

ISSN 1806-9193

Dezembro, 2009

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

versão
ON LINE

Documentos 277

Caracterização de Genótipos de Cebola Quanto ao Conteúdo de Quercetina

Daniela Lopes Leite
Ana Cristina Atti dos Santos
Paula Luciana dos Santos
Taciana Inês Heinke
Márcia Vizzotto

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária - Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia

Membros: José Carlos Leite Reis, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi e Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Suplentes: Márcia Vizzotto e Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê

Revisão de texto: Marcos de Oliveira Treptow

Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Editoração eletrônica e arte da capa: Sérgio Ilmar Vergara dos Santos

Foto da capa: Cláudio Ruas Schimulfening

1ª edição

1ª impressão (2009): 30 exemplares

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 Clima Temperado

Caracterização de genótipos de cebola quanto ao conteúdo de quercetina
/ Daniela Lopes Leite ... [et al.]. — Pelotas: Embrapa Clima Temperado,
2009.
19 p. — (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 277).

ISSN 1516-8840

Alium cepa L. — Melhoramento genético — Flavonóide — Nutracêutica.
I. Leite, Daniela Lopes. II. Série.

CDD 635.25

Autores

Daniela Lopes Leite

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisadora
da Embrapa Clima Temperado,
BR 392 Km 78. Cx. Postal 403
CEP 960001-90 - Pelotas, RS,
daniela@cpact.embrapa.br

Ana Cristina Atti dos Santos

Eng. Quím., M.Sc., Professora
da Universidade de Caxias do Sul
Caxias do Sul, RS,
acsantos@ucs.br

Paula Luciana dos Santos

Bióloga, Bolsista do Instituto de Biotecnologia
da Universidade de Caxias do Sul
Caxias do Sul, RS,
paulalsantos@hotmail.com

Taciana Inês Heinke

Estudante de Engenharia Ambiental,
Bolsista do Instituto de Biotecnologia
da Universidade de Caxias do Sul
Caxias do Sul, RS,
tiheinke@hotmail.com

Márcia Vizzotto

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisadora
da Embrapa Clima Temperado,
BR 392 Km 78. Cx. Postal 403
CEP 960001-90 - Pelotas, RS,
vizzotto@cpact.embrapa.br

Apresentação

São previstas mudanças nos hábitos e preferências alimentares dos consumidores, tanto no Brasil como internacionalmente, decorrentes de fatores como a busca por uma vida melhor e mais saudável. Devido à crescente demanda por alimentos seguros e multifuncionais, surge a oportunidade de desenvolvimento de produtos e matérias-primas com propriedades funcionais e nutraceuticas.

Desde a antiguidade, a cebola tem sido utilizada em muitas partes do mundo como item da medicina tradicional e popular e pesquisas têm sido conduzidas na elucidação dos seus efeitos à saúde humana. A cebola tem conhecidas propriedades benéficas à saúde devido aos metabólitos secundários que são produzidos naturalmente. Dentre estes destaca-se o elevado teor de quercetina. Esta substância é conhecida pelas suas propriedades antioxidantes, estando relacionada à redução nos riscos de se desenvolver certos tipos de câncer e doenças cardiovasculares.

A Embrapa Clima Temperado vem desenvolvendo uma base de conhecimentos científicos e tecnológicos direcionados para a inovação e agregação de valor a produtos tradicionais. É neste contexto que se insere este trabalho de avaliação de genótipos de cebola quanto ao seu conteúdo de quercetina, como parte do trabalho de desenvolvimento de cultivares com propriedades nutraceuticas, o que contribuirá para a promoção da saúde e para o aumento de renda dos produtores, em vista da produção de materiais com alto valor agregado.

Esta publicação foi elaborada no intuito de esclarecer os produtores e consumidores quanto às propriedades benéficas do consumo da cebola e como forma de difundir as pesquisas em andamento na área.

Waldyr Stumpf Junior
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Caracterização de Genótipos de Cebola Quanto ao Conteúdo de Quercetina.....	9
Introdução.....	9
Flavonóides na cebola: tipos e propriedades nutraceuticas.....	10
Atividade de caracterização de recursos genéticos de cebola quanto ao conteúdo de quercetina.....	12
Considerações finais.....	16
Referências.....	16

Caracterização de Genótipos de Cebola Quanto ao Conteúdo de Quercetina

Daniela Lopes Leite
Ana Cristina Atti dos Santos
Paula Luciana dos Santos
Taciana Inês Heinke
Márcia Vizzotto

1. Introdução

O início do cultivo de cebola no Brasil ocorreu com a chegada de imigrantes açorianos que colonizaram a região de Rio Grande, no Rio Grande do Sul, durante o século XVIII e início do século XIX (MELO et al., 1988; FRANÇA e CANDEIA, 1997). Das variedades de cebolas introduzidas da Europa, desenvolveram-se, por seleção natural e pela ação de agricultores, diversas populações que são agrupadas em dois tipos de acordo com a cultivar de origem: 'Baia Periforme', que engloba as populações derivadas de uma cebola portuguesa conhecida como Garrafal e 'Pêra', possivelmente populações derivadas de genótipos egípcios introduzidos na Ilha dos Açores e, posteriormente, trazidas para o Brasil. Um terceiro tipo, possivelmente resultante do cruzamento entre populações do tipo 'Baia Periforme' e 'Pêra', denominado 'Crioula', surgiu

na região do Alto Vale do Itajaí, em Santa Catarina (BARBIERI e MEDEIROS, 2007).

A produção de cebola no Brasil continua baseada em cultivares de polinização livre (cerca de 75% da área plantada) com seleções de 'Baia Periforme' e 'Crioula' dominando o mercado. Essas cultivares possuem, entre outras qualidades, tolerância a doenças, boa conservação pós-colheita e variação ampla em formato, tamanho, cor, número e espessura de películas de bulbos. Cebolas do grupo 'Crioula' são adaptadas, principalmente, à Região Sul e são responsáveis pelo desenvolvimento alcançado pela cultura em Santa Catarina (LEITE, 2007).

O cultivo da cebola tem grande importância social e econômica para os brasileiros, com previsão, em 2009, de uma área média de plantio de 62.351 ha, com produção de 1.364.098 toneladas distribuídas nas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste (IBGE, 2009). Estima-se que 70% da cebolicultura brasileira seja proveniente da agricultura familiar, principalmente nas regiões Sul e Nordeste, envolvendo cerca de 60.000 famílias que têm a cebolicultura como atividade principal (EPAGRI, 2000).

Como forma de competir no mercado globalizado, espera-se, por meio de trabalhos de melhoramento genético, obter cultivares que, atendam as exigências do consumidor brasileiro, que prefere bulbos de tamanho médio (50 - 90 mm de diâmetro), de formato globular, de película externa de cor bronzeada uniforme, e escamas internas de cor branca (MELO e BOITEUX, 2001), e que apresentem propriedades nutraceuticas. Como alimento funcional, a cebola é rica em três grupos de compostos com benefícios à saúde humana: flavonóides, tiosulfatos e frutanas (BERTOLUCCI et al., 2002).

Com o objetivo de incentivar atividades de pesquisa que visam conquistar o mercado de nutraceuticos, estão sendo disponibilizados resultados de pesquisa com a cebola.

Flavonóides na cebola: tipos e propriedades nutraceuticas

Os polifenóis são os compostos antioxidantes mais abundantes na dieta. Eles podem ser divididos em duas categorias, flavonóides e polifenóis não flavonóides. Os flavonóides, classe alvo deste estudo, podem ser

divididos em diferentes subclasses de acordo com a sua estrutura química, que são: flavanas, flavanonas, flavonóis, flavonas, isoflavonas e antocianinas. Frutas, hortaliças, bebidas (chá, vinho, sucos), plantas, e alguns temperos são carregados de antioxidantes polifenóis (SINGH et al., 2008).

Dois subgrupos de flavonóides ocorrem em cebola: as antocianinas, responsáveis pela coloração vermelha/púrpura de algumas cultivares; e os flavonóides, tais como quercetina e campferol, responsáveis pelas escamas amarelas e marrons de muitas cultivares (GRIFFITHS et al., 2002; de VRIES et al., 1998).

A quercetina é o principal flavonóide presente na dieta humana e tem sido detectada em muitas frutas e hortaliças em concentrações variadas (BEHLING et al., 2004). Em um trabalho de avaliação do conteúdo de quercetina em 28 hortaliças e nove frutas, a cebola foi a que apresentou as maiores concentrações. A cebola é a principal fonte de quercetina na dieta humana, contribuindo com cerca de 30% dos flavonóides consumidos (HERTOG et al., 1992).

Os compostos fenólicos despertam o interesse dos consumidores, pesquisadores e indústria pelos numerosos estudos epidemiológicos que sugerem uma associação entre consumo de alimentos ou bebidas ricos em polifenóis com a prevenção de certas doenças crônicas (SINGH et al., 2008). A quercetina tem demonstrado ser muito promissora como um agente antioxidante, proporcionando um efeito protetor na redução dos riscos de se desenvolver certos tipos de câncer (KAMARAJ et al., 2007) e doenças cardiovasculares (HUBBARD et al., 2006). Mais ainda, nos últimos 10 anos, pesquisas dos efeitos neuroprotetores de uma dieta rica em polifenóis tem se desenvolvido consideravelmente. Estes compostos são capazes de proteger as células neurais em vários modelos in vivo e in vitro através de diferentes alvos intracelulares. Contudo, ainda não é claro se estes compostos conseguem atingir o cérebro em concentrações suficientes e em formas biologicamente ativas para produzir efeitos benéficos (SINGH et al., 2008).

Por uma série de razões é extremamente difícil estimar-se a quantidade média de polifenóis ingerida por dia. Primeiro, por causa da diversidade

considerável de estruturas químicas dos polifenóis, fazendo com que a apuração do seu conteúdo nos alimentos seja complexa. Mais ainda, mensurar a ingestão de polifenóis depende dos métodos analíticos, variação da quantidade em certos alimentos, região geográfica e, até, da cultivar, assim como, também, do hábito das pessoas (SINGH et al., 2008).

Na cebola ocorrem altas concentrações de quercetina (HERTOG et al., 1992; PRICE e RHODES, 1997), que variam de acordo com a coloração e tipo dos bulbos (BILYK et al., 1984; PATIL et al., 1995), sendo distribuídas, predominantemente, na epiderme e camadas mais externas (HIROTA et al., 1998). A quercetina em cebola ocorre em três formas predominantes: aglicona quercetina, quercetina 3,4'-O-diglucosídica, e quercetina -4'-O-glucosídica (PRICE e RHODES, 1997).

Atividade de caracterização de recursos genéticos de cebola quanto ao conteúdo de quercetina

A avaliação do conteúdo de quercetina em cebola tem sido do interesse dos melhoristas de plantas, tecnólogos de alimentos e nutricionistas a fim de acessar genótipos com fins de seleção genética ou para monitorar os seus níveis durante o processo de estocagem ou processamento.

Como parte integrante dos trabalhos desenvolvidos pela Embrapa Clima Temperado em melhoramento genético de cebola na busca da sustentabilidade da agricultura familiar, está a avaliação do conteúdo de quercetina em cultivares, cultivares crioulas, populações e linhagens de interesse. A Embrapa Clima Temperado vem efetuando a caracterização de genótipos de cebola quanto ao seu conteúdo de quercetina em parceria com técnicos do Instituto de Biotecnologia da Universidade de Caxias do Sul.

É muito importante que, no desenvolvimento de novos materiais, além da busca por produtividade elevada, resistência a pragas e doenças e boa conservação pós-colheita, também se agreguem qualidades funcionais às novas cultivares, tanto como meio de promoção da saúde como de agregação de valor ao produto. A identificação de cultivares crioulas de cebola que possuam características funcionais e nutraceuticas poderá ter

um papel social muito importante como alternativa de renda aos agricultores familiares na medida que elas tornarem-se preferenciais no mercado.

O interesse na avaliação do conteúdo de quercetina nos genótipos de cebola em estudo tem levado à necessidade de métodos quantitativos de avaliação rápidos e eficientes. Os métodos de HPLC, embora mais precisos, são mais custosos e requerem pessoal treinado. Os ensaios espectrofotométricos permitem uma rápida análise (LIN e WAGNER, 1994; LOMBARD et al., 2002).

Considerando-se que a concentração de quercetina em bulbos de cebola pode variar de acordo com o genótipo (BILYK et al., 1984), realizou-se um trabalho de caracterização do conteúdo de quercetina em quatorze genótipos de cebola: duas populações de Baia Periforme; cinco populações de Crioula, sendo três de casca marrom e duas de casca roxa; duas populações da cultivar Jubileu e quatro cultivares lançadas pela Epagri (Bola Precoce, Crioula Alto Vale, Juporanga e Super Precoce, sendo esta em duas populações). De cada um dos genótipos, foram escolhidos, ao acaso, 30 bulbos, os quais foram divididos em três repetições.

Os bulbos foram produzidos nos campos experimentais da Embrapa Clima Temperado em Pelotas, RS, e foram armazenados à temperatura ambiente até o momento das avaliações. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Óleos Essenciais e Extratos Vegetais do Instituto de Biotecnologia da Universidade de Caxias do Sul, RS. Na preparação das amostras, foram removidas a casca e as porções não comestíveis. Os 10 bulbos de cada amostra foram cortados longitudinalmente e 1/4 de cada bulbo foi utilizado para compor a amostra. Os quartos de dez bulbos foram cortados em pedaços menores e foram triturados em um liquidificador; 50 gramas de cebola moída foram maceradas em 50 mL de etanol 80%; após 24 horas, as amostras foram filtradas em papel filtro de porosidade de 2,5 μm e os filtrados diluídos em 1:10 com etanol 80% para análise espectrofotométrica. Para a quantificação de quercetina nas amostras, foi construída uma curva de calibração (0 a 87,5 $\mu\text{g mL}^{-1}$) com a utilização da quercetina 3 D glucosídica como padrão externo, e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro, com comprimento de onda de 362nm. Os resultados das análises foram submetidos à análise estatística pelo

Teste de Duncan ao nível de significância de 5%.

As concentrações de quercetina avaliadas pelas leituras espectrofotométricas estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Concentração de quercetina em genótipos de cebola quantificada por espectrofotômetro (362nm). Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2008.

Genótipo (população ou cultivar)	Quercetina (mg kg ⁻¹)
Baia Periforme 1	307,19 g
Baia Periforme 2	307,42 g
'Bola Precoce'	370,65 f
Crioula 1	571,12 b
Crioula 2	403,86 d e
Crioula 3	556,38 b
Crioula Alto Vale	571,12 b
Crioula Roxa 1	606,99 a
Crioula Roxa 2	419,51 d
'Jubileu' 1	336,83 g
'Jubileu' 2	384,10 e f
'Juporanga'	453,78 c
'Super Precoce' 1	212,81 i
'Super Precoce' 2	247,24 h
Média: 410, 64	
C. V.: 4,2%	

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Os genótipos apresentaram-se altamente variáveis quanto ao conteúdo de quercetina, variando de 212,81 mg kg⁻¹ (Super Precoce 1) até 606,99 mg kg⁻¹ (Crioula Roxa 1) (Figura 1), com um valor médio de 410,64 mg kg⁻¹. As concentrações de quercetina em cebola apresentadas neste trabalho foram semelhantes às obtidas por Lombard et al. (2002), na faixa de 296,8 a 574,9 mg kg⁻¹ e por Hertog et al. (1992) com um valor médio de 347 mg kg⁻¹. Em ambos os trabalhos revisados foram utilizados métodos espectrofotométricos de análises.



Figura 1. Bulbos de cebola da população Crioula Roxa 1.

O estudo dos genótipos de cebola evidenciou uma grande variabilidade no conteúdo de flavonóides, devido a fatores genéticos. As populações de Crioulas apresentaram maiores concentrações de quercetina do que as populações de Baia Periforme ou que as cultivares derivadas desta população (Bola Precoce e Super Precoce) (Tabela 1). Um fator a considerar é que os genótipos da população Crioula possuem ciclo de maturação médio e coloração de casca marrom, enquanto os derivados de Baia Periforme, possuem ciclo de maturação precoce e coloração de casca amarela.

A influência da coloração dos bulbos de cebola no conteúdo de quercetina foi estudada por Patil et al. (1995). Os autores observaram que bulbos de coloração amarela, vermelha e rosa, apresentavam quantidades superiores de quercetina quando comparados aos de coloração branca, porém ainda não foi determinada a relação entre a coloração dos bulbos e a produção de quercetina em cebola.

Smith et al. (2003) analisaram, em linhagem de cebola 'Lady Raider', o conteúdo de quercetina e observaram que os valores apresentavam uma distribuição normal, variando de 79-431 mg kg⁻¹. Neste trabalho, os bulbos foram agrupados quanto à concentração total de flavonóides em: alta (> 232 mg kg⁻¹), média (203-223 mg kg⁻¹) ou baixa (< 203 mg kg⁻¹), formando três sub-populações. Após terem sido colocados em gaiolas separadas para polinização, os bulbos foram avaliados e o conteúdo de flavonóide nas três gerações S1 segregaram em classes semelhantes às formadas na população de origem, indicando que o conteúdo de flavonóides pode ser manipulado através de seleção no melhoramento, sendo possível desenvolver materiais com quantidades superiores de quercetina e, conseqüentemente, maiores propriedades nutraceuticas.

Consideração finais

Considerando que as principais populações de base das cultivares de cebola brasileiras apresentam alta variabilidade para o conteúdo de quercetina, espera-se que, através de programas de melhoramento, sejam desenvolvidas cultivares com alto conteúdo de nutrientes e flavonóides, a fim de incentivar o mercado de produtos nutraceuticos.

Referências

- BARBIERI, R. L.; MEDEIROS, A. R. M. de. A cebola ao longo da história. In: BARBIERI, R. L. (Ed.). **Cebola: ciência, arte e história**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 13-20.
- BEHLING, E. B.; SENDÃO, M. C.; FRANCESCATO, H. D. C.; ANTUNES, L. M. G.; BIANCHI, M. de L. P. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.
- BERTOLUCCI, S. K. V.; PINHEIRO, R. C.; PINTO, J. E. B.; SOUZA, R. J. de. Qualidade e valor nutraceutico da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 88-92, 2002.

BILYK, A.; COOPER, P. L.; SAPERS, G. M. Varietal differences in distribution of quercetin and kaempferol in onion (*Allium cepa* L.) tissue. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v., 32, p. 274-276, 1984.

de VRIES, J. H.; HOLLMAN, P. C.; MEYBOOM, S.; BUYSMAN, M. N.; ZOCK, P. L.; van STAVEREN, W. A.; KATAN, M. B. Plasma concentrations and urinary excretion of the antioxidant flavonols quercetin and kaempferol as biomarkers for dietary intake. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 68, p. 60-65, 1998.

EPAGRI. **Sistema de produção para cebola**: Santa Catarina (3. Revisão). Florianópolis: 2000. 91 p. (Epagri. Sistema de Produção, 16).

FRANÇA, J. G. E. de; CANDEIA, J. A. Development of short-day yellow onion for tropical environments of the Brazilian Northeast. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 433, p. 285-287, 1997.

GRIFFITHS, G.; TRUEMAN, L.; CROWTHER, T.; THOMAS, B.; SMITH, B. Onions – a global benefit to health. **Phytotherapy Research**, West Sussex, v. 16, n. 7, p. 603-615, 2002.

HERTOG, M. G. L.; HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, p. 2379-2383, 1992.

HIROTA, S.; SHIMODA, T.; TAKAHAMA, U. Tissue and spatial distribution of flavonol and peroxidase in onion bulbs and stability of flavonol glucosides during boiling of the scales. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, p. 3497-3502, 1998.

HUBBARD, G. P.; WOLFFRAM, S.; de VOS, R.; BOVY, A.; GIBBINS, J. M.; LOVEGROVE, J. A. Ingestion of onion soup high in quercetin inhibits platelet aggregation and essential components of the collagen-stimulated platelet activation pathway in man: a pilot study. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 96, p. 482-488, 2006.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola – cebola**: produção e área plantada, Brasil e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf> > . Acesso em: 14 jul. 2009.

KAMARAJ, S.; RADHAKRISHNAN, V.; ANADAKUMAR, P.; SUNDARAM, J. The effects of quercetin on antioxidant status and tumor markers in the lung and serum of mice treated with benzo(a)pyrene. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 30, n. 12, p. 2268-2273, 2007.

LEITE, D. L. Melhoramento genético de cebola. In: BARBIERI, R. L. (Ed.). **Cebola**: ciência, arte e história. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 79-113.

LIN, Y.; WAGNER, G. J. Rapid and simple method for estimation of sugars esters. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, p. 1709-1712, 1994.

LOMBARD, K. A.; GEOFFRIAU, E.; PEEFFLEY, E. Flavonoid quantification in onion by spectrophotometric and high performance liquid chromatography analysis. **HortScience**, Alexandria, v. 37, n. 4, p. 682-685, 2002.

MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S. Análise retrospectiva do melhoramento genético de cebola (*Allium cepa* L.) no Brasil e potencial aplicação de novas estratégias biotecnológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...**Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 1 CD – ROM.

MELO, P. C. T.; RIBEIRO, A.; CHURATA-MASCA, M. G. C. Sistemas de produção, cultivares de cebola e seu desenvolvimento para as condições brasileiras. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CEBOLA, 3., 1988, Piedade. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1988. p.27-61.

PATIL, B.; PIKE, L.; YOO, K. Variation in the quercetin content in different colored onions. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 120, p. 909-913, 1995.

PRICE, K. R.; RHODES, M. J. C. Analysis of the major flavonol glycosides present in four varieties of onion (*Allium cepa*) and changes in composition resulting from autolysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 74, p. 331-339, 1997.

SINGH, M.; ARSENEAULT, M.; SANDERSON, T.; MURTHY, V.; RAMASSAMY, C. Challenges for research on polyphenols from foods in Alzheimer's disease: bioavailability, metabolism, and cellular and molecular mechanisms. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, p. 4855-4873, 2008.

SMITH, C.; LOMBARD, K. A.; PEFFLEY, E. B.; LIU, W. Genetic analysis of quercetin in onion (*Allium cepa* L.) 'Lady Raider'. **The Texas Journal of Agriculture and Natural Resource**, Lubbock, v. 16, p. 24-28, 2003.