Egitania

sciencia

6

número 6

2010

Título
Egitânia Sciencia

Director: Fernando A.S. Neves dos Santos.

Conselho Editorial: Jorge M. Monteiro Mendes, Fernando A.S. Neves Santos, Helder L. Rebelo Sequeira, Manuel A. Carvalho Prata, Constantino Mendes Rei (Instituto Politécnico da Guarda-IPG).

Comissão Científica: Adérito Neto Alcaso, Alberto Trindade Martinho, Amândio Pereira Baía, Ana M. M. Caldas Antão, Ana Maria Jorge, Ana Margarida G. Fonseca, Ascensão M. Martins Braga, Carlos A. Correia Carreto, Carlos F. Sousa Reis, Carlos M. Gonçalves Rodrigues, César Rafael Gonçalves, Eurico J. Gomes Dias, Ezequiel Martins Carrondo, Fernanda M. Trindade Lopes, Fernando C. Silva Marques, Fernando Pires Valente, Filomena S.J. Bolota Velho, Gonçalo J. Poeta Fernandes, Joaquim J. Quadrado Gil, Joaquim M. Fernandes Brigas, Jorge A.P. Fonseca Trindade, José G. Peres Monteiro, José M. Mayor Gonzalez, José R. Santos André, Luísa M.L. Queiroz de Campos, Manuel A. Brites Salgado, Maria C.S. Pinto Silveira, Maria Eduarda Ferreira, Maria F. Santos David, Maria M. Santos Natário, Maria R. Gomes Gouveia, Maria R. da Silva Santana, Paula Isabel T.G. C. Borges, Paulo A. Moutinho Barroso, Pedro M.S. Melo Rodrigues, Rosa B. C. Tracana Pereira, Rui A.P.S. Cunha Ferreira, Rute M.G.A. Teixeira Matos, Teresa J. Trindade M C. Fonseca, Teresa M. Dias de Paiva, Tiago M.C. Santos Barbosa, Samuel Walter Best (Elementos do IPG).

Revisão Técnica: Ana Maria Jorge (ESS-IPG); Ana Morais Antão (ESTG-IPG); António S. Araújo de Almeida (ESTM-IPL); António Rosa (ISCTE); Ascensão Maria Martins Braga (ESTG-IPG); Carlos Reinas André (ESTG-IPG); Carlos Carreto (ESTG-IPG); Fernanda Trindade Lopes (ESS-IPG); Filomena Velho (ESECD-IPG); Luís Filipe Marcelino (ESTG-IPL); Maria do Rosário Santana (ESECD-IPG); Mário José Baptista Franco (DGE-UBI); Manuel Brito Salgado (ESTH-IPG); João J. M. Ferreira (DGE-UBI); Joaquim Delgado (ESTV-IPV); Paulo Oliveira Duarte (DGE-UBI); Teresa Paiva (ESTG-IPG);

Revisão de provas: Carlos Reinas Caldeira, Guadalupe Arias Mendez, Sílvia Alexandra Lopes dos Reis.

Propriedade: Instituto Politécnico da Guarda, Av. Dr. Francisco Sá Carneiro nº 50 * 6300-559 Guarda
Contactos: Telf. 271 220 111 * Fax 271 222 690, Email: gic@ipg.pt

Endereço Web: http://www.ipg.pt/revistaipg/

Composição gráfica
M Comunicação

Impressão e Acabamentos: Daniel Ferreira e Francisco Leite

Depósito Legal: nº 260795/07
ISSN: 1646-8848

Vol. VI, Maio de 2010
Periodicidade: Semestral

Tiragem: 1 000 exemplares

Assinatura: Portugal 20€, Europa 30€, Resto do Mundo 50€
Preço Capa: 20€

Proibida a reprodução total ou parcial desta Revista sem autorização expressa da Direcção de "Egitania Sciencia". Todos os direitos reservados. Forbidden the total or partial reproduction of this Magazine without express authorization of the Direction Board of "Egitania Sciencia". All rights reserved.

Apoio a este número:
Fundação para a Ciência e a Tecnologia
Banco Santander Totta
Unidade de Investigação para o Desenvolvimento do Interior (UDI/IPG)

Nota: Os artigos são da responsabilidade dos autores, não reflectindo necessariamente os pontos de vista da direcção ou dos revisores.

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E ANTIOXIDANTE DO TOMATE PORTUGUÊS (*LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL.*) DE CULTURAS BIOLÓGICA E CONVENCIONAL: IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS AGRÍCOLAS NO SEU VALOR NUTRICIONAL

CHEMICAL AND ANTIOXIDANT CHARACTERIZATION OF THE PORTUGUESE TOMATO OF BIOLOGICAL AND CONVENTIONAL CULTURE: IMPORTANCE OF THE AGRICULTURAL SYSTEMS IN ITS VALUE NUTRICIONAL

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ANTIOXIDANTE DEL TOMATO PORTUGUÉS DE LA CULTURA BIOLÓGICA Y CONVENCIONAL: IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS EN SU VALOR NUTRICIONAL

Ana F. Vinha * (ana.vinha@ipsn.cespu.pt);
Filipe Coutinho ** (filipe.coutinho@cespu.pt);
Marta O. Soares *** (marta.soares@ipsn.cespu.pt)
António Santos **** (antonio.santos@ipsn.cespu.pt);
A. Almeida-Dias *****

RESUMO

O principal objectivo deste estudo foi o de avaliar e caracterizar o perfil químico e o teor de compostos antioxidantes do tomate português cv. Redondo, .cultivado por técnicas agrícolas diferentes (biológica e convencional). Atendendo ao impacto que a dieta mediterrânica tem na saúde pública, também foi estudado, por análise sensorial, o grau de aceitação e diferenciação organoléctica do fruto, produzido em diferentes sistemas agrícolas. Os tomates foram analisados, *in natura*, como inteiros, sem pele e sem semente. As amostras foram avaliadas quimicamente quanto à actividade de água, humidade, sólidos solúveis totais, pH, cor, teor de ácido ascórbico, teor de fenólicos totais e de licopeno. Para a análise estatística dos resultados, utilizou-se a análise univariada (ANOVA), teste de Tukey e o de *t-Student*, adoptando-se um nível de significância

de 5%. Dos resultados obtidos verificou-se que os teores de compostos fenólicos e ácido ascórbico são superiores no tomate biológico ($p<0,05$), não existindo significância no teor de licopeno. De uma forma geral, o tipo de preparação doméstica (inteiro, sem pele, sem semente) influencia o valor nutricional do fruto, sendo o tomate inteiro o que apresenta maior valor de compostos bioactivos ($p<0,05$). O tomate biológico assumiu um papel preferencial na análise sensorial, evidenciando-se a importância dos produtos biológicos na promoção da saúde pública em geral.
Palavras-Chave: 1. *Lycopersicon esculentum Mill.* 2. Alimentos biológicos 3. Ácido ascórbico 4. Fenóis totais 5. Licopeno.

ABSTRACT

The main objective of this study was to evaluate and characterize the chemical profile and content of antioxidant compounds of tomato Portuguese *cv.* Redondo, grown in different agricultural techniques, organic and conventional. Given the impact that the Mediterranean diet has on health, was also studied, by sensory analysis, the degree of acceptance and organoléctica differentiation of the fruit, produced in different farming systems. The tomatoes were analyzed, *in natura*, as whole, skinless and without seed. The samples were chemically evaluated for the water activity, moisture, soluble solids, pH, color, content of ascorbic acid, total phenolic content and lycopene. For the statistical analysis of results, using the univariate analysis (ANOVA), Tukey's test and the t-Stdudant, whichever is a significance level of 5%. The results verified that the content of phenolic compounds and ascorbic acid are higher in organic tomatoes ($p <0.05$), there is significance in the content of lycopene. In general, the type of home preparation (whole, skinless, without seed) affects the nutritional value of fruit and the whole shows that the higher value of bioactive compounds ($p <0.05$). The organic tomatoes made a preferential role in sensory analysis, showing the importance of organic products in the promotion of public health in general.

Key-words: 1. *Lycopersicon esculentum Mill.* 2. Biological foods 3. Ascorbic acid 4. Phenolic totals 5. Lycopene

RESUMEN

El objectivo principal de este estudio era evaluar y caracterizar el perfil químico y el cantidad de compuestos antioxidantes del del tomatoe portugués cv. Redondo, cultivado para diversas técnicas agrícolas, biológicas y convencionales. Llevando cuidado del impacto que la dieta del mediterrânica tiene en la salud pública, también fue estudiado, para el

análisis sensorio, el grado de aceptación y diferenciación del organoléctica de la fruta, producida en diversos sistemas agrícolas. Los tomates habían sido analizados, en natura, como entero, sin la piel y la semilla. Las muestras habían sido evaluadas químicamente cuánto a la actividad del agua, humedad, sólidos solubles, pH, color, cantidad del ascórbico ácido, del phenolic totales y licopeno. Para la estadística del análisis de los resultados, era el análisis usado del univariada (ANOVA), prueba de Tukey y de t-Stdudant, adoptando un nivel de la significación del 5%. De los resultados conseguidos fue verificado que el texto del ascórbico ácido y del phenolic totales es superior en el tomatoe biológico ($p<0,05$), significación no existente en el texto del licopeno. De uno forma la generalidad, el tipo de influencias domésticas de la preparación (entera, sin la piel, la semilla) el valor del nutricional de la fruta, siendo el tomatoe entero qué presenta a mayor valor de los compuestos de los bioactivos ($p<0,05$). El tomatoe biológico asumió un papel preferencial en el análisis sensorio, probándolo importancia de los productos biológicos en la promoción de la salud pública en general.

Palabras-Clave: 1. *Lycopersicon esculentum Mill.* 2. Alimentos biológicos 3.Ascórbico ácido 4.Phenolic totales 5. Licopeno

* Prof. Adjunta do Departamento de Farmácia, Escola Superior de Saúde do Vale do Ave, Investigadora do Centro de Investigação e Tecnologia da Saúde.
** Assistente Técnico do Centro de Investigação e Tecnologia da Saúde (CITS), Escola Superior de Saúde do Vale do Ave/CITS/IPSN-CESPU, 4760 Vila Nova de Famalicão, Portugal).
*** Prof. Adjunta da Escola Superior de Saúde do Vale do Ave, Investigadora do Centro de Investigação e Tecnologia da Saúde (CITS/IPSN-CESPU).
**** Prof. Coordenador Sem Agregação da Escola Superior de Saúde do Vale do Ave/ Investigador do Centro de Investigação e Tecnologia da Saúde (CITS).
***** Prof. Coordenador com Agregação da Escola Superior de Saúde do Vale do Ave/ Presidente do Instituto Politécnico de Saúde do Vale do Ave (IPSN/CESPU).

Artigo enviado em: 25 de Maio de 2009
Artigo aceite em: 29 de Dezembro de 2010

1. INTRODUÇÃO

A segurança alimentar tem sido cada vez mais valorizada, em conjunto com os novos processos de industrialização e com as recentes tendências do comportamento do consumidor, especialmente na vertente que enfatiza os aspectos qualitativos "*food safety*". Assim, pode-se definir "*food safety*" como a garantia do consumidor em adquirir alimentos com atributos de qualidade e com conteúdos nutricionais fundamentais à saúde pública. A escassez de dados e estudos publicados nesta área constituem argumentos que justificam a intensificação de pesquisas por parte dos investigadores. Ao longo dos anos, têm sido observados factos que evidenciam uma mudança de hábitos alimentares entre a população portuguesa, na direcção de uma maior procura de produtos biológicos, caracterizados pela ausência de fertilizantes químicos e na aplicação de metodologias agrícolas que reduzam, ao mínimo, a contaminação do ar, solo e da água. O objectivo principal da agricultura biológica é obter um nível óptimo de saúde e produtividade das comunidades interdependentes de organismos do solo, plantas, animais e seres humanos (FAO/OMS, 1999). De acordo com Smith (1993), o risco da ocorrência de doenças associadas ao consumo de alimentos ricos em aditivos, pesticidas, hormonas, toxinas naturais ou outros tipos de substâncias, tem contribuído para criar uma maior insegurança no consumidor.

Os dados publicados até à data, sobre a composição química dos frutos, são bastante variáveis, em decorrência das numerosas condicionantes, tais como, as diferenças entre cultivares, grau de maturação, época de colheita, clima, qualidade do solo, entre outras. Segundo vários autores, as perdas de nutrientes, especialmente, da vitamina C, podem ocorrer devido ao armazenamento inadequado e a períodos excessivamente longos, contribuindo para a alteração química do fruto (Patthamakanokpom *et. al.*, 2008; Javanmardi e Chieri, 2006; Dumas *et. al.*, 2003)

O tomate é uma planta da família das solanáceas, cuja espécie básica é denominada cientificamente de *Lycopersicon esculentum Mill.* O tomate, como fruto, faz parte integrante da dieta mediterrânica, e o seu baixo valor energético torna-o característico das dietas hipocalóricas (Chang *et. al.*, 2006). Em Portugal, o tomate é descrito como um dos alimentos mais consumidos, tanto *in natura* como processado devido à sua biodisponibilidade ao longo do ano e pela sua acessibilidade económica. Por outro lado,

e relativamente ao seu perfil químico, os tomates têm sido alvo de estudos científicos, pois são caracterizados como uma importante fonte de compostos antioxidantes, tais como o licopeno, compostos fenólicos e vitamina C (George *et. al.*, 2004; Sahlin *et. al.*, 2004; Raffo *et. al.*, 2002). Os carotenóides integram o sistema de defesa antioxidante e interagem sinergicamente com outros antioxidantes (Stahl e Sies, 2003). Embora sejam descritos, nos frutos e nos vegetais, como principais compostos antioxidantes os de estrutura polifenólica, o principal antioxidante dos tomates não é um polifenol, mas sim um carotenóide, o licopeno. Este composto, de natureza lipossolúvel e de cadeia aberta, faz parte integrante nos meios de defesa do organismo humano, envolvendo-se na actividade de captação de duas espécies reactivas de oxigénio [oxigénio singleto ($^1O_2$ e radicais peroxila ($RO_2^{\bullet}$)], como também é o principal responsável pela cor vermelha, característica do tomate (Spencer *et. al.*, 2005; Stahl e Sies, 2003). Além do licopeno, os ácidos fenólicos e flavonóides, presentes no tomate, estão associados à prevenção e tratamento de processos inflamatórios, doenças cardiovasculares e cancros (Slimestad e Verheul, 2009).

Actualmente, já se encontram no mercado tomates cultivados sem sistemas biológicos e convencionais. A qualidade nutritiva dos alimentos cultivados pelos dois sistemas é, geralmente, comparada em termos de macronutrientes, vitaminas e minerais, tornando-se uma mais-valia, estudar diferentes aspectos, tais como, o valor nutricional, a qualidade sensorial e a segurança do alimento. Segundo Ormond *et. al.*, (2002), realçaram-se os reduzidos estudos efectuados, que visam comparar os dois meios de cultivo.

A análise sensorial pode ser caracterizada como um poderoso instrumento para medir e interpretar o sinergismo entre as características físico-químicas dos alimentos e a forma como são aceites pelos órgãos dos sentidos humanos. Ao longo dos anos, foram desenvolvidos vários testes sensoriais, aplicados aos objectivos das investigações nesta área (Meilgaard *et. al.*, 1999). Os testes sensoriais podem-se dividir em métodos discriminativos, analíticos e afectivos. Os testes discriminativos são usados para estabelecer diferenças qualitativas e/ou quantitativas entre os produtos, enquanto, os testes analíticos caracterizam os atributos sensoriais do produto em causa. Relativamente aos testes afectivos, estes têm como finalidade avaliar o grau de aceitação e preferência de uma população, face a um produto (Meilgaard *et. al.*, 1999).

Deste modo, o principal objectivo deste estudo foi comparar o efeito do cultivo (biológico e convencional) sobre o conteúdo nutricional, nomeadamente no que se refere ao perfil físico-químico e teor dos compostos antioxidantes. Para além disso e, visando preencher a lacuna das informações sobre o conhecimento e aceitabilidade de alimentos biológicos, por parte da população portuguesa em geral, efectuou-se uma avaliação de análise sensorial, comparando os atributos dos tomates biológicos e convencionais, relativamente, ao aroma, sabor e cor.

2. MATERIAIS E MÉTODOS:

2.1 MATERIAL

Durante a selecção das amostras do alimento, tentou-se controlar diversos factores, tais como: cultivar do tomate, região de produção, época de plantio, grau de maturação, condições de transporte, embalagens adoptadas, exposição à humidade, luz e calor.

Foram analisados frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) cultivar Redondo, produzidos por meio biológico e convencional, do mesmo produtor, situado a Norte de Portugal (Póvoa de Varzim). Os frutos foram colhidos, quando atingiram o ponto comercial "salada", próprio para consumo de mesa. A preparação das amostras seguiu algumas técnicas utilizadas em ambientes domésticos, diferenciando-se as amostras em tomate *in natura* inteiro, tomate *in natura* sem pele e tomate *in natura* sem semente.

2.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS:

Os parâmetros de qualidade dos tomates *cv.* Redondo, foram avaliados a partir das análises físico-químicas realizadas no Laboratório do CITS (Centro de Investigação Tecnológico de Saúde) do Instituto Politécnico de Saúde do Vale do Ave da CESPU. A determinação da humidade foi feita por gravimetria, através de secagem em estufa (WTC binder TUTTLINGEN, Germany) a 105°C±1°C, até peso constante. O registo do valor de pH foi obtido com o auxílio do pHmetro Microprocessor Bench-top HI

8417, Hanna Instruments (AOAC, 1998). O teor de sólidos solúveis totais foi registado em °Brix, utilizando um refractómetro tipo Abbe Refractometer (Modelo 2WAJ, Shangai Optical Instrument Company). A cor foi determinada através de um colorímetro (Color Quest II Sphere, Hunter Lab), através do cálculo de °h (ângulo de cor) pelas leituras a^*, b^*, c^* e L^* de uma porção de amostra uniformemente homogeneizada. O °h define a cor básica, onde °0 = vermelho, 90° = amarelo, 180° = verde. Para a medição da actividade da água (a_w) recorreu-se ao medidor automático Hygropalm, marca Rotronic. A a_w é expressa pela razão de pressão de vapor de água da amostra sobre a pressão de vapor da água pura à mesma temperatura.

2.3 REAGENTES

O reagente de Tillmans (2,6 diclorofenol), carbonato de sódio, ácido oxálico, etanol, n-hexano, acetona e o ácido ascórbico foram obtidos da Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA. O metanol, o reagente de Folin-Ciocalteu e a catequina foram adquiridos da Panreac Química Lda., Portugal. Todos os reagentes e soluções foram preparados através de um sistema de purificação de água Milli Q (Millipore, Bedford, MA).

2.4 ANÁLISE DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES:

Determinação de ácido ascórbico: diluíram-se 5g de amostra, triturada e homogeneizada, em 90 mL de ácido oxálico (0,4%). Após homogeneização, tomou-se uma alíquota de 2 mL, à qual se adicionou 50 mL de água destilada, que na sequência foi titulada com reagente de Tillmans. O método baseia-se na redução do 2,6-diclorofenol (DIP) pelo ácido ascórbico, expresso em mg ácido ascórbico/100g amostra. A quantidade de ácido ascórbico nas amostras foi obtida com base na curva padrão do ácido ascórbico ($y=1.121x-2.652x10^{-2}$, $r^2=0.99385$).

Quantificação dos fenóis totais: a extracção dos compostos fenólicos seguiu o procedimento descrito por Genovese *et. al.*, (2003) para a determinação do conteúdo fenólico total nos frutos, usando o reagente Folin-Ciocalteau. Cada amostra (5g) foi homogeneizada com 100 mL de metanol/água (80/20), por 1 hora. O sobrenadante obtido foi filtrado, em sistema de vácuo, e o volume

final corrigido com metanol para 100 mL. A determinação dos fenóis totais foi realizada de acordo com Zieliski e Kozowska (2000) com algumas alterações. Do filtrado final de cada amostra, tomaram-se 0,5 mL, adicionaram-se 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteau. A solução foi homogeneizada e, após 3 minutos, acrescentou-se 1 mL de solução saturada de $NaCO_3$. As soluções ficaram 1 hora em repouso, para o desenvolvimento da cor, através da redução dos ácidos fosfomolíbdico e fosfotúngstico, em meio alcalino. As leituras das absorvâncias foram a 720 nm por espectrofotometria (Shimadzu UV-2100), utilizando a catequina (EC) como padrão em mg (EC)/100g de amostra.

Quantificação do licopeno: O teor de licopeno foi extraído a partir de uma homogeneização de 5g de amostra em 50 mL de uma solução n-hexano/acetona/etanol (2:1:1, v/v/v), para solubilização total dos carotenóides. Após agitação constante durante 30 minutos, adicionaram-se 10 mL de água destilada. A solução foi mantida em repouso, na ausência de luz, de forma a obterem-se 2 fases distintas; 35 mL de fracção polar e 25 mL de fracção não-polar, a última contendo o licopeno. A quantificação foi efectuada utilizando-se um espectrofotómetro Shimadzu UV-2100 a 472 nm, usando o n-hexano como branco. Os resultados foram expressos em mg de licopeno/100g amostra, mediante a seguinte fórmula:

$$\text{Licopeno (mg/100g)} = [\ (A \times V \times 10^6)/(3.450 \times M \times 100)] \qquad (1)$$

V: volume de n-hexano (mL);
M:massa da amostra aferida (g);
A: absorvância lida 472 nm;
3.450: coeficiente de extinção para o pigmento em n-hexano.

Avaliação sensorial: Os provadores foram seleccionados em função do interesse e disponibilidade em participar no estudo, criando-se critérios de inclusão e exclusão, para que a população se enquadrasse num padrão pré-definido. No total participaram 50 indivíduos, com idades entre 20 e 50 anos, sendo constituídos por alunos, funcionários e docentes do IPSN. Para avaliação dos atributos sensoriais (aroma, cor, sabor), serviram-se aproximadamente 30 g de tomate *in natura* inteiro *cv.* Redondo, de cultura convencional e biológica, em pratos descartáveis, com 1 copo de água e garfo de plástico. A escala hedónica híbrida de 7 pontos (0=não gostei totalmente; 4=não gostei nem desgostei;

7=gostei totalmente), proposta por Vilanueva (2003), foi utilizada como instrumento de trabalho de medição da preferência.

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os resultados obtidos foram avaliados através de análise de variância (ANOVA), a partir de ensaios em triplicado em cada determinação, fazendo-se a análise das médias dos resultados para um nível de 5% de significância. O teste de T-Student, para observações independentes, foi usado para estudar a dependência entre o perfil químico e o tipo de cultivo.

a. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os tomates, para serem consumidos *in natura*, têm de apresentar uma percentagem de coloração vermelha igual ou superior a 50 % da sua área total. No sentido de melhorar a lacuna da falta de informação sobre o perfil químico e antioxidante de frutos produzidos biologicamente, efectuou-se, neste estudo, uma avaliação rigorosa entre amostras de tomate da mesma cultivar (*cv.* Redondo), produzidas, em sistemas agrícolas diferentes (biológico e convencional) pelo mesmo produtor. Os resultados das análises físico-químicas dos tomates inteiros, cultivados pelas duas técnicas agrícolas estudadas, estão apresentados na Tabela 1.

Relativamente aos resultados obtidos entre as amostras de tomate inteiro, apenas dois parâmetros é que não apresentaram relevância estatística ($p>0.05$), sendo eles, o teor médio de água e a sua actividade, com valores de 91%, e de 96%, respectivamente. Analisando a acidez do fruto, o tomate inteiro convencional apresentou um valor maior de pH (4.46) relativamente ao tomate inteiro biológico (4.37).

Estes valores justificam o aumento do teor de sólidos solúveis totais, na amostra biológica (3.90°Brix). O ângulo de cor (°h) define a coloração básica das amostras e representa a tonalidade média das amostras de tomate. Quanto maior for o seu valor, tanto mais próxima do verde está a cor do fruto. Desta forma, a amostra biológica apresenta um valor de °h = 67.7, enquanto a amostra convencional tem °h = 46.8. Avaliando os teores de compostos antioxidantes, ácido ascórbico, fenólicos totais e licopeno, verificou-

se que todos apresentaram relevância estatística ($p<0.05$) entre as amostras. O tomate biológico apresenta maiores teores de ácido ascórbico (40.04 mg/100g) e de fenólicos totais (221.83 mg/100g) relativamente ao tomate convencional com valores de 27.91 mg/100g, para a vitamina C e de 167.14 mg/100g de fenólicos totais. Relativamente ao teor de licopeno, ainda com uma diferença pequena, o seu valor é superior no tomate convencional, quando comparado com o biológico, apresentando valores de 2.19 mg/100g e 1.98 mg/100g, respectivamente. Estes valores justificam os resultados dos ângulos de cor, acima referidos, evidenciando-se uma cor vermelha mais intensa no tomate convencional.

Tabela 1 - Caracterização química e de compostos antioxidantes dos tomates inteiros, *in natura*, cv. Redondo, produzidos por dois tipos de técnicas agrícolas, convencional e biológica, respectivamente.

Caracterização Química	Agricultura Convencional *	Agricultura Biológica *
Teor humidade (%)	91.5±0.22	91.1±0.44
Sólidos solúveis totais (°Brix)	3.21±0.01**	3.90±0.02**
Valor pH	4.46±0.04**	4.37±0.01**
Actividade da água (%)	96.0±0.00	96.0±0.01
Ângulo Cor (°h)	46.8±0.68**	67.1±3.89**
Ácido ascórbico (mg/100g)	27.91±3.52**	40.04±0.78**
Licopeno (mg/100g)	2.19±0.02**	1.98±0.05**
Fenólicos Totais (mg/100g)	167.14±3.79**	221.83±0.60**

*Valores expressos em média±desvio padrão, a partir de ensaios realizados em triplicado. **Valores na mesma linha, mediante o parâmetro analisado, considerando-se as diferentes técnicas agrícolas (convencional e biológica), indicam que existem diferenças estatisticamente significativas entre as médias ao nível de 5%.

No sentido de estudar a perda de nutrientes, durante a preparação doméstica, consideraram-se três formas possíveis de consumir o tomate *in natura*, nomeadamente, inteiro, sem pele e sem semente. Assim, na Tabela 2 encontram-se os resultados obtidos, para as amostras de tomates (convencional e biológico) da forma inteira, sem pele e sem semente. Os valores são relativos à caracterização química das amostras de tomate *in natura cv.* Redondo: humidade (%), sólidos solúveis totais (°Brix), pH, actividade da água (%), ângulo de cor (°h) e quantificação dos compostos antioxidantes (ácido ascórbico, licopeno e fenólicos totais representados por mg/100g).

Dos resultados apresentados na Tabela 2, pode-se verificar que a remoção de parte do fruto afecta o perfil nutricional do mesmo. Dos parâmetros avaliados, destacam-se os diferentes teores de compostos bioactivos, cuja função antioxidante é fundamental para a boa prática alimentar na promoção da saúde pública. Os valores de ácido ascórbico encontrados variaram de 24.96 a 40.04 mg/100g, encontrando-se sempre em maiores quantidades nas preparações de tomate biológico, inteiro e sem pele. Estes resultados estão de acordo com os valores publicados por George *et, al.*, (2004), que avaliaram o conteúdo de ácido ascórbico em tomates, obtendo valores entre 8.4 a 32.4 mg/100g (base húmida) na polpa do fruto.

Tabela 2. Valores obtidos experimentalmente. As preparações das amostras foram: inteiro$_{1,2}$; sem pele$_{1,2}$; sem semente$_{1,2}$

Preparação amostras	Inteiro$_1$	Sem pele$_1$	Sem semente$_1$	Inteiro$_2$	Sem pele$_2$	Sem semente$_2$
(%)	91.5±0.22^{a,A}	92.4±0.51^{b,C}	91.0±0.08^{c,E}	91.1±0.44^{a,A}	91.8±0.94^{a,D}	91.4±0.08^{a,F}
(°Brix)	3.21±0.01^{a,A}	3.89±0.01^{b,C}	3.40±0.01^{c,E}	3.90±0.02^{a,B}	3.30±0.01^{b,D}	3.36±0.01^{c,F}
pH	4.46±0.04^{a,A}	4.51±0.01^{a,A}	4.50±0.01^{a,A}	4.37±0.01^{a,B}	4.56±0.01^{b,C}	4.43±0.01^{c,D}
Actividade da água (%)	96.0±0.00^{a,A}	96.0±0.00^{a,A}	96.0±0.00^{a,A}	96.0±0.01^{a,A}	96.0±0.00^{a,A}	96.0±0.00^{a,A}
Ângulo cor (°h)	46.8±0.68^{a,A}	53.4±1.43^{b,C}	38.4±0.48^{c,E}	67.1±3.89^{a,B}	70.2±1.83^{b,D}	53.5±1.69^{c,F}
Ácido ascórbico (mg/100g)	27.91±3.52^{a,A}	30.36±0.57^{a,C}	28.68±0.02^{a,E}	40.04±0.78^{b,B}	38.38±1.62^{c,D}	24.96±0.82^{d,F}
Licopeno (mg/100g)	2.19±0.02^{a,A}	1.74±0.10^{b,C}	1.91±1.47^{c,E}	1.98±0.05^{a,B}	1.64±0.04^{b,D}	1.85±0.16^{c,E}
Fenólicos totais (mg/100g)	167.14±3.79^{a,A}	123.77±2.55^{b,C}	132.24±2.99^{c,E}	221.83±0.60^{a,B}	183.88±2.16^{b,D}	200.33±0.76^{c,F}

[1,2]Sistema agrícola Convencional e Biológico, respectivamente. Valores expressos em média±desvio padrão, a partir de ensaios realizados em triplicado.^{a,b,c}Valores com letras minúsculas iguais na mesma coluna, considerando-se amostras de tomate inteiro, sem pele se sem semente, indicam que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as médias ao nível de 5% ($p>0.05$). ^{A,B,C,D,E,F}Valores com letras maiúsculas iguais na mesma coluna, considerando-se o mesmo tipo de preparação da amostra, em sistemas agrícolas diferentes, indicam que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as médias ao nível de 5% ($p>0.05$).

Os teores de fenólicos totais foram mais elevados no tomate biológico, com valores de 183.88 a 221.83 mg/100g, bastante superiores aos quantificados nas amostras de tomate cultivado de forma convencional (123.77 a 132.24 mg/100g). Estes resultados são concordantes com as informações obtidas por Toor *et. al.*, (2006) que obtiveram valores superiores de fenólicos totais em tomates adubados de forma orgânica comparativamente com os adubados convencionalmente. O licopeno é o carotenóide mais abundante presente nos tomates vermelhos, constituindo,

aproximadamente, 90% do total de carotenóides (Abushita *et. al.*, 2000). Analisando o intervalo de valores obtidos na quantificação de licopeno (1.64 mg a 2.19 mg por 100g base húmida), encontraram-se resultados com significância estatística ($p<0.05$), quer entre os tratamentos efectuados às amostras (inteiro, sem pele e sem semente) como também em relação à prática agrícola. Teores semelhantes foram encontrados em nove cultivares de tomate espanhol (1.86 a 6.50 mg/100g) por Martinez-Valverde *et al.*, 2002). De uma forma geral, a nível de caracterização química e antioxidante das amostras estudadas, foram encontradas significâncias estatísticas ($p<0.05$) em todos os parâmetros avaliados, quer mediante o tipo de cultivo, quer a nível de tratamento da amostra.

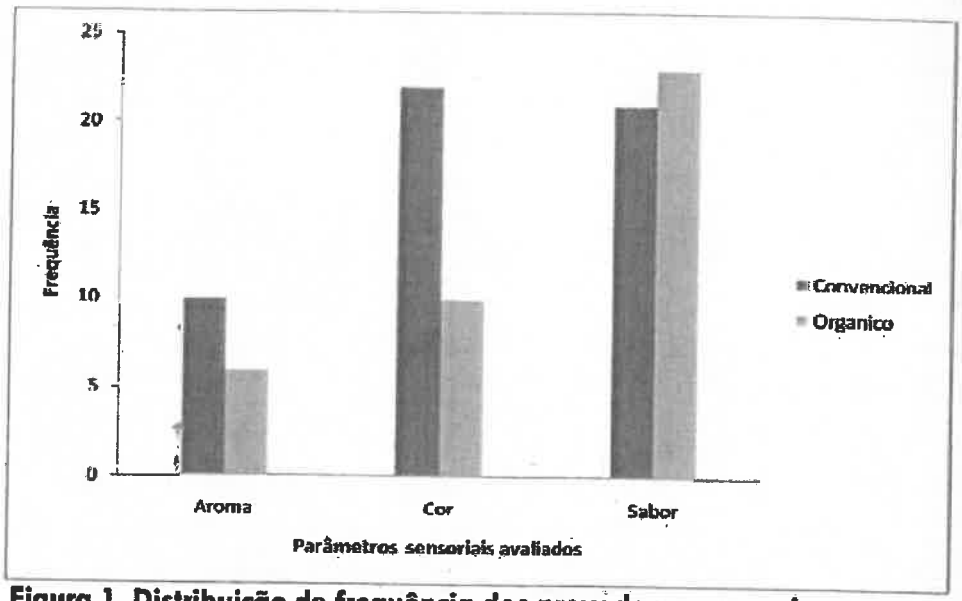

Figura 1. Distribuição de frequência dos provadores que mais gostaram de cada um dos parâmetros sensoriais avaliados (aroma, cor e sabor).

Com o intuito de estudar os graus de aceitação e preferência entre tomates biológicos e convencionais, efectuou-se uma avaliação sensorial, cujos resultados estão expressos nas Figuras 1 e 2.

Com os resultados apresentados nas Figuras 1 e 2, pode-se constatar que os provadores preferiram o aroma e a cor do tomate convencional, no entanto, a nível de sabor, o tomate biológico assume valores superiores de aceitação. Os resultados podem ser explicados pela ocorrência de reacções químicas e de biossíntese dos compostos bioactivos presentes nos frutos e as substâncias fertilizantes presente no solo.

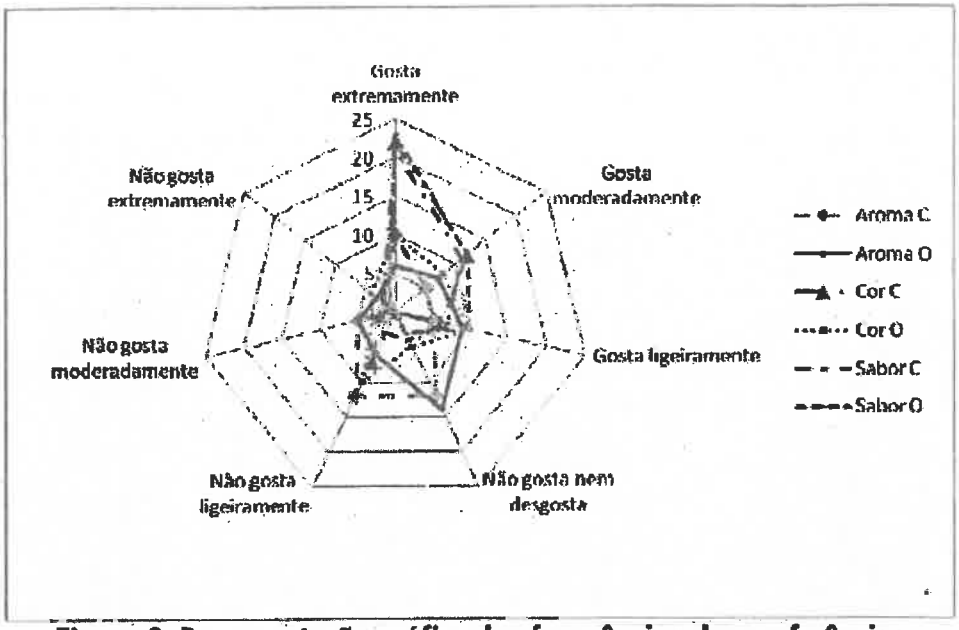

Figura 2: Representação gráfica das frequências das preferências dos provadores aos parâmetros sensoriais avaliados
(aroma C, cor C e sabor C para sistema agrícola convencional e aroma O, cor O e sabor O para sistema agrícola biológico)

4. CONCLUSÃO

Considerando-se que os tomates são um dos principais componentes das refeições diárias da população dita mediterrânica, torna-se cada vez mais importante investir na avaliação do seu conteúdo nutricional, principalmente do seu elevado teor em compostos antioxidantes. A ampla gama de factores que podem alterar a composição dos alimentos, tais como genéticos, condições climatéricas e características da colheita, fizeram aumentar as pesquisas que visam comparar o valor nutricional de alimentos provenientes da cultura biológica com a já existente agricultura convencional. Este estudo confirmou que os produtos cultivados de forma biológica apresentam um perfil nutricional mais rico, com quantidades relevantes de vitamina C, de licopeno e de compostos fenólicos. O tipo de preparação doméstica também foi estudado, concluindo-se que o tomate deve ser consumido de uma forma inteira, isto é, com pele e sem remoção da semente para minimizar as perdas dos compostos fundamentais à acção antioxidante dos radicais livres formados no metabolismo humano. Pela análise sensorial e mediante as características químicas e antioxidantes obtidas, poder-se-á afirmar, a título conclusivo: "O

tomate convencional atrai-nos pelo seu aspecto visual, mas o tomate biológico alimenta-nos pelo seu valor nutricional."

REFERÊNCIAS

Abushita, A.A.; Hebshi, E.A. (1997); Daood, H.G; Biacs, P.A. "Determination of antioxidant vitamins in tomatoes" *Food Chem.*, 60, 2:207-212.

Association of Official Analytical Chemists (1998); *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*; 16.ed. Arlington: AOAC, V.1.

Chang, C.H.; Lin, H.Y.; Chang, C.Y.; Liu, Y.C. (2006); "Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes." *Journal of Food Engineering*, 77, 478-485.

Dumas, Y.; Dadomo, M.; Di Lucca, G.; Grolier, P. (2003); "Review: Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant contento f tomatoes." *J Sci Food Agric.*; 83, 369-382.

FAO/Organização Mundial de Saúde (1999); *El Codex Alimentarius: Directrices Para La Producción, Elaboración, Etiquetado Y Comercialización De Alimentos Producidos Orgánicamente*. Roma, http://www.fao.org.

Genovese, M.I.; Santos, R.J.; Hassimoto, N.M.A.; Lajolo, F.M. (2003), "Determinação do conteúdo de fenólicos totais em frutas." *Revista Cienc Farmacêuticas*, 39, 167-169.

George, B.; Kaur, C.; Khurdiya, D.S.; Kapoor, H.C. (2004); "Antioxidants in tomato (*Lopersicon esculentum)* as a function of genotype" *Food Chem.*, 84, 45-51.

Javanmardi, J.; Kubota, C. (2006); "Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and waight loss of tomato during postharvest storage." *Postharvest Biology and Technology*, 41, 151-155.

Martinez-Valverde, I.; Periago, M.J.; Provan, G. (2002); "Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (Lycopersicon esculentum)." *J Sci Food Agric.*, 82, 3: 323-330.

Meilgaard, M.; Civille, V.; Carr, B.T. (1987); Sensory Evaluation Techniques ; *Boca Raton – FL*: CRC Press, Inc.; 281.

Ormond, J.G.P.; Paula, S.R.L.; Faveret Filho, P.; Rocha, L.T.M. (2002); "Agricultura orgânica: quando o passado é futuro"; *BNDES Setorial*, n.15; 3-34.

Patthamakanokporn, O.; Puwastien, P.; Nitithanmyong, A.; Sirichakwal, P.P. (2008); "Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits"; *Journal of Food Composition and Analysis*; 21; 241-248.

Raffo, A.; Malfa, G.; Fogliano, V. (2006); "Seasonal variations in antioxidant components of cherry tomatoes (Lycopersicon esculentum cv. Naomi F1)"; *Journal of Food Composition and Analysis*; 19; 11-19.

Sahlin, E.; Savage, G.P.; Lister, C.E. (2004); "Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing"; *J Food Composit. Anal.*, 17; 5; 635-647.

Slimestad, R.; Verheul, M. (2009), "Review of flavonoids and other phenolics from fruits of different tomato (*Lycopersicon esculentum Mill.*) cultivars" *J Sci Food Agric.*, 89, 1255-1270.

Smith, B.L. (1993), "Organic foods vs. supermarket foods: element levels." *Journal of Applied Nutrition*, 45, 1: 35-39.

Spencer, J.P.E.; Kuhnle, G.G.C.; Hajirezael, M.; Mock, H.P.; Sonnewald, U.; Rice-Evans, C. (2005); The Fenotypic Variation Of The Antioxidant Potential Of Different Tomato Varieties; *Free Radic Res.*, 39, 1005-1016.

Stahl, W.; Sies, H. (2003); "Antioxidant activity of carotenoids." Mol Aspects Med., 24, 345-351.

Toor, R.K; Savage, G.P.; Heeb, A. (2006); "Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes" *J Food Comp Anal.*, 19, 1: 20-27.

Vilanueva, N.D.M. (2003) "*Avaliação do desempenho de quarto métodos de escalonamento em testes sensoriais de aceitação utilizando modelos normais aditivos de análise de variância e mapas internos de preferência*"; Campinas, SP, 140p. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

Zieliski, H.; Kozowska, H. (2000); "Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions" *J Agric Food Chem.*, 48, 2008-2016.