

COMUNICAÇÃO

PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO IRRIGADO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE SACAROSE, ÁCIDO BÓRICO E NITRATO DE CÁLCIO NA FLORAÇÃO

Rogério Faria Vieira¹
Cleide Maria Ferreira Pinto¹
Gilmar Silvério da Rocha²
João Augusto Ferreira Marques²

RESUMO

O objetivo com esta pesquisa foi estudar os efeitos de produtos químicos associados a menor abortamento de flores e a maior retenção de vagens sobre a produtividade de feijoeiros irrigados. Foram instalados ensaios em Coimbra, MG, em 2/3/2000, 17/7/2000, 7/3/2001 e 24/7/2001 e um em Viçosa, MG, em 1º/11/2001. Todos os ensaios foram irrigados por aspersão. No de 2/3/2000, estudaram-se estes tratamentos: nitrato de cálcio (300 mg/L), ácido bórico (100 mg/L), sacarose, 1 % (w/v) e testemunha (água). Nos demais ensaios, foram incluídas as combinações dos três primeiros tratamentos supracitados, totalizando oito tratamentos. As pulverizações foram feitas com volume de 450 L/ha. Foi usado o delineamento em blocos ao acaso, com seis ou sete repetições. No ensaio instalado em 7/3/2001, fizeram-se as aplicações quando 20 % das plantas tinham uma flor aberta; nos demais, quando todas as plantas tinham pelo menos uma flor aberta. Os produtos químicos não aumentam o rendimento de feijoeiros irrigados adequadamente.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, temperatura, estresse hídrico.

ABSTRACT

YIELD OF IRRIGATED COMMON BEAN IN RESPONSE TO THE APPLICATION OF SUCROSE, BORIC ACID, AND NITRATE AT FLOWERING

This study was undertaken to determine if foliar-applied chemicals involved in the improvement of flower set and pod retention could increase yield of irrigated beans. Four trials were installed in Coimbra, MG, on the following dates: March 2nd, 2000, July 17th, 2000, March 7th, 2001, and July 24th, 2001. One trial was sown in Viçosa, MG, on November 1st, 2001. All trials were sprinkler irrigated. On the March 2nd trial, the following treatments were tested: calcium nitrate (300 mg/L), boric acid (100 mg/L), sucrose 1 % (w/v), and control (tapwater). For the other trials, four additional treatments were included, which corresponded to different combinations of the first three previously mentioned chemicals. Plants were sprayed with a total volume of 450 L/ha of water. A randomized complete-block design with six or seven replications was used. On the March 7th trial, plants were sprayed when 20 % of them had the first flower opened; in the other trials, sprayings were carried out when all plants had at least one open flower. The results indicated that these chemicals do not increase yields when beans are properly irrigated.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, temperature, water stress.

¹ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Vila Gianetti, 47. 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: rfvieira@epamig.br

² Estudantes de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa.

INTRODUÇÃO

No Sudeste do Brasil, o feijão pode ser cultivado em quatro épocas: primavera-verão (semeadura na primavera), verão-primavera (semeadura no final do verão), outono-inverno (semeadura no outono) e inverno-primavera (semeadura no inverno) (Vieira & Vieira, 1995). Nessas duas últimas épocas, o emprego de irrigação é obrigatório, e o potencial de rendimento da leguminosa é alto, em razão das temperaturas amenas e da alta insolação, que favorecem a cultura.

A polinização e a fecundação de flores na antese podem ser prejudicadas pela alta ou pela baixa temperatura e, ou, pelo estresse hídrico (Fisher & Weaver, 1974; Halterline *et al.*, 1980). Como a fertilização ocorre poucas horas após a polinização, mesmo pequeno período de estresse nessa fase crítica pode reduzir o número de flores e aumentar a abscisão de vagens jovens (Monterroso & Wien, 1990; Weaver *et al.*, 1985). Substâncias promotoras de crescimento são conhecidas por aumentarem a retenção de vagens nas plantas em condições de estresse (Campbell & Greig, 1974; Rahn, 1955).

Na Califórnia, Weaver *et al.* (1985) conduziram, em campo, no final da primavera ou no verão, ensaios em que aplicaram vários produtos químicos em feijoeiros — irrigados por sulcos — em início de floração. Os produtos químicos que aumentam o crescimento do tubo polínico *in vitro* — entre eles o nitrato de cálcio (300 mg/L), o ácido bórico (100 mg/L) e a sacarose (1 %) — aumentaram a retenção de flores e vagens e melhoraram o desenvolvimento das vagens. Provavelmente com base nesse estudo, agricultores do noroeste de Minas Gerais têm aplicado produtos à base de açúcar, cálcio ou boro nos feijoeiros em floração, tanto nos não irrigados (na primavera-verão) como nos irrigados (no outono-inverno e no inverno-primavera). No entanto, não há estudo nas condições brasileiras que dêem suporte a essa tecnologia, especialmente nas lavouras semeadas entre março e julho. Nesses meses, quando as temperaturas são amenas nas principais regiões produtoras de feijão de Minas Gerais e normalmente não há estresse hídrico devido ao uso da irrigação, os produtos químicos podem não ter o efeito desejado.

O objetivo com este estudo foi determinar os efeitos de produtos químicos associados a menor abortamento

de flores e a maior retenção de vagens sobre a produtividade de feijoeiros irrigados.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados quatro ensaios em área pertencente à Universidade Federal de Viçosa, em Coimbra, em 2/3/2000, 17/7/2000, 7/3/2001 e 24/7/2001. Em Viçosa, foi instalado ensaio em 1^a/11/2001, em área de agricultor. Ambos os municípios localizam-se na Zona da Mata de Minas Gerais, o primeiro a 750 m de altitude e o segundo a 650 m. O cultivar Ouro Negro foi usado nos ensaios de 2/3/2000 e de 1^a/11/2001. Nos demais, foi empregado o cultivar Pérola. Este é do tipo carioca; aquele, do tipo preto. Ambos são de hábito de crescimento indeterminado (tipo III). No ensaio de 2/3/2000, foram testados os seguintes tratamentos: nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 300 mg/L), ácido bórico (H_3BO_3 , 100 mg/L), sacarose 1 % (v/w) e testemunha com água. Nos demais, foram incluídas as combinações dos três produtos químicos supracitados, ou seja, nitrato de cálcio + ácido bórico, nitrato de cálcio + sacarose, ácido bórico + sacarose e nitrato de cálcio + sacarose + ácido bórico, com um total de oito tratamentos. Os ensaios foram irrigados por aspersão, com lâmina de água de 50 mm, quando ocorria período superior a sete dias sem chuva.

Foi usado o delineamento em blocos ao acaso. Nos ensaios de 2000, foram empregadas seis repetições; nos demais, sete. Em 2000, a parcela foi constituída de quatro fileiras de 5 m de comprimento; em 2001, de cinco fileiras de 4 m de comprimento. O espaçamento entre fileiras foi de 0,5 m. Foram distribuídas 15 sementes por metro. Em 2000, a área útil constou das duas fileiras centrais sem 0,5 m das extremidades da parcela, ou seja, foi de 4 m². Em 2002, ela constou das três fileiras centrais sem 0,5 m das extremidades da parcela, ou seja, a área útil foi de 4,5 m².

Na adubação de plantio foram empregados 350 kg/ha do formulado comercial 8-28-16 (N-P₂O₅-K₂O). A adubação de cobertura foi feita com 100 kg/ha de uréia entre 12 e 24 dias após a emergência das plântulas (DAE). Entre 16 e 24 DAE, as plantas foram pulverizadas com solução de molibdato de sódio (200 g/ha). O controle das plantas daninhas foi realizado com a mistura dos

herbicidas fomesafen + fluazifop-p-butil (0,25 + 0,20 kg/ha). Para que a produtividade não fosse afetada por pragas e doenças, foram feitas de duas a cinco aplicações de inseticidas e duas ou três aplicações de fungicidas, dependendo do ensaio. Empregaram-se os inseticidas monocrotophos (300 g/ha) e deltametrina (50 g/ha) para controle da cigarrinha-verde (*Empoasca kraemeri*) e lagartas, respectivamente. O fungicida azoxystrobin (80 g/ha) começou a ser aplicado assim que apareceram os primeiros sintomas de doenças nas folhas. Nos ensaios instalados em 7/3/2001 e em 24/7/2001, as sementes foram tratadas, antes do plantio, com o inseticida imidacloprid (150 g/100 kg) e o fungicida benomil (100 g/100 kg).

No ensaio de 7/3/2001, as pulverizações foram feitas quando 20 % das plantas apresentavam uma flor aberta; nos demais, quando todas as plantas tinham pelo menos uma flor aberta. Nos ensaios instalados em março, as pulverizações foram feitas aos 30 ou 31 DAE; nos instalados em julho, aos 49 ou 50 DAE; no instalado em novembro, aos 31 DAE. Adicionou-se o surfactante Tween 20 (0,05 %) a todos os produtos, inclusive à água. As pulverizações foram feitas entre 9 e 11 horas da manhã, com 450 L/ha de água.

Foi avaliada a produtividade de sementes com teor de água de 13 %. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de produtividades alcançadas foram altas: variaram de 2279 (ensaio instalado em 1^o/11/2001) a 3347

kg/ha (instalado em 7/3/2001). Não houve diferença significativa entre as médias de produtividade de quatro ensaios (Tabela 1).

No ensaio instalado em 17/7/2000, houve efeito significativo dos tratamentos no rendimento (Tabela 1): a média do tratamento com ácido bórico + sacarose (2546 kg/ha) diferiu significativamente das dos tratamentos com água (2197 kg/ha), com nitrato de cálcio + ácido bórico + sacarose (2257 kg/ha) e com ácido bórico (2259 kg/ha). As produtividades obtidas com os tratamentos nitrato de cálcio + ácido bórico e nitrato de cálcio + sacarose (ambos com 2481 kg/ha) também diferiram da alcançada com a testemunha. Nesse ensaio, diferentemente dos outros quatro, houve estresse hídrico durante a fase de formação de vagens (etapa R7), que durou oito dias, e durante os 10 primeiros dias da etapa R8 (durou 21 dias), em razão de problema com a bomba de irrigação. Portanto, as plantas ficaram sem receber água durante 18 dias, o que provavelmente reduziu o potencial produtivo do feijão. Embora não seja comum a ocorrência de déficit hídrico em feijão irrigado, esses resultados demonstram que a aplicação desses produtos químicos pode ser eficaz quando as plantas sofrem estresse hídrico. Segundo Brown e Shelp (1997), curto período de redução da disponibilidade de B em razão de estresse hídrico pode influenciar o crescimento da planta; se a deficiência de B acontecer durante a fase reprodutiva, a produtividade pode ser reduzida.

No estudo de Weaver *et al.* (1985), a única combinação entre os produtos testada foi a de nitrato de cálcio + ácido bórico, a qual não trouxe, em três ensaios, aumento do número de vagens por planta, tampouco de

Tabela 1. Efeitos de produtos químicos aplicados na floração sobre a produtividade de grãos, em kg/ha, de feijoeiros. Ensaios conduzidos em Coimbra e Viçosa, MG

Tratamento	2/3/2000	17/7/2000	7/3/2001	24/7/2001	1 ^o /11/2001
1. Nitrato de Cálcio (NC) (300 mg/L)	2812	2307 abc*	3314	2385	2142
2. Ácido Bórico (AB) (100 mg/L)	2983	2259 bc	3553	2622	2313
3. Sacarose (S) 1 % (v/w)	2545	2437 abc	3276	2750	2310
4. NC+AB	-	2481 ab	3370	2782	2342
5. NC+S	-	2481 ab	3196	2691	2236
6. AB+S	-	2546 a	3314	2907	2209
7. NC+AB+S	-	2257 bc	3390	2923	2404
8. Água	2598	2197 c	3365	2728	2278
Média	2734,4	2370,5	3347,3	2723,4	2279,3
CV (%)	11,0	8,3	9,9	13,0	14,5

* As médias seguidas da mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan, a 5 %.

sementes por vagem. O nitrato de cálcio aplicado sozinho, no entanto, favoreceu esses componentes da produtividade em três ensaios. Uma possível explicação para tal fato é que a aplicação simultânea de cálcio e boro pode acarretar deficiência do micronutriente (Schon & Blevins, 1987). Nesta pesquisa, as médias de produtividade das plantas que receberam a mistura (tratamento 4) ou o nitrato de cálcio sozinho (tratamento 1) não diferiram significativamente entre si (Tabela 1).

As médias semanais de temperaturas que ocorreram durante um mês após a aplicação dos produtos são apresentadas na Tabela 2. A mais baixa temperatura mínima absoluta ocorreu no último dia da quarta semana após a aplicação dos produtos no ensaio de 2/3/2000: 9,3 °C; a mais alta (34,4 °C), na terceira semana após a aplicação dos produtos no ensaio instalado em 17/7/2000. No estudo de Weaver *et al.* (1985), realizado na Califórnia, não foram apresentadas as temperaturas durante a fase reprodutiva dos feijoeiros, mas, provavelmente, foram mais altas que

as verificadas neste estudo, pois, naquele país, o estudo foi conduzido no final da primavera ou no verão. No Missouri, também no verão, a suplementação de boro (injetado no caule) proporcionou aumento de 84,8 % do número de vagens dos ramos laterais da soja (Schon & Blevins, 1987). Na Grécia, a aplicação de soluções de boro durante a antese da alfafa, que não apresentava sintomas de deficiência desse nutriente, aumentou em 52 % as vagens formadas por inflorescência (Dordas, 2006).

Acredita-se que os resultados deste estudo, que diferem dos obtidos em outras pesquisas realizadas no exterior, devem-se às temperaturas mais amenas do outono e do inverno e à não-ocorrência de déficit hídrico na maioria dos ensaios. É provável que resultados positivos com a aplicação de sacarose, ácido bórico e, ou, nitrato de cálcio sejam obtidos em feijão cultivado na primavera-verão, como atestou os resultados do estudo conduzido por Weaver *et al.* (1985) e os de um dos ensaios deste estudo, especialmente quando veranicos

Tabela 2. Temperaturas (°C) médias máximas e mínimas e temperaturas absolutas máximas e mínimas quatro semanas após a aplicação dos produtos químicos nos ensaios de Coimbra e de Viçosa, MG

Temperatura	1ª semana (R6/R7)	2ª semana (R7)	3ª semana (R8)	4ª semana (R8)
Ensaio de 2/3/2000 (aplicação: 17/4/2000)				
Máxima média	26,5	26,1	26,3	24,0
Mínima média	16,1	11,3	16,0	13,2
Máxima absoluta	28,6	27,8	28,4	28,0
Mínima absoluta	11,2	9,7	13,8	9,3
Ensaio de 17/7/2000 (aplicação: 18/9/2000)				
Máxima média	28,1	24,6	29,3	31,6
Mínima média	15,9	14,0	17,4	16,0
Máxima absoluta	29,0	30,0	34,4	33,8
Mínima absoluta	14,0	13,0	15,1	15,0
Ensaio de 7/3/2001 (aplicação: 16/4/2001)				
Máxima média	29,1	30,3	28,7	28,4
Mínima média	16,0	16,0	15,9	13,3
Máxima absoluta	31,2	31,2	30,0	31,4
Mínima absoluta	13,0	15,0	12,8	9,7
Ensaio de 24/7/2001 (aplicação: 25/9/2001)				
Máxima média	24,4	26,4	24,6	28,0
Mínima média	17,1	17,4	16,0	17,3
Máxima absoluta	28,0	34,0	27,8	30,2
Mínima absoluta	15,3	15,2	13,0	15,5
Ensaio de 1º/11/2001 (aplicação: 7/12/2001)				
Máxima média	29,3	27,7	26,5	25,9
Mínima média	18,6	20,7	18,6	19,1
Máxima absoluta	30,4	32,5	31,0	31,8
Mínima absoluta	17,0	20,0	17,0	18,0

e altas temperaturas coincidirem com a floração das plantas. Estudos adicionais são necessários para testar essa hipótese.

CONCLUSÃO

A aplicação de nitrato de cálcio, ácido bórico, sacarose ou das suas combinações no início da floração de feijoeiros irrigados adequadamente não lhes aumenta o rendimento.

REFERÊNCIAS

Brown PH & Shelp BJ (1997) Boron mobility in plants. *Plant and Soil* 193:85-101.

Campbell RE & Greig JK (1974) Selected growth regulators increased the yield of snap beans. *HortScience* 9:71-72.

Dordas C (2006) Foliar boron application improves seed set, seed yield, and seed quality of alfalfa. *Agron. Journal* 98:907-913.

Fisher VJ & Weaver CK (1974) Flowering, pod set, and pod retention of lima bean in response to night temperature, humidity, and soil moisture. *Journal American Society*

HortScience 99:448-450.

Halterline AJ, Clayberg CD, Teare ID (1980) Influence of high temperature on pollen grain viability and pollen tube growth in the styles of *Phaseolus vulgaris* L. *J. American Society HortScience* 105:12-14.

Monterroso VA & Wien HC (1990) Flower and pod abscission due to heat stress in beans. *Journal American Society HortScience* 115:631-634.

Rahn EM (1955) Effect of certain cultural and growth regulator treatments on pod set and yield of lima beans. *Proc. American Society HortScience* 66:298-307.

Schon MK & Blevins DG (1987) Boron stem infusions stimulate soybean yield by increasing pods on lateral branches. *Plant Physiology*, 84:969-971.

Vieira C & Vieira RF (1995) Épocas de plantio do feijão e proposta de nomenclatura para designá-las. *Revista Ceres* 42:685-688.

Weaver ML, Timm H, Ng H, Burke DW, Silbernagel MJ, Foster K (1985) Pod retention and seed yield of beans in response to chemical foliar applications. *HortScience* 30:429-31, 1985.