do florescimento em mudas de oliveira submetida à aplicação de paclobutrazol. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 12, p. 221-226, Set. 2013.

RADEMACHER, W. Chemical regulation of shoot growth in fruit trees. **Acta Horticulturae**, Seoul, n. 653, p. 29-32, July, 2004.

RALLO, L.; CUEVAS, J. Fructificación y Producción. *In*: BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. (Ed.). **El cultivo del olivo**. 6. ed. Junta de Andalucía: Mundi-Prensa, 2008. p. 626-662.

YAZDANI, N.; ARZANI, K.; ARJI, I. Alleviation of drought stress through application of Paclobutrazolon olive (*Olea europaea* L.) trees, cultivars 'Bladi' and 'Mission'. **Iranian Journal of Agricultural Sciences**, New York, v. 38, n. 2, p. 287-296. March, 2007.

YUNGKHA, M. V. G.; MISHRA, S.; PRASAD, V. M. Effect of different levels of paclobutrazol on vegetative growth of olive (*Olea europaea* L.) tree under subtropical climates. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, New Delhi, v. 6, n. 4, p. 609-612, Jul. 2017.