

# Determinação dos teores de ácido oxálico em diferentes amostras de tomate

## Determination of oxalic acid levels in different samples of tomato

LAUREN CAROLINE SANTOS DE OLIVEIRA<sup>1</sup> [LATTES]

DANILO HARUDY KAMONSEKI<sup>2</sup> [LATTES]

SANDRO ROSTELATO-FERREIRA<sup>3</sup> [LATTES]

### CORRESPONDÊNCIA PARA:

sandrorostelato@yahoo.com.br

Av. Independência, 210 – Éden – Sorocaba/SP.

1. Universidade Paulista

2. Universidade Federal de São Paulo

3. Universidade Estadual de Campinas

### RESUMO

O termo “fatores antinutricionais” vem sendo utilizado para definir compostos ou classes de compostos presentes numa variedade de alimentos de origem vegetal, quando consumidos, reduzem o valor nutritivo dos alimentos. O ácido oxálico age como um antinutriente, e seu efeito tóxico ocorre quando ao se combinar com o cálcio forma oxalato de cálcio que é insolúvel na urina levando a formação de cálculos renais, sendo encontrado em inúmeros alimentos de origem vegetal, incluindo o tomate. O objetivo do presente trabalho foi de determinar os teores de ácido oxálico em amostras de tomates vermelhos maduros in natura, extrato de tomate e molho de tomate industrializado. A determinação do teor de ácido oxálico foi realizada pelo método de permanganometria, utilizando solução de  $\text{KMnO}_4$  (0,002N). Foi observado diferença na concentração de ácido oxálico nas três amostras estudadas. O molho de tomate industrializado apresentou concentração de 0,6% de ácido oxálico, o extrato de tomate 1,62% e a amostra in natura apresentou 3,3% de ácido oxálico. Conclui-se que, do ponto de vista toxicológico, o tomate industrializado seria a opção com menor concentração de ácido oxálico para o consumo.

**Palavras-chave:** Alimento. Antinutriente. Ácido oxálico. Tomate.

### ABSTRACT

The term “anti-nutritional factors” has been used to define compounds or classes of compounds present in a variety of plant foods when consumed, reduce the nutritional value of food. Oxalic acid acts as a antinutrient, and its toxic effect occurs when the combine with calcium to form calcium oxalate which is insoluble in the urine leading to the formation of kidney stones, found in many plant foods, including tomatoes. The aim of this study was to determine the oxalic acid content in samples of ripe red tomatoes fresh, tomato paste and industrial tomato sauce. Determination of oxalic acid content was performed by permanganometric procedure using  $\text{KMnO}_4$  solution (0,002N). It was observed difference in the concentration of oxalic acid in the three samples. The industrial tomato sauce showed a concentration of 0.6% oxalic acid, 1.62% tomato paste and in nature sample showed 3.3% oxalic acid. We conclude that, from a toxicological point of view, the industrial tomato would be the option with lower concentrations of oxalic acid for consumption.

**Keywords:** Food. Antinutrient. Oxalic acid. Tomato.

## INTRODUÇÃO

O uso de vegetais como fonte de nutrientes pode apresentar alguns problemas na alimentação, devido a seus compostos oriundos de metabolismo secundário e que em concentrações elevadas podem originar reações tóxicas, até mesmo interferir na biodisponibilidade e digestibilidade de alguns nutrientes (PINTO *et al.*, 2009).

Fatores antinutricionais são classes de compostos presentes numa extensa variedade de alimentos de origem vegetal, que quando consumidos, reduzem o valor nutritivo dos alimentos. Interferem na digestão, absorção ou utilização de nutrientes e, se ingeridos em altas concentrações, podem se tornar tóxico e acarretar em efeitos danosos à saúde. Vários tipos de fatores antinutricionais têm sido identificados nos vegetais crucíferos (SANTOS, 2006).

A realização de estudos dos nutrientes e dos fatores antinutricionais dos vegetais de uso convencional e não convencional é de suma importância, a fim de se determinar quais são os compostos essenciais e prejudiciais ao seu valor nutritivo (LOPES *et al.*, 2009).

Considerando a importância do estudo de fatores antinutricionais para a saúde humana, e a grande produção e consumo do tomate que faz parte diariamente da dieta alimentar da maioria da população brasileira, determinou-se os teores de ácido oxálico presente em diferentes amostras de tomates (FABBRI, 2009).

O ácido oxálico está presente na dieta humana, podendo ser resultado do metabolismo de aminoácido (glicina) ou do ácido ascórbico. É frequentemente encontrado nos vegetais e apresenta baixo limiar de toxicidade, sendo que, a dose mínima considerada letal para adultos é em torno de 5g (ROCHA, 2009; BENEVIDES, 2013).

Vegetais como o espinafre, ruibarbo, acelga, beterraba, tomate, nozes e cacau, apresentam ácido oxálico que quando absorvido, não pode ser metabolizado pelos humanos e é excretado na urina (COBAYASHI, 2004; SANTOS, 2006).

O ácido oxálico pode se complexar com o ferro durante a digestão, formando oxalato

ferroso. Apesar de ser absorvido, torna o ferro indisponível para o organismo, sendo o mesmo excretado na urina. Além disso, também é um potente inibidor da absorção de cálcio, pois, ao combinar-se com o cálcio forma oxalato de cálcio, que é pouco solúvel na urina. A elevada quantidade de oxalato na urina aumenta o risco da formação de cálculos de oxalato de cálcio nos rins, pois o oxalato de cálcio é pouco solúvel na urina, podendo também causar irritações na mucosa intestinal (COBAYASHI, 2004; BENEVIDES, 2013).

O cálculo renal ou nefrolitíase é uma doença multifatorial que se relaciona com desordens genéticas e fatores ambientais. Aproximadamente 80% dos cálculos renais contêm cálcio, pois este mineral reage facilmente com o oxalato, formando oxalato de cálcio (SOUZA *et al.*, 2015).

Como o ácido oxálico pode causar danos à saúde e está presente no tomate, este estudo teve como objetivo determinar os teores de ácido oxálico em diferentes amostras de tomates, sendo na forma in natura, extrato de tomate industrializado e catchup industrializado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Preparo das amostras

Foram utilizadas amostras de tomates vermelhos maduros e crus (in natura), extrato de tomate industrializado e catchup industrializado. Todas as amostras foram obtidas no supermercado no município de Sorocaba/SP.

Para fazer a determinação das amostras, todas as partes dos tomates foram utilizadas (pele, semente e polpa), que foram picados e homogeneizados em liquidificador. As amostras foram desidratadas em estufa com temperatura entre 55 a 60°C, homogeneizadas, acondicionadas em embalagem plástica de polietileno e armazenadas a 4°C, para análises posteriores.

### Método

Foram pesados 2,5g de cada amostra e colocados em 250 mL de solução 0,25 N de HCl. A

amostra foi mantida em banho-maria a 70°C por uma hora, resfriada e depois filtrada. Foram pipetados 5 mL de cada amostra em tubo de centrífuga, resfriadas em banho de gelo por 10 minutos e adicionados 1 mL de reagente de precipitação, seguido de agitação. Foram mantidos refrigerados por cerca de 12 horas, sendo posteriormente centrifugados a 2.000 rpm por 5 minutos. Foi descartado o sobrenadante e dissolvido o precipitado em 5 mL de solução HCl 0,25 N e resfriado novamente. Adicionou-se então, 1 mL do reagente de precipitação com agitação e novamente refrigerado por 12 horas. Em seguida, centrifugado por 5 minutos, desprezando o sobrenadante. O precipitado foi lavado em 5 mL de solução de lavagem, e centrifugado novamente, como já descrito, sendo descartado o sobrenadante. Os tubos com o precipitado foram secos a 100°C por 30 minutos, o precipitado dissolvido em 5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N, aquecido e titulado em 0,02 N de KMnO<sub>4</sub> em microbureta até a persistência da cor rosa claro (MOIR, 1953).

O conteúdo de ácido oxálico (%) foi calculado conforme a fórmula: volume (mL) de KMnO<sub>4</sub> x 1,80 = % de ácido oxálico.

Para expressar em miligramas, o teor de ácido oxálico foi calculado pela equação  $m = 25.C.V(L). M$ , onde m é a massa de ácido oxálico (g); C, a concentração de permanganato (mol L<sup>-1</sup>); V, é o volume consumido de KMnO<sub>4</sub> na titulação (L), e, M, a massa molar do oxalato (gmol<sup>-1</sup>). Para obter a concentração expressa em mg g<sup>-1</sup> o valor de m foi multiplicado por 1000 (ROCHA, 2009).

As análises foram realizadas em triplicata.

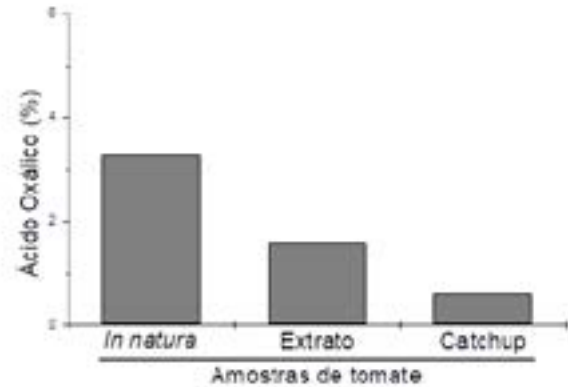
Os resultados de cada amostra foram submetidos à análise estatística, utilizando análise de variância e Post Hoc Bonferroni, considerando significativo  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos em porcentagem (%) para o ácido oxálico das diferentes amostras foram: o tomate in natura apresentou 3,3% de ácido oxálico, o extrato de tomate industrializado foi de 1,6% e o catchup industrializado foi de 0,6 %

(Figura 1). Nota-se que as diferentes formas de obtenção do tomate também são responsáveis pela variação na porcentagem de ácido oxálico presentes nas amostras.

**Figura 1:** Teor de ácido oxálico em amostras de tomate



Na Tabela 1, estão apresentados os valores de ácido oxálico nas diferentes amostras em miligramas. Note que os valores apresentaram diferença significativa entre as amostras industrializadas quando comparadas com a amostra in natura.

**Tabela 1:** Valores de ácido oxálico expressos em mg/g<sup>-1</sup>.

Amostras	Ácido Oxálico (mg/g <sup>-1</sup> )
In natura	122
Extrato de tomate industrializado	60*
Catchup industrializado	22**

\* Diferença significativa comparando in natura com extrato de tomate industrializado;

\*\* Diferença significativa comparando in natura com catchup industrializado.

O ácido oxálico tem demonstrado ser responsável pelo aumento de efeitos prejudiciais aos seres humanos e aos animais, em destaque à diminuição da biodisponibilidade de minerais, à irritação gastrointestinal, à contração muscular acompanhada por outros sintomas nervosos, à diminuição na capacidade de coagular o sangue, às possíveis lesões nos órgãos excretores, dentre outros, devido à deposição de substância celular com grande concentração de oxalato de cálcio cristalino (LOPES *et al.*, 2009).

Rocha (2009) observou que os teores de ácido oxálico em amostras de espinafre em diferentes condições de acidez, foram encontrados

com variação entre 299 mg g<sup>-1</sup> a 251 mg g<sup>-1</sup> dependendo do pH da solução extratora. Esses resultados foram superiores comparado as amostras de tomates analisadas no presente estudo, que apresentou 22 mg g<sup>-1</sup> de ácido oxálico para o catchup industrializado, 60 mg g<sup>-1</sup> para o extrato de tomate industrializado e 122 mg g<sup>-1</sup> para o tomate in natura. Essa diferença se dá pela quantidade naturalmente presente em cada alimento vegetal, levando em consideração, sempre, a quantidade de consumo para cada alimento.

Segundo Lopes *et al.* (2009), o valor ideal de ácido oxálico na dieta seria de 50 a 200 mg/dia. Já foram identificados altos níveis de ácido oxálico (em 100g) para alimentos como o ruibarbo e a beterraba, além do espinafre. Desse modo, a determinação de ácido oxálico em diferentes amostras de tomate se fez importante para apontar o alimento rico nesse antinutriente, além de pensar no devido cuidado na forma de consumo desse alimento.

O tomate é uma hortaliça que faz parte, diariamente, da dieta alimentar da maioria da população brasileira, tem um grande volume de produção e consumo em todo o mundo. No presente estudo foi possível observar a diferença nas concentrações de ácido oxálico nas diferentes amostras de tomate, que ocorreu, provavelmente, pelo processamento e tratamento térmico do extrato de tomate e catchup, durante a etapa de fabricação.

Chai e Liebman (2005) avaliaram o efeito de métodos de cozimento (água 100o C e vapor/ 12-15min) em vegetais, no conteúdo de ácido oxálico, e afirmaram que o emprego de métodos de cozimento reduz significativamente o ácido oxálico em até 53%, e pode ser uma estratégia eficaz aplicada a alimentos destinados a indivíduos com predisposição a oxalúria e desenvolvimento de cálculos renais.

O ácido oxálico apresenta a propriedade de se ligar a íons Ca<sup>+2</sup>, formando sais insolúveis como o oxalato de cálcio, conferindo ao ácido oxálico sua característica antinutricional, uma vez que os complexos formados impedem a biodisponibilidade dos minerais. No entanto,

quando o ácido oxálico se liga ao Na<sup>+1</sup> ou K<sup>+1</sup>, há a formação de sais solúveis que podem ser excretados pela urina. O oxalato é facilmente liberado dos alimentos, quando os mesmos são submetidos a processos de lixiviação, sendo ainda mais favorecido pelo aumento da temperatura. Tal fato pode explicar a razão da perda de oxalato após o processamento das leguminosas e hortaliças (FERREIRA E ARÊAS, 2010).

Outros alimentos como o feijão comum, apresenta 0,09% de ácido oxálico (FANTINI *et al.*, 2008) ou a mistura de feijão comum e couve (0,19%), de feijão e abóbora (0,16%) ou mistura de ovo e cenoura (0,14%) (GERMANO, 2002) apresentam baixo teor de ácido oxálico quando comparado ao tomate, mesmo que industrializado. Germano (2002) considera que o grau de fatores antinutricionais está relacionado à espécie, à parte e idade das plantas, portanto, tal observação não foi realizada no presente estudo.

Portanto, do ponto de vista toxicológico, o tomate na sua forma in natura deve ser consumida em quantidade adequada para evitar maiores problemas relacionada à saúde das pessoas. Benevids *et al.* (2013) conclui que a aceitabilidade de um alimento na dieta humana depende não apenas de sua qualidade sanitária, sensorial, nutricional, características de cozimento e hidratação, mas de quantidades mínimas de fatores antinutricionais, de modo a não interferir na biodisponibilidade de seus nutrientes.

## CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos pode-se concluir que os teores de ácido oxálico são maiores em amostras de tomate in natura, e os produtos industrializados apresentaram concentrações menores desse antinutriente, sendo mais adequado para consumo, visando o ponto de vista toxicológico.

## REFERÊNCIAS

BENEVIDES, C.M.J.; SOUZA, R.D.B.; SOUZA, M.V.; LOPES, M.V. Efeito do processamento sobre os teores de oxalato

e tanino em maxixe (*cucumis anguria* L.), Jiló (*solanum gilo*), feijão verde (*vigna unguiculata* (L.) Walp) e feijão andu (*cajanus cajan* (L.) Mill sp). **Alim. Nutr. Braz. J. Food Nutr**, 2013; v.24, (3): p. 321-327.

CHAI, W.; LIEBAM, M. Effect of different cooking methods on vegetable oxalate content. **J. Agric. Food Chem**, 2005; v.53: 3027-3030;

COBAYASHI, F. Cálcio: Seu Papel na Nutrição e Saúde. **Compacta Nutrição**. 2004; v. 5, (2): p. 3-18.

FABBRI, A.D.T. **Estudo da radiação ionizante em tomates in natura (*lycopersicum esculentum* mill) e no teor de licopeno do molho**. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-22092011-141423/pt-br.php>.

FANTINI, A.P.; CANNIATTI-BRAZACA, G.C.; SOUZA, M.C.; MANSI, D.N. Disponibilidade de ferro em misturas de alimentos com adição de alimentos com alto teor de vitamina C e de cisteína. **Ciênc. Technol. Aliment**, 2008. 28(2):435-439.

FERREIRA, T.A.; ARÊAS, J.A.G. Calcium bioavailability of raw and extruded amaranth grains. **Ciênc. Technol. Aliment**, 2010; v.30(2): 532-538.

GERMANO, R.M.A. **Disponibilidade de ferro na presença de beta-caroteno e efeito dos interferentes em combinações de alimentos**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz; 2002. Disponível em: [www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-19082002.../romilda.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-19082002.../romilda.pdf)

LOPES, C.O.; DESSIMONI, G.V.; SILVA, M.C.; VIEIRA, G.; PINTO, N.A.V.D. Aproveitamento, composição nutricional e antinutricional da farinha de quinoa (*Chenopodium Quinoa*). **Alim. Nutr**, 2009; v.20, (4): p. 669-675.

MOIR, K. W. Determination of oxalic acid in plant ques land. **Journal Agricultural Science**, 1953; v.10 (1): p. 1-3.

PINTO, N.A.V.D.; CARVALHO, V.D.; CORREA, A.D.; RIOS, A.O. **Avaliação de fatores antinutricionais das folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schoot)**. Ciênc. Agrotec., Lavras, v. 25, p. 601-604, maio/jun. 2001.

ROCHA, S.R.S. **Procedimentos e avaliação química de parâmetros de interesse nutricional de espinafre comercializado na Bahia**. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/10014>.

SANTOS, M.A.T. **Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli,**

**couve-flor e couve**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/UFLA; 2006. p. 294-301. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000200015>.

SOUZA, M.M.A.; SENA, D.N.; ALMEIDA, M.M.B.; SOUZA, P.H.M.; FIGUEREDO, R.W. Avaliação dos teores de oxalato em farinha de resíduos de acerola, graviola e tangerina. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, 2015; v.1, (2): p. 4910-4914.