



---

ARTIGO CIENTÍFICO

---

**Atividade de polifenoloxidase em cebola amarela e roxa**

*Activitie of polyphenoloxidase in yellow and purple onion*

Joeliton Alves Calado<sup>1\*</sup>; Franciscleudo Bezerra da Costa<sup>2</sup>; Manoel Mykéias Duarte Pereira<sup>3</sup>; Bruna Rocha da Silva<sup>4</sup>; Sabrina Vieira de Sousa<sup>5</sup>

**Resumo:** A perecibilidade elevada da cebola pode limitar o período de conservação dos bulbos, principalmente pelas transformações bioquímicas. O objetivo deste trabalho foi determinar e comparar a atividade de polifenoloxidase (PPO) em cebolas amarela e roxa e de seus compostos funcionais. A matéria-prima foi adquirida no comércio local da cidade de Pombal, Paraíba, foram transportadas para o Laboratório de Análise de Alimentos, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, sendo, selecionadas, higienizadas, classificadas, descascadas, processadas e realizadas as análises químicas e físico-químicas, bem como a determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO). O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com 2 tratamentos (cebola roxa e amarela) com 6 repetições. A cebola roxa apresentou teores de sólidos solúveis, flavonoides e antocianinas mais significativos que a cebola branca. Ambas as cebolas apresentaram atividade enzimática, sem haver diferenças significativas.

**Palavras-chave:** *Allium cepa* L; Pós-colheita; Fisiologia.

**Abstract:** The high perishability of the onion may limit the shelf life of the bulbs, mainly by the biochemical transformations. The objective of this work is to determine and compare polyphenoloxidase activity (PPO) in yellow and purple onions and their functional body. The raw material was purchased in the local market, where they were transported to the Food Analysis Laboratory of the, Center for Agro-Food Science and Technology, Federal University of Campina Grande, Campus Pombal, being selected, cleaned, sorted, peeled processed and carried out chemical and physico-chemical analysis and determination of the enzymatic activity of polyphenol oxidase (PPO). The statistical design was completely randomized with two treatments (purple and yellow onion) with six repetitions. The purple onion presented levels of soluble solids, flavonoids and anthocyanins, more significant than the white onion. Both onions showed enzymatic activity, without significant differences.

**Key words:** *Allium cepa* L; Post-harvest; Physiology.

---

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 26/04/2017; aprovado em 18/10/2017

<sup>1</sup>Engenheiro de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. joelitonlys7@gmail.com;

<sup>2</sup>Professor do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. franciscleudo@yahoo.com;

<sup>3</sup>Engenheiro de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. mykeias.duarte@hotmail.com;

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. bruna.orochoa@hotmail.com;

<sup>5</sup>Graduanda em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. sabrina.p.b@hotmail.com



## INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) está entre os alimentos de maior consumo no mundo. Devido às propriedades antioxidantes e anticancerígenas, é considerado um alimento funcional, por consequência da presença de compostos bioativos, como as antocianinas e a quercetina em sua composição (RODRIGUES et al., 2011).

No Brasil, destaca-se ao lado da batata e do tomate como as mais importantes economicamente, a produção estimada para a safra 2015 é de 1,53 milhão de toneladas de cebola. O maior produtor de cebola é o Estado de Santa Catarina com 478,7 mil toneladas representando 31% do total nacional (SEAB, 2015).

Na região nordeste as principais zonas de cultivo estão localizadas na região dos polos de produção do sub-médio São Francisco e do Baixo de Irecê. Essa região caracteriza-se por apresentar condições climáticas adequadas ao cultivo da cebola, possibilitando ofertar o produto durante o ano todo, (SENACE, 2011). A cebola é consumida principalmente *in natura*, na forma de saladas e como condimento ou tempero, mas não como alimento principal na alimentação humana, por ser uma hortaliça sensível às perdas pós-colheita, relacionadas a ineficiente sistema de armazenamento, falta de cuidados no manuseio e transporte, ataque enzimáticos entre outros sua adequada conservação reflete na qualidade final do produto, seja *in natura* ou processado, visto que os bulbos mesmo após a colheita permanecem vivos e continuam os seus processos fisiológicos (BOEING, 2002).

Para a avaliação da qualidade da cebola, podem-se considerar atributos sensoriais, componentes químicos e algumas características físicas. Quaisquer que sejam os níveis de tecnologias adotados pelos produtores, a elevada perecibilidade dos bulbos de cebola reduzem consideravelmente a qualidade do produto e vai influenciar no preço pago pelo mercado (RESENDE et al., 2010). Algumas das avaliações mais utilizadas para cebola são: acidez titulável, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis e acidez titulável, quantificação de pigmentos, tais como, os teores de compostos fenólicos e de flavonoides, grau de pungência e análises microbiológicas, a atividade de algumas enzimas pode também ser uma maneira confiável para o monitoramento da vida útil e qualidade dos produtos hortícolas. Enzimas como a polifenoloxidase, peroxidase e catalase são utilizadas para determinar estes atributos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A atividade da PPO é de grande importância na determinação da qualidade de produtos vegetais frescos, processados e ou congelados, porque através de reações podem produzir mudanças de cor, variações de aroma, sabor, alterações nos teores de vitaminas e até modificações na textura (TAYEFI-NASRABADI, 2011). Nos tecidos inteiros o sistema enzimático está intacto e ativo, após a injúria, a descompartmentalização celular que possibilita o contato de enzimas e substratos, o produto deteriora-se à medida que as reservas de energia vão sendo consumidos e os produtos metabólicos vão sendo acumulados nos tecidos, devido ao processo de senescência natural (CENCI, 2011).

A polifenoloxidase é uma enzima intracelular que ocorre em plantas, animais e fungos. Esta enzima contém cobre no centro ativo e catalisam dois tipos de reações, ambas envolvendo oxigênio. A primeira reação corresponde à hidroxilação de monofenóis formando orto-difenóis e a

segunda à oxidação de orto-difenóis formando orto-quinonas (GOMES et al., 2001). Geralmente a PPO é uma das grandes responsáveis pelo escurecimento enzimático em frutas e vegetais, fato que reforça a importância do controle da atividade desta enzima durante o desenvolvimento e transformação dessas matérias-primas para a obtenção de produtos processados de alta qualidade (CLEMENTE; PASTORE, 1998).

Este trabalho teve como objetivo determinar e comparar a atividade da enzima polifenoloxidase (PPO) em cebolas amarela e roxa, quantificando seus valores nutricionais e compostos bioativos, fornecendo informações científicas para melhor monitoramento e desenvolvimento de técnicas para minimizar perdas pós-colheita

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas cebolas (*Allium cepa* L.) 'amarela' e 'roxa' obtidas do mercado local no município de Pombal (PB), (Figura 1).

**Figura 1.** Bulbos das cebolas (*Allium cepa* L.) provenientes do comércio local do município de Pombal, Paraíba



Fonte: Autor (2017)

As cebolas foram manuseadas cuidadosamente em bandejas plásticas, previamente higienizadas e identificadas. A seleção foi feita quanto à uniformidade de cor (amarela e roxa) e quanto aos danos físicos, ataque de insetos e incidência de doenças, evitando-se bulbos deteriorados. Em seguida, os bulbos foram conduzidos até o Laboratório de Bioquímica, Química e Análise de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG, Campus Pombal. No laboratório, as cebolas foram novamente selecionadas quanto à cor, tamanho e sanidade para manter a uniformidade experimental e, resfriadas dentro de uma bandeja contendo água gelada para remover o calor de campo e reduzir o seu metabolismo. Após o resfriamento, as mesmas, foram lavadas e removidos as folhas desidratadas manualmente, com o auxílio de lâminas afiadas.

Foram utilizadas 24 cebolas para cada variedade, sendo quatro por repetição, obtendo seis repetições de cada variedade, para a obtenção do extrato vegetal a partir dos bulbos, foi necessário o auxílio de um processador de Alimentos e peneira, extraindo em média 200 ml de cada quatro cebolas, sendo o extrato dividido em seis repetições em potes plástico de polipropileno de 250ml.

A avaliação da qualidade dos bulbos foi definida pelas características de Sólidos Solúveis; Íons H<sup>+</sup>; Acidez Titulável; Vitamina C; Flavonoides e Antocianinas; Açúcares solúveis totais; Açúcares Redutores e atividade enzimática

### Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis (SS) foram determinados por meio de refratômetro digital, com compensação automática de temperatura, filtrando a amostra utilizando uma lã de algodão, extraindo assim o líquido necessário e nítido para leitura em refratômetro digital com compensação automática de temperatura e expresso em porcentagem (IAL, 2008).

### Íons H<sup>+</sup>

Determinado no suco de acordo com o número de repetições, utilizando-se um potenciômetro digital de bancada. Os resultados foram convertidos em  $\mu\text{M}$  de íons H<sup>+</sup>, a partir da expressão matemática:  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ .

### Acidez Titulável

Para acidez titulável (AT) foi pesado 1 g do extrato vegetal, e adicionado 50 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína a 1%. A solução contendo a amostra foi titulada com NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, até atingir o ponto de viragem do indicador fenolftaleína. A acidez titulável foi expressa como porcentagem de ácido pirúvico presente na cebola equivalente à quantidade de NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup> gasto na titulação (IAL, 2008).

### Vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado conforme método (365/IV) descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), em um erlenmeyer utilizou-se a pesagem de 3g de extrato, em triplicata, a qual foi adicionado 47 mL de ácido oxálico 0,5%, em seguida, procedeu-se a titulação com solução de DFI (2,6 diclorofenol-indofenol, 0,02%, título = 84,74  $\mu\text{g}$ ) até o ponto de viragem, com coloração rósea, por pelo menos 30 segundos de manutenção da cor.

### Flavonoides e Antocianinas

Os flavonoides (FLA) e as antocianinas (ANT) foram determinados segundo o método Francis (1982), onde foi macerado 0,6 g da amostra em almofariz juntamente com 10 mL de Etanol-HCl (85:15 v/v), logo após, o macerado em tubo ficou em repouso por 24 horas sob refrigeração, após esse período filtrou-se a mistura dos tubos em algodão e completando-se o volume para 10 mL. A seguir foram feitas as leituras das amostras em espectrofotômetro (Spectrum SP-1105) a 374 nm para flavonóides e 535 para antocianinas.

### Açúcares solúveis totais

Os açúcares solúveis (AST) foram estimados como descrito por Yemm e Willis (1954) com adaptações. Foi pesado 0,5 g do extrato e macerado em 3 mL de água destilada e completado o volume para 50 mL; posteriormente o extrato foi filtrado em papel filtro e retirado uma alíquota de 300  $\mu\text{L}$  do extrato diluído mais 700  $\mu\text{L}$  de água destilada e 2000  $\mu\text{L}$  de Antrona, foram utilizados para reação em água fervente, por 10 minutos, seguido de resfriamento, em água com gelo, até temperatura ambiente. As leituras de AST foram realizadas a 620 nm, em spectrum SP-1105.

### Açúcares Redutores

Para determinação dos açúcares redutores (AR) foi utilizado o método calorimétrico do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS), descrito segundo Miller (1959), utilizando 150  $\mu\text{L}$  de amostra (conforme extração para AST) acrescido de 1350  $\mu\text{L}$

de água destilada e 1000  $\mu\text{L}$  de DNS; a reação ocorreu em banho-maria a 100 °C por 5 minutos, seguido de resfriamento em água e gelo, até temperatura ambiente. As leituras de AR foram realizadas a 540 nm, em spectrum SP-1105.

### Determinação da atividade enzimática

#### Polifenoloxidase, PPO (E.C. 1.10.3.1)

A extração para a determinação da atividade enzimática foi realizada como descrito por Wissemann e Lee (1980); Aydin e Kadioglu (2001), adaptado por Costa (2009). A reação ocorreu em banho-maria a 30 °C por 15 minutos, as leituras monitoradas a 475 nm e os resultados expressos conforme Costa (2009).

### Extração

A obtenção do extrato para a determinação da atividade enzimática foi realizada a partir de 2 g de cebola, macerados em almofariz com 6 mL de solução tampão acetato (CH<sub>3</sub>COONa + Triton X-144 + EDTA + MgCl<sub>2</sub> com ajuste de pH 5,5. Logo após o homogenate foi vertido para um tubo de centrífuga auxiliado por um bastão de vidro. Após essa etapa a suspensão foi mantida em repouso por 10 minutos a 4 °C, sendo posteriormente filtrada em quatro camadas de gases em outro tubo de centrífuga com um auxílio de uma seringa de 10 mL e mantida em repouso novamente por 20 minutos a 4 °C e centrifugada a 3500rpm por 60 minutos a 4 °C. Após centrifugação, o sobrenadante foi coletado e medido seu volume com uma proveta de 10 mL e, o sobrenadante coletado foi utilizado para medir a atividade da PPO.

### Dosagem e determinação

Para a dosagem e determinação da enzima PPO foi preparado um banho-maria de água a 30 °C para incubação (afim de atingir a temperatura de equilíbrio da reação), no tubo de ensaio foi transferido 1.180  $\mu\text{L}$  de tampão fosfato de sódio 200 mM, pH 6,5 + 300  $\mu\text{L}$  de catecol 200 mM e deixado em repouso por aproximadamente 2 minutos, depois foi adicionado 20  $\mu\text{L}$  do extrato enzimático, sendo agitadas levemente a amostra, e transferida pra uma cubeta de vidro para a leitura em em spectrum SP-1105, onde foram efetuadas leituras de absorbância a 475 nm, a cada 30 segundos durante um período de 15 minutos. Os resultados foram expressos através da atividade pontual por tempo de incubação determinando-se o tempo ideal para quantificar a atividade enzimática expressa em UE g<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>

### Análise estatística

A análise estatística foi realizada pelo delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 2 tratamentos (cebola roxa e amarela) e 6 repetições. Para a comparação entre as médias foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o software Assistat versão 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de sólidos solúveis foram mais significativos na cebola roxa, com um valor 10,50%, e a cebola amarela obteve valor de 8,60 (Tabela 1). Estudos mostraram resultados bem próximos aos encontrados neste trabalho, Bandeira et al. (2013) estudando cinco cultivares de cebola (IPA10, IPA 11, Alfa São Francisco, Serena e Antares) sob

quatro métodos de manejos de irrigação constataram valores de sólidos solúveis variando entre 9,2 a 10,2%. Rodrigues et al. (2015), avaliando o teor de sólidos solúveis em cebola amarela da cultivar franciscana IPA11 em diferentes doses de nitrogênio, encontrou resultados acima dos encontrados neste estudo para cebola amarela, cerca de 9,87%. De acordo com

Chitarra e Chitarra (2005) os sólidos solúveis são constituídos principalmente por açúcares, sendo variáveis com a espécie, cultivar, o estágio de maturação e o clima, com valores médios entre 8 e 14%, que representam principalmente os açúcares solúveis presente nos alimentos, sendo muitas vezes usados como uma medida indireta de açúcares.

**Tabela 1.** Características físico-químicas e atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO) em cebolas amarela e roxa adquiridas no mercado local do Sertão Paraibano. Pombal, Paraíba.

Variedades	Características								
	SS %	Íons H <sup>+</sup> μM	AT %	VITC mg.100g <sup>-1</sup>	FLA mg.100g <sup>-1</sup>	ANT mg.100g <sup>-1</sup>	AST g.100g <sup>-1</sup>	AR g.100g <sup>-1</sup>	PPO UE.g <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>
Amarela	8,60 b	4,73 a	0,46 a	10,65 a	20,17 b	0,31 b	8,45 a	1,51 a	7,66 a
Roxa	10,50 a	4,85 a	0,35 a	12,08 a	31,71 a	3,26 a	8,47 a	1,54 a	8,16 a
C.V (%)	2,34	3,79	13,32	14,03	13,39	8,01	10,30	3,45	12,16

C.V. = coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SS: sólidos solúveis, AT: acidez titulável, VITC: vitamina C, FLA: flavonoides, ANT: antocianinas, AST: açúcares solúveis totais, AR: açúcar redutor e PPO: polifenoloxidase.

Em relação a concentração de íons H<sup>+</sup>, não houve diferença significativa entre as variedades de cebola, conforme a tabela 1. A concentração de íons H<sup>+</sup> está relacionada com o nível de ácidos orgânicos, assim como a acidez. Portanto, devido à acidez desses compostos, quanto maior o seu conteúdo, mais ácido fica o meio e menor o pH (RODAS; TORRE, 2002). Assim, essas características influenciam diretamente a vida útil do produto pós-colheita reduzindo os riscos de contaminação microbiana da matéria-prima. Pereira, (2014) observou valores de íons H<sup>+</sup> na média de 5,25 genótipos de cebola IPA11, cultivados na região sul do estado do Tocantins nos anos entre 2012 e 2013, resultados acima dos encontrados neste estudo.

Os valores de acidez titulável foram semelhantes estatisticamente entre as duas variedades de cebola, 0,46% para cebola amarela 0,35% para cebola roxa (Tabela 1). Albuquerque et al. (2013) também encontraram resultados de acidez titulável bem próximos de 0,31% trabalhando com variedade red creole chata roxa, dados inferiores foram encontrados Miguel e Durigan (2007) estudando a qualidade dos bulbos de cebola 'Superex' armazenados sob refrigeração, encontraram valores que não ultrapassaram 0,17% ao longo de 90 dias de armazenamento. A acidez é um importante fator avaliado na qualidade de cebolas, uma vez que expressa em porcentagem de ácido pirúvico, é utilizada para medir o grau de pungência sabor e aroma (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

Os teores de vitamina C apresentaram pouca diferença entre os tipos de cebola, não havendo diferença significativa pelo teste de Tukey a (P<0,05). Os resultados encontrados foram de 10,65 e 12,08 mg.100g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico em cebola amarela e roxa, respectivamente (Tabela 1), que foram acima dos encontrados por Albuquerque et al. (2013) que encontraram teores de vitamina C de 9,59 mg.100mL<sup>-1</sup> de suco. Outros autores como Grangeiro et al. (2008) verificaram valores superiores de vitamina C em cebolas, os valores situaram-se na faixa de 22,70 a 46,81 mg/100mL de suco.

A vitamina C é uma característica importante nos produtos destinados ao consumo *in natura*, tornando-se um dos componentes nutricionais mais importantes, além disso, é utilizada como índice de qualidade (PINHEIRO et al., 2011).

Os valores médios de flavonoides apresentaram diferença significativa entre as variedades, sendo que a cebola roxa obteve valores superiores de 31,71 mg.100<sup>-1</sup>, e a cebola

amarela obteve resultados inferiores de 20,17 mg.100<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Savi et al. (2017) analisando os flavonoides totais presentes em algumas frutas e hortaliças convencionais e orgânicas mais consumidas na região Sul do Brasil, dentre elas a cebola, encontram valores de 10 e 11,8 mg.100g<sup>-1</sup>, na cebola convencional e orgânica respectivamente, resultados bem inferiores aos encontrados na presente pesquisa, o que pode estar relacionado com os diferentes métodos de extração deste composto fenólico.

Segundo Pereira e Cardoso (2012) os flavonoides são metabólitos secundários de grande importância nutricional. As concentrações de flavonoides e antocianinas variam nos bulbos de cebolas conforme a cultivar, cor, tipo e com os fatores extrínsecos e intrínsecos desse produto. Há também variação na concentração de flavonoides com a posição no bulbo, variando da camada externa para interna (maior concentração nas camadas mais externas) e ao longo do eixo longitudinal do bulbo aumentando da base para o topo (BONACCORSI et al., 2005).

Os teores de antocianinas foram mais elevados na cebola roxa em relação a amarela, com um valor de 3,26 mg.100<sup>-1</sup>. Esse fato é explicado em consequência das antocianinas estarem mais comumente presentes em cebolas roxas ou vermelhas, os teores de antocianinas podem ser de 0,11% a 0,22% do peso seco (BREWSTER, 2008). Este conteúdo difere com a variedade, sendo que as cebolas amarelas, vermelhas e roxas contêm mais quercetina, enquanto nas brancas este valor é muito baixo (PATIL; PIKE; YOO, 1995).

Os valores de açúcares solúveis e redutores nas cebolas amarela e roxa foram semelhantes (Tabela 1). Antunes et al. (2014) observaram em cebolas cv. Baía Periforme valores de açúcares solúveis em torno de 9,35 g.100<sup>-1</sup> em rodela e 8,28 g.100<sup>-1</sup> em cebola picada após dois dias de conservação. Estes resultados se aproximam dos teores de açúcares solúveis encontrados neste estudo na cebola inteira roxa e amarela com valores de 8,47 e 8,45 g.100<sup>-1</sup> de açúcares solúveis. Resultados inferiores foram determinados por Shünemann (2006) ao verificar a adaptação de vários genótipos às condições de cultivo de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, possivelmente pelo corte provocado nas cebolas resultando em uma redução nos teores de açúcares solúveis. A presença de açúcares redutores (frutose e glicose) na cebola pode afetar

a qualidade dos produtos processados, notadamente a coloração (KAHANE et al., 2001).

De acordo com os resultados obtidos em relação a atividade enzimática, obtida através da atividade pontual por tempo de incubação determinou-se o tempo ideal para quantificar a atividade enzimática expressa em UE g<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>, onde estatisticamente que não ocorreu diferença significativa entre as variedades, como mostra a tabela 1. Comparando estes resultados com os encontrados por Recart (2008), em que não foi detectada atividade da polifenoloxidase nas cebolas coletadas, reforçando a ideia que a atividade desta enzima é relativamente pequena em relação a outras hortaliças, como mostra os resultados encontrados por Carnelossi (2005), trabalhando com folhas de couve minimamente processadas sob armazenamento, onde foram encontrados uma atividade relativamente maior com valores 100 e 300 min<sup>-1</sup>mL<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>MF, ao decorrer de 15 dias de armazenamento. Logo, a existência e quantificação desta atividade é de fundamental importância para indústria alimentícia, pois a ação oxidativa da polifenoloxidase (PPO), afeta negativamente as frutas e hortaliças inteira e minimamente processadas, tanto porque pode levar a alterações negativas no valor nutricional, como também por causar mudança indesejável de cor e conseqüentemente a percas durante a produção (SILVA, 2009).

## CONCLUSÕES

A atividade enzimática foi similar em ambas as variedades de cebola.

A enzima PPO apresentou atividade em ambas as variedades de cebola, sendo um fator contribuinte para a deterioração dos bulbos.

A cebola roxa obteve resultados mais significativos nos aspectos químicos, bioquímicos e físico-químicos, principalmente no conteúdo de sólidos solúveis, flavonoides e antocianinas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos do CCTA, Campus de Pombal e ao Grupo de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos – GPCTEA / UFCG.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. R. T.; COSTA, F. B.; PEREIRA, E. M.; ROCHA, T. C.; LINS, H. A. Qualidade Pós-Colheita da Cebola Roxa Produzida no Sertão Paraibano Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Mossoró, v.8, n. 4, p 17 -21, 2013.

ANTUNES, A. M.; MANOEL, L.; EVANGELISTA, R. M.; ONO, E. O.; VIEITES, R. L. Qualidade de cebola minimamente processada em diferentes tipos de cortes. Horticultura Brasileira, Botucatu, v.32, n.3, p 254 -258, 2014.

AYDIN, N.; KADIOGLU, A. Changes in the chemical composition, polyphenol oxidase and peroxidase activities during development and ripening of medlar fruits (*Mespilus germanica* L.). Bulgarian Journal of Plant Physiology, Trabzon, v.27, n.3, p, 85-92, 2001.

BANDEIRA, G. R. L.; QUEIROZ, S. O. P.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F. Desempenho agrônômico de cultivares de cebola sob diferentes manejos de irrigação no submédio São Francisco. Revista Irriga, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 73- 84, 2013.

BOEING, G. Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense. 1ed. Florianópolis: Instituto Cepa, 2002. 82p.

BONACCORSI, P.; CARISTI, C.; GARGIULLI, C.; LEUZZI, A. Flavonoid glucoside profile of southern Italian red onion (*Allium cepa* L.). Journal Agricultural and Food Chemistry, v.53, p. 2733–2740, 2005.

BREWSTER, J. L. Onions and other vegetables alliums. 2ed. Wallingford: CAB International, 2008. 432p.

CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, E.O.; CAMPOS, R.S.; PUSCHMANN, R. Respostas fisiológicas de folhas de couve minimamente processadas. Horticultura Brasileira. Brasília, v.23, n.2, p. 134-149, 2005.

CENCI, S. A. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. 21.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011. 9p.

CHITARRA, I. M. F.; CHITARRA, A. B. Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005. 681p.

CLEMENTE, E.; PASTORE, G. M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, campinas, v. 32, n. 2 p. 167- 171, 1998.

COSTA, F. B. Fisiologia e conservação de cultivares de morangos inteiros e minimamente processados. 2009. 115 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed). Anthocyanins as Food colors. New York, v.2, n. 12, p.181-207, 1982.

GOMES, M. R. A.; OLIVEIRA, M. G. A.; CARNEIRO, G. E. S.; BARROS, E. G; MOREIRA, M. A. Propriedades Físico-Químicas de Polifenoloxidase de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.21, n.1, p 69 -72, 2001.

GRANGEIRO, L. C.; SOUZA, J. O.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. S.; SANTOS, G. M.; Características qualitativas de genótipos de cebola. Ciência e Agrotecnologia. Lavras, v. 32, n. 4, p. 1087-1091, 2008.

IAL, INSTITUTO ADOLFO LUTZ . Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4ed, São Paulo-SP: IAL, 2008, p.98.

KAHANE, R.; VIALLE-GUÉRIN, E.; BOUKEMA, I.; TZANOUDAKIS, D.; BELLAMY, C.; CHAMAUX, C.; KIK, C. Changes in non-structural carbohydrate

- composition during bulbing in sweet and hih-solid onions in field experiments. *Environmental and Experimental Botany*, v. 45, p.73-83, 2001.
- MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN, J. F. Qualidade dos bulbos de cebola ‘Superex’ armazenados sob refrigeração, quando expostos à condição ambiente. *Revista Horticultura Brasileira*, v.25, p.301-305, 2007.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, Washington, v.31, n.3, p.426-428, 1959.
- PATIL, B. S.; PIKE, L. M.; YOO, K. S. Variation in the quercetin content in different colored onions (*Allium cepa* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.120, n.6, p.909-913, 1995.
- PEREIRA, P. R. Aptidão agrônômica e qualidade pós-colheita de genótipos de cebola na região sul do estado do Tocantins. 2014. 42f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal: Fitotecnia) –Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2014.
- PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, Gurupi, v.3, n.4, p 146 -152, 2012.
- PINHEIRO, L. R.; ALMEIDA, C. S.; SILVA, A. V. C. Diversidade genética de uma população natural de cambuzeiro e avaliação pós-colheita de seus frutos. *Scientia Plena*, Sergipe, v. 7, n. 6, p. 1-5, 2011.
- RECart, V. M. Caracterização de compostos bioativos em cebola e *Chlorella*. 2008. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2008.
- RESENDE, J. T. V.; MARCHESE, A.; CAMARGO, L. K. P.; MARODIN, J. C.; CAMARGO, C. K.; MORALES, R. G. F. Produtividade e qualidade pós-colheita de cultivares de cebola em sistemas de cultivo orgânico e convencional. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 2, p. 305-311, 2010.
- RODAS, M. A. B.; TORRE, J. C. M. D. Avaliação físico-química e sensorial de variedades comerciais de cebolas (*Allium cepa* L.) in natura. *Higiene Alimentar*, v.16, n.97, p. 56-61, 2002.
- RODRIGUES, G. S. O; GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; SILVA, A. C.; JÚNIOR, J. N. Qualidade de cebola em função das doses de nitrogênio e épocas de plantio: *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 239 – 247, 2015.
- RODRIGUES, S. R.; CALDAS, S. S.; FURLONG, E. B.; PRIMEL, E. G. Otimização e validação de método empregando QuEChERS modificado E LC-ESI-MS/MS para determinação de agrotóxicos em cebola. *Química Nova*, São Paulo, v.34, n.5, p.780-786, 2011.
- SAVI, P. R. S.; SANTOS, L.; GONÇALVES, A. M.; BIESEK, S.; LIMA, C. P. Análise de flavonoides totais presentes em algumas frutas e hortaliças convencionais e orgânicas mais consumidas na região Sul do Brasil. *Revista DEMETRA: Alimentação, Nutrição e Saúde*, Rio de Janeiro, v. 12, n.1, p 275 -287, 2017.
- SCHÜNEMANN, A. P. P. Caracterização química, sensorial e aptidão para desidratação de cebolas (*Allium cepa* L.) adaptadas no sul do Brasil. 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2006.
- SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL - Departamento de Economia Rural. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/qas/uploads/4313/cebola\\_24abr\\_2015.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/qas/uploads/4313/cebola_24abr_2015.pdf)> Acesso em: 19 fevereiro 2017.
- SENACE. Seminário Nacional de Cebola, abril de 2011. Ituporanga-SC, 2011. Disponível em: <<http://agroevento.com/agenda/xxiii-seminarionacional-ce/bola>>. Acesso dia: 15 Fevereiro 2017.
- SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.
- SILVA, M. V; ROSA, C. I. L. F; BOAS, E.V.B.V. Conceitos e métodos de controle do escurecimento enzimático no processamento mínimo de frutas e hortaliças. *Curitiba*, v. 27, n. 1, p.83-96, 2009.
- TAYEFI-NASRABADI, H., DEGHAN. G., DAEIHASSANI, B., MOVAFEJI, A., SAMADI, A. Some biochemical properties of guaiacol peroxidases as modified by salt stress in leaves of salt-tolerant and salt-sensitive safflower (*Carthamus tinctorius* L.cv.) Cultivars. *African Journal of Biotechnology*, v.10, n.5, p. 751-763, 2011.
- WISSEMANN, K. W.; LEE, C.Y. Polyphenoloxidase activity during grape maturation and wine production. *American Journal of Enology and Viticulture*. Davis, v.31, n.3, p.206-211, 1980.
- YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical Journal*, Bristol v.57, n. 3, p.508-515, 1954.