

Efeito do Enxofre na Produtividade e no Teor de Ácido Pirúvico em Cultivares de Cebola



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Semiárido
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
139**

**Efeito do Enxofre na Produtividade e no Teor
de Ácido Pirúvico em Cultivares de Cebola**

*Carlos Antonio Fernandes Santos
Jony Eishi Yuri
Nivaldo Duarte Costa*

Embrapa Semiárido
*Petrolina, PE
2019*

Esta publicação está disponibilizada no endereço:
<http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>
Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

Embrapa Semiárido
BR 428, km 152, Zona Rural
Caixa Postal 23
CEP 56302-970, Petrolina, PE
Fone: (87) 3866-3600
Fax: (87) 3866-3815

Comitê Local de Publicações

Presidente
Flávio de França Souza

Secretária-Executiva
Juliana Martins Ribeiro

Membros
Ana Cecília Poloni Rybka, Bárbara França Dantas, Diogo Denardi Porto, Elder Manoel de Moura Rocha, Geraldo Milanez de Resende, Gislene Feitosa Brito Gama, José Maria Pinto, Pedro Martins Ribeiro Júnior, Rita Mércia Estigarribia Borges, Sidinei Anuniação Silva, Tadeu Vinhas Voltolini.

Supervisão editorial
Sidinei Anuniação Silva

Revisão de texto
Sidinei Anuniação Silva

Normalização bibliográfica
Sidinei Anuniação Silva

Tratamento das ilustrações
Nivaldo Torres dos Santos

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Carlos Antonio da Silva

Editoração eletrônica
Nivaldo Torres dos Santos

1ª edição: 2019

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Semiárido

Santos, Carlos Antonio Fernandes.

Efeito do enxofre na produtividade e no teor de ácido pirúvico em cultivares de cebola / Carlos Antonio Fernandes Santos, Jony Eishi Yuri e Nivaldo Duarte Costa. — Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2019.

17 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 139).

1. Hortaliça de bulbo. 2. Pungência. 3. Genótipo. 4. Rendimento. 5. Adubação. 6. *Allium cepa*. I. Santos, Carlos Antonio Fernandes. II. Yuri, Jony Eishi. III. Costa, Nivaldo Duarte. IV. Série.

CDD 635.25

© Embrapa, 2019

Sumário

Resumo	6
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão	10
Conclusões.....	15
Agradecimentos	15
Referências	15

Efeito do Enxofre na Produtividade e no Teor de Ácido Pirúvico em Cultivares de Cebola

Carlos Antonio Fernandes Santos¹

Jony Eishi Yuri²

Nivaldo Duarte Costa³

Resumo – O objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade de bulbos e o teor de ácido pirúvico em quatro cultivares de cebola, na presença (S+) e ausência (S-) de S na adubação. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, para S+ ou S-, em Petrolina, PE. As adubações e manejos foram os mesmos, exceto a aplicação de 128 kg.ha⁻¹, para S+. A produtividade de bulbos foi reduzida em, aproximadamente, 50% para S-, observando-se que ‘Franciscana IPA 10’ apresentou a menor redução. O teor de ácido pirúvico foi reduzido em, aproximadamente, 50% para S-, com a cv. Fernanda F1 apresentando o menor teor. As médias dos teores de ácido pirúvico aos 10 e 90 dias após a colheita não apresentaram diferenças significativas pelo teste ‘t’. Na ausência de S na adubação, o teor máximo para o ácido pirúvico em 20 bulbos foi de 3,5 e 4,4 µmol/mL para ‘Fernanda’ e ‘Franciscana IPA 10’, respectivamente, aos 10 dias após a colheita. Os resultados deste trabalho indicam a possibilidade de cultivo competitivo de cebola suave, com produção em torno de 40 t.ha⁻¹ de bulbos comerciais, na ausência de S na adubação.

Termos para indexação: *Allium cepa*, pungência, cebola suave, Nordeste.

¹Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

²Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Effect of Sulfur on the Productivity and Pyruvic Acid Content in Onion Cultivars

Abstract - The goal of the present study was to evaluate the bulb yield and the pyruvic acid content in four cultivars, in the presence (S+) and absence (S-) of S in fertilization. An experiment was conducted in a randomized complete block design, with four replications, for S+ or S-, in Petrolina, PE. Fertilizations and crop managements were the same, except for the additional application of 128 kg.ha⁻¹, for S+. The bulb yields were reduced by, approximately, 50% for S-, and 'Franciscana IPA' 10 showed the smallest reduction. The pyruvic acid content was reduced by approximately 50% in the absence of S fertilization, and 'Fernanda F1' presented the lowest content. The mean values of pyruvic acid at 10 and 90 days after harvest did not show significant differences by the 't' test. In the absence of S in fertilization the maximum content for pyruvic acid in 20 bulbs was 3.5 and 4.4 µmol/mL for 'Fernanda F1' and 'Franciscana IPA 10', respectively, at 10 days post harvest. The results of the present study suggest the possibility of competitive cultivation of sweet onions, yielding around 40 t.ha⁻¹ of commercial bulbs, in the absence of S in fertilization.

Index terms: *Allium cepa*, pungency, sweet onion, Northeast.

Introdução

A cebola (*Allium cepa* L.) é a terceira hortaliça em importância econômica no Brasil, com produção de 1,72 milhões de toneladas, em 58.000 hectares (IBGE, 2019). Seu cultivo concentra-se nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Pernambuco e Bahia são os estados nordestinos que respondem por quase 100% da sua produção (IBGE, 2019).

Cultivares e híbridos de cebola, de bulbo amarelo claro, são padrão de cultivo no Brasil, apresentando de moderada a alta pungência, que limita o consumo da cebola in natura, devido à halitose (Santos; Oliveira, 2011).

A pungência em cebola é produzida pela hidrólise de compostos precursores sulfóxidos, S-alk(en)il-L-cisteína (ACSOs), quando as células são mecanicamente quebradas. A reação de hidrólise é catalisada pela enzima alliinase, em presença de água, produzindo tiosulfinais (TSs), piruvato e amônia (Beretta et al., 2017). O piruvato é produzido numa relação equivalente com TSs, sendo usado como indicador indireto da pungência em cebola, pois é de fácil quantificação em laboratório, ao contrário dos TSs (Ketter; Randle, 1998; Beretta et al., 2017).

Cultivares de cebola diferem na capacidade de absorver sulfatos e na eficiência para sintetizar precursores de ACSOs. As fertilizações com adubos sulfatados, temperaturas elevadas e baixa umidade no solo contribuem para o aumento da pungência (Randle, 1997). A formação da pungência em cebola tem início com a assimilação de sulfato (SO_4^{2-}) do solo, seguida da redução para sulfito e a subsequente assimilação para cisteína, em reações dependente de luz na folha da planta (Randle, 1997).

Randle (1992) reportou diferenças significativas na pungência de 62 acessos de cebola avaliados em condições controladas de alta ($4,0 \text{ mequiv.litro}^{-1}$) e baixa ($0,1 \text{ mequiv.litro}^{-1}$) concentrações de enxofre (S). Bulbos de cebola cultivados em condições controladas apresentaram pungência de $1,9 \mu\text{mol g}^{-1}$ e $5,5 \mu\text{mol g}^{-1}$ nas concentrações de 2 ppm e 123 ppm de S, respectivamente, em condições controladas (Hamilton et al., 1997). Yoo et al. (2006) relatam que níveis de pungência não foram positivamente correlacionados com níveis de S no solo, que variaram de 16 ppm a 97 ppm. Santos e Oliveira (2011) observaram em cebolas oscilações entre ciclos de seleções recorrentes.

tes para baixo teor de ácido pirúvico em solos com teor de S em torno 6 ppm no Semiárido brasileiro. Pesquisas de campo para determinar o efeito da presença e ausência de S nas adubações são raras, notadamente nas condições do Nordeste brasileiro.

O objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade de bulbos e o teor de ácido pirúvico em quatro cultivares, na presença e ausência do elemento S na adubação, para orientar manejo de cebola suave nas condições do Nordeste brasileiro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de abril a agosto, 2018, no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, localizado no município de Petrolina, PE. O solo do local é definido como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plíntico. Segundo a classificação de Koeppen, a região apresenta clima do tipo BSh (semiárido, quente, com estação seca definida), com pluviosidade baixa e irregular, precipitação média de 470 mm.ano⁻¹ e temperatura média anual de 26,2 °C. No período de condução do experimento a temperatura média máxima foi de 32,2 °C, 32,8 °C, 32,4 °C, 31,8 °C e 33,3 °C em abril, maio, junho, julho e agosto, respectivamente.

Resultados da análise do solo no local do experimento indicaram as seguintes concentrações de minerais: Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺, H+Al de 1,9, 0,7, 0,05, 0,47 e 1,98 no complexo sortivo, em cmol_c/dm³/T.F.S.A., respectivamente, S e P de 13, 8 e 35,52, em mg/dm³, respectivamente, e matéria orgânica de 9,4 g/kg.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em fatorial 4 x 2. O fator 1 consistiu de quatro cultivares, sendo três de polinização aberta, Franciscana IPA 10, Vale Ouro IPA 11 e BRS Alfa São Francisco (SF), e o híbrido comercial, Fernanda F1. O fator 2 consistiu da presença ou ausência de enxofre na adubação.

A adubação de fundação consistiu de 48 kg.ha⁻¹ de N, 192 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, 96 kg.ha⁻¹ de K₂O e 128 48 kg.ha⁻¹ de Ca para todos tratamentos. Para os tratamentos com enxofre (+S) foi aplicado, adicionalmente, 64 kg de S kg.ha⁻¹. Adubações de cobertura, via água de irrigação, para todos os tratamentos, consistiram de 90 kg/ha de N, 90 kg/ha de K₂O, 60 kg/ha de Ca e 60 kg/ha de Mg.

As mudas de cebola foram transplantadas após 30 dias da sementeira. Cada parcela experimental consistiu de 1,4 m x 1,0 m, com espaçamento entre linhas de 10 cm e 10 cm entre plantas, no transplante das mudas. Os tratamentos culturais e fitossanitários foram os mesmos adotados nos plantios comerciais da região, incluindo controle inicial de ervas daninhas com herbicidas. O sistema de irrigação foi por gotejamento.

A produtividade foi estimada pelo peso de bulbos em cada unidade experimental: 1) produção total de bulbo (PTB), obtida pela massa total dos bulbos colhidos na parcela, $t \cdot ha^{-1}$; 2) produção de bulbo comercial (PCB), obtida pela massa total dos bulbos com diâmetro >35 mm, considerados como bulbos comerciais na parcela (Resende; Costa, 2009), em $t \cdot ha^{-1}$.

O teor de ácido pirúvico, $\mu mol \cdot mL^{-1}$, de cinco bulbos de cada parcela experimental, foi quantificado em espectrofotômetro, no Laboratório de Genética Vegetal pertencente à Embrapa Semiárido, conforme procedimento descrito por Anthon e Barrett (2003). O suco de cebola foi extraído de, aproximadamente, 10 g de bulbo envolto em tecido TNT, usando-se espremedor manual de alho. Foram realizadas duas quantificações para ácido pirúvico: a primeira 10 dias após a colheita e a segunda após 80 dias de armazenamento em câmara fria a 8 °C e umidade em torno de 60%.

O National Onion Labs (2019) certifica cebola suave nos Estados Unidos de acordo com o teor de ácido pirúvico: extra suave $< 3,5 \mu mol \cdot g^{-1}$, suave a leve de $3,6 \mu mol \cdot g^{-1}$ a $5,0 \mu mol \cdot g^{-1}$, intensa de $5,1 \mu mol \cdot g^{-1}$ a $7,5 \mu mol \cdot g^{-1}$, e, muita intensa $>7,6 \mu mol \cdot g^{-1}$. Yoo et al. (2012) classificam como suave valores de ácido pirúvico inferiores a $4,0 \mu mol \cdot mL^{-1}$.

As análises de variância dos tratamentos para as três variáveis foram realizadas com o auxílio do software SAS, proc GLM, considerando-se a análise em fatorial, com opções `lsmeans cultivar*enxofre/slice=cultivar`, na presença de interação significativa. O teste t, presumindo variâncias equivalentes, foi realizado para avaliar o teor de ácido pirúvico aos 10 e 90 dias após a colheita.

Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças significativas para cultivar (C), enxofre (S), C*S e nos desdobramentos das cultivares dentro de S para peso total e comercial de bulbos (Tabela 1), indicando superioridade produtiva das cultivares avaliadas, na produtividade com fertilizações com S e nas respostas diferenciadas das cultivares na presença ou ausência de suplementação com S.

Tabela 1. Quadrados médios do fatorial 4x2 e cultivar/enxofre, coeficiente de variação (CV), média geral, média estratificada para presença (+S) e ausência (-S) de enxofre em quatro cultivares para produção total (PTB) e comercial de bulbos (PBC), em t.ha⁻¹, e teor de ácido pirúvico aos 10 dias (AP10) e aos 90 dias (AP90) da colheita, em µmol.mL⁻¹. Petrolina, PE, 2018.

Fonte variação	Análise conjunta				BRS Alfa São Francisco				Fernanda F1				Franciscana IPA 10				Vale Ouro IPA 11			
	PTB	PBC	AP10	AP90	PTB	PBC	AP10	AP90	PTB	PBC	AP10	AP90	PTB	PBC	AP10	AP90	PTB	PBC	AP10	AP90
Bloco	174,1	252,7*	0,4	2,1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cultivar-C	774#	812#	5,7*	6,2#	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enxofre-S	9892#	12538#	64#	55#	2807#	3445#	22#	19#	3519#	4421#	4	3*	775#	1021*	14,2#	20#	3370#	4361#	30#	18#
C*S	249*	305*	2,2	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resíduo	70	72,3	1,5	0,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	57	52,9	4,1	4,3	42,8	37,9	4,5	4,9	71,6	66,6	3,0	3,0	57,0	53,3	4,0	4,6	58,5	54,5	5,0	4,8
Média+S	74,4	72,4	5,5	5,6	61,5	58,7	6,1	6,4	90,3	88,5	3,7	3,6	66,9	64,6	5,3	6,1	79,1	77,8	6,9	6,3
Média-S	38,5	32	2,7	3	24,1	17,2	2,8	3,3	44,5	37,2	2,3	2,4	47,2	42,0	2,6	3,0	38,0	31,1	3,1	3,3
1-((+S) - (-S)) (%)	-93	-126	-104	-87	-155	-241	-117	-93	-103	-138	-61	-50	-42	-54	-104	-103	-108	-150	-122	-91
1-((-S) - (+S)) (%)	52	44	49	54	39	29	45	52	49	42	62	67	71	65	49	49	48	40	45	52
Varição AP +S	-	-	-	-	-	-	3-13	3-11	-	-	1,4-7	1,5-6	-	-	3-10,5	2,6-9	-	-	2-16	4-9
Varição AP -S	-	-	-	-	-	-	1-6,6	1-5,4	-	-	1,3-3	1-3,5	-	-	1-4,4	1,2-6	-	-	1-5,3	1,7-6
CV (%)	14,7	16,1	29,8	18,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

e * significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo Teste F.

A produtividade de bulbos totais e comerciais foi reduzida em, aproximadamente, 50% na ausência de fertilização com S. A 'BRS Alfa SF' e 'Franciscana IPA 10' apresentaram as maiores e menores reduções, 71% e 35%, respectivamente, para produção comercial de bulbos na ausência adicional do mineral S. (Tabela 1). 'Fernanda F1' e 'BRS Alfa SF' apresentaram a maior e menor produção comercial de bulbos, 88,5 t.ha⁻¹ e 58,7 t.ha⁻¹, respectivamente, na presença de S na adubação (Tabela 1).

Foram observadas diferenças significativas para cultivar (C), enxofre (S), C*S e nos desdobramentos das cultivares dentro de S para teor de ácido pirúvico aos 10 e 90 após a colheita, exceto para Fernanda F1 aos 10 dias, (Tabela 1), indicando respostas diferenciadas das cultivares na presença ou ausência de S na adubação.

O teor de ácido pirúvico foi reduzido em, aproximadamente, 50% na ausência de fertilização com S, com a cultivar Fernanda F1 apresentando o menor impacto na presença de S, -61% e -50%, respectivamente, aos 10 e 90 após a colheita (Tabela 1). 'Fernanda F1' apresentou valores médios de ácido pirúvico inferiores a 3,7 µmol/mL e 2,3 µmol/mL, aos 10 e 90 dias após a colheita, independente da presença ou não de S da adubação. 'BRS Alfa SF', 'Franciscana IPA 10' e 'Vale Ouro IPA 11' apresentaram valores médios de ácido pirúvico menores que 3,3 µmol/mL, na ausência de adubação com S, indicando que apenas nesta situação podem ser classificadas com cebola suave.

As médias dos teores de ácido pirúvico aos 10 e 90 dias após a colheita não apresentaram diferenças significativas pelo teste t, considerando-se o total de amostras, bem como dentro de cada cultivar avaliada, indicando que o armazenamento em câmara fria teve pouca influência no teor de ácido pirúvico (Tabela 1).

Apenas na ausência de S na adubação o teor máximo para a ácido pirúvico em 20 bulbos foi de 3,5 µmol/mL para 'Fernanda F1' e 4,4 µmol/mL para 'Franciscana IPA 10', aos 10 dias após a colheita (Tabela 1), classificando-as como extra suave e suave, respectivamente. 'BRS Alfa SF' e 'Vale Ouro IPA 11' apresentaram bulbos com teores acima de 5,0 µmol/mL, indicando limitações para cebola suave, mesmo com a ausência de S na adubação. Com a presença de S na adubação, todas as cultivares apresentaram limitações como cebola suave, pois alguns bulbos apresentaram teores de ácido pirúvico acima de 5,0 µmol/mL (Tabela 1).

A ausência de S na adubação reduziu drasticamente a produção de bulbos nas cultivares BRS São Francisco e na Vale Ouro IPA 11, tendo menor impacto na redução da produção de bulbos nas cultivares Fernanda F1 e Franciscana IPA 10, indicando resposta diferenciadas dos genótipos na ausência de S. Franciscana IPA 10 é cultivar do tipo baia piriforme, de bulbo roxo, desenvolvida para o Semiárido brasileiro, enquanto Fernanda F1 é híbrido, de bulbo amarelo, provavelmente, do tipo grano.

'Franciscana IPA 10' e 'Fernanda F1' superaram a produtividade média de cebola para o estado da Bahia, estimada em 29,9 t.ha⁻¹ (IBGE, 2019), aumentado em 1,40 e 1,24 vez, respectivamente, indicando capacidade dessas cultivares produzirem com a ausência de S na adubação. 'Vale Ouro IPA 11' apresentou média de bulbos comerciais um pouco acima da média para o estado da Bahia, enquanto 'BRS Alfa SF' foi severamente afetada pela ausência de S na fertilização.

Meher et al. (2016) relataram produtividade de bulbos de cebola de 24,4 t.ha⁻¹ e de 35,5 t.ha⁻¹ na ausência e na presença de 50 kg S.ha⁻¹, respectivamente, em experimento conduzido em Sriniketan, Bengala Ocidental, Índia. Souza et al. (2015) reportaram produtividade máxima de 79 t.ha⁻¹ na dose de 45 kg S ha⁻¹ e redução de 16%, quando S não foi aplicado no solo, em experimento conduzido com 'Perfecta F1', em Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Tripathy et al. (2013) relataram produtividade de bulbos de 11,8 t.ha⁻¹ e 21,2 t.ha⁻¹ na ausência e com 30 kg S ha⁻¹ na cebola 'Agrifound Dark Red', em Chiplima, Sambalpur, Odisha, Índia. Neste estudo os resultados na ausência de S na adubação foram mais acentuados na produção de bulbos de cebola, do que os resultados mencionados anteriormente.

A ausência de S na adubação teve efeito drástico na redução do teor médio e na amplitude de ácido pirúvico das cultivares Fernanda F1 e Franciscana IPA 10, classificando-as como cebola extra suave ou suave, respectivamente. 'BRS Alfa SF' e 'Vale Ouro IPA 11', apesar da média do ácido pirúvico abaixo de 3,3 µmol.mL⁻¹, apresentaram amplitude de até 5,4 µmol.mL⁻¹ e 7,6 µmol.mL⁻¹, limitando a sua classificação como suave, mesmo na ausência de S na adubação.

O efeito da redução do ácido pirúvico na ausência de adubações com S é bem documentado na literatura, corroborando com os resultados deste estudo. McCallum et al. (2005) reportaram aumentos de 1 µmol.g⁻¹ a 2 µmol.g⁻¹

para $4 \mu\text{mol.g}^{-1}$ a $6 \mu\text{mol.g}^{-1}$ em duas cultivares de cebola avaliadas com 0 kg S.ha^{-1} e 200 kg S.ha^{-1} na Nova Zelândia. Thangasamy et al. (2013) relatam aumentos de $3,74 \mu\text{mol.g}^{-1}$ para $4,58 \mu\text{mol.g}^{-1}$ nas dosagens de 0 kg S.ha^{-1} e 30 kg S.ha^{-1} , e que o aumento para dosagens superiores de S teve leve impacto no teor de ácido pirúvico, em Pune, Maharashtra, Índia. Coolong et al. (2006) relataram aumento do ácido pirúvico de $1,4 \mu\text{mol.mL}^{-1}$ para $5,3 \mu\text{mol.mL}^{-1}$ nas dosagens de 1,7 ppm de S e 15 ppm de S, no híbrido Granex 33, avaliado em cultivo hidropônico, em casa de vegetação, na Geórgia, EUA.

Lee et al. (2009), avaliando quatro cultivares em três locais do Texas, EUA, concluíram que aplicações de 0 kg S.ha^{-1} , 13 kg S.ha^{-1} e 26 kg S.ha^{-1} não interferiram no teor do ácido pirúvico, desde que os solos apresentassem teores de S variando de 30 ppm a 158 ppm. Neste estudo, o teor de S no solo foi baixo, 13,8 ppm, não se avaliando em solos com teores mais elevados de S, sendo indicados novos estudos que avaliem dosagens intermediárias de S, com diferentes concentrações do mineral no solo.

O armazenamento em câmara fria por até 90 dias não interferiu no teor de ácido pirúvico, indicando que seleções para baixo teor desse composto podem ser realizadas com segurança após o período de vernalização, prática necessária para a produção de sementes no Semiárido brasileiro. Forney et al. (2010) relatam aumentos no teor de ácido pirúvico após 8 semanas de armazenamento e teores similares após 16 semanas, quando comparados com teores de 4 semanas de armazenamento. Kopsell e Randle (1997) afirmam que aumentos e reduções no teor de ácido pirúvico é dependente da cultivar, com valores variando de $7,5 \mu\text{mol.mL}^{-1}$ a $7,0 \mu\text{mol.mL}^{-1}$ para 'Rio Único', de $12,8$ a $10,6 \mu\text{mol.mL}^{-1}$ para 'Dehydrator' e de $6,3$ a $7,8$ para 'Granex 33', após 3 meses de armazenamento a $5 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 80%.

Este é um estudo pioneiro na avaliação do efeito de S na adubação na produtividade e teor de ácido pirúvico em cebola no Semiárido brasileiro. Como relatado por Mallor e Sales (2012), a pungência em cebola é influenciada por fatores genéticos, bem como por fatores ambientais, como suprimento de água, temperatura e, especialmente, níveis de S e N no solo. Neste estudo, duas dessas variáveis, adubo sulfatado e temperatura média máxima de $31,8 \text{ }^\circ\text{C}$ a $33,3 \text{ }^\circ\text{C}$, influenciaram no teor do ácido pirúvico, pois a umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo, com a irrigação por gotejamento, e o suprimento de N foi adequado.

Os resultados deste trabalho são bastantes promissores, indicando a possibilidade de cultivo competitivo de cebola suave, com produção em torno de 40 t.ha⁻¹ de bulbos comerciais, com teor de ácido pirúvico menor do que 4,4 µmol.mL⁻¹ e 3,5 µmol.mL⁻¹, para 'Franciscana IPA 10' e 'Fernanda F1', respectivamente, na ausência de S na adubação.

Outra possibilidade é a seleção recorrente dentro das cultivares tipo baia, BRS Alfa São Francisco, Franciscana IPA 10 e Vale Ouro IPA 11 para acúmulo de alelos que contribuem para a redução do teor de ácido pirúvico. Mallor e Sales (2012) observaram redução de 5,4 µmol.g⁻¹ para até 2,8 µmol.g⁻¹ de ácido pirúvico em algumas famílias de meias-irmãs, após dois ciclos de seleção recorrente realizadas na população 'Fuentes de Ebro', no nordeste da Espanha, com 177 ppm de S no solo.

Conclusões

A ausência de S na adubação possibilita o cultivo competitivo de cebola suave, com produção em torno de 40 t.ha⁻¹ de bulbos comerciais, com teor de ácido pirúvico menor do que 4,4 µmol.mL⁻¹ e 3,5 µmol.mL⁻¹, para as cultivares Franciscana IPA 10 e Fernanda F1, respectivamente, em Petrolina, PE.

Agradecimentos

Hélio Macedo Araújo, pela competente condução do experimento. Carlos Antônio da Silva, pela quantificação de ácido pirúvico. Carlos Antonio Fernandes Santos é pesquisador produtividade do CNPq.

Referências

ANTHON, G. E.; BARRETT, D. M. Modified method for the determination of pyruvic acid with dinitrophenylhydrazine in the assessment of onion pungency. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n. 12, p. 1210-1213, 2003.

BERETTA, V. H.; BANNOUD, F.; INSANI, M.; GALMARINI, C. R.; CAVAGNARO, P. Variability in spectrophotometric pyruvate analyses for predicting onion pungency and nutraceutical value. **Food Chemistry**, v. 1, n. 224, p. 201-206, 2017.

COOLONG, T. W.; KOPSELL, D. A.; KOPSELL, D. E.; RANDLE, W. M. Nitrogen and Sulfur Influence Nutrient Usage and Accumulation in Onion. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n. 9, p. 1667-1686, 2006.

FORNEY, C. F.; JORDAN, M. A.; CAMPBELL-PALMER, L.; FILLMORE, S.; MCRAE, K.; BEST, K. Sulfur fertilization affects onion quality and flavor chemistry during storage. **Acta Horticulturae**, v. 877, p. 163-168, 2010.

HAMILTON, B. K.; PIKE, L. M.; YOO, K. S. Clonal variations of pungency, sugar content, and bulb weight of onions due to sulphur nutrition. **Scientia Horticulturae**, v. 71, n. 3/4, p. 131-136, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: prognóstico da produção agrícola. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=72415>>. Acesso em: 6 fev. 2019.

KETTER, C. A. T.; RANDLE, W. M. Pungency assessment in onions. In: KARCHER, S. J. (Ed.). **Tested studies for laboratory teaching**. Athens: University of Georgia, 1998. Cap. 11, p. 177-196.

KOPSELL, D. E.; RANDLE, W. M. Onion cultivars differ in pungency and bulb quality changes during storage. **HortScience**, v. 32, n. 7, p. 1260-1263, 1997.

LEE, E. J.; YOO, K. S.; JIFON, J.; PATIL, B. S. Application of extra sulfur to high-sulfur soils does not increase pungency and related compounds in shortday onions **Scientia Horticulturae**, v. 123, p. 178-193, 2009.

MALLOR, C.; SALES, E. Yield and traits of bulb quality in the Spanish sweet onion cultivar 'Fuentes de Ebro' after selection for low pungency. **Scientia Horticulturae**, v. 140, p. 60-65, 2012.

MCCALLUM, J.; PORTER, N.; SEARLE, B.; SHAW, M.; BETTJEMAN, B.; MCMANUS, M. Sulfur and nitrogen fertility affects flavour of field-grown onions. **Plant and Soil**, v. 269, n. 1/2, p. 151-158, 2005.

MEHER, R.; MANDAL, J.; SAHA, D.; MOHANTA, S. Effect of sulphur application in onion (*Allium cepa* L.). **Journal of Crop and Weed**, v. 12, n. 3, p. 86-90, 2016.

NATIONAL ONION LABS. **Analytical services**. Collins, GA, 2019. Disponível em: <<http://www.onionlabs.com/analytical-services>>. Acesso em: 6 fev. 2019.

RANDLE, W. M. Onion germplasm interacts with sulfur fertility for plant sulfur utilization and bulb pungency. **Euphytica**, v. 59, n. 2/3, p. 151-156, 1992.

RANDLE, W. M. Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity. In: RISCH S. J.; HO, C. (Ed.). **Spices: flavor chemistry and antioxidant properties**. Washington, D.C.: American Chemical Society, 1997. p. 41-52.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Yield and storage of onion (*Allium cepa* L.) submitted to nitrogen and potassium levels through fertirrigation in summer planting. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1314-1320, 2009.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. Melhoramento genético de cebola no Brasil: avanços e desafios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51., 2011, Viçosa, MG. **Anais... Horticultura Brasileira** 29. Viçosa, MG: ABH, 2011. 1 CD-ROM.

SOUZA, L. F. G.; CECÍLIO FILHO, A. B.; TÚLIO, F. A. de; NOWAKI, R. H. D. Effect of sulphur dose on the productivity and quality of onions. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 8, p. 728-33, 2015.

THANGASAMY, A.; SANKAR, V.; LAWANDE, K.E. Effect of sulphur nutrition on pungency and storage life of short day onion. **Indian Journal of Agriculture Science**, v. 83, n. 10, p. 1086-89, 2013.

TRIPATHY, P.; SAHOO, B. B.; PRIYADARSHINI, A.; DAS, S. K.; DASH, D. K. Effect of sources and levels of sulphur on growth, yield and bulb quality in onion (*Allium cepa* L.). **International Journal of Bio Resource Stress Management**, v. 4, p. 641-44, 2013.

YOO, K. S.; LEE, E. J.; PATIL, B. S. Changes in flavor precursor, pungency, and sugar contents in shortday onion bulbs during five month storage at various temperatures and controlled-atmosphere. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 2, p. 216-221, 2012.

YOO, K. S.; PIKE, L.; CROSBY, K.; JONES, R.; LESKOVAR, D. Differences in onion pungency due to cultivars, growth environment, and bulb sizes. **Scientia Horticulturae**, v. 110, n. 2, p. 144-149, 2006.



Embrapa
Semiárido

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 15804