

EFEITO COMPARATIVO DO CALOR, SO₂ E ÁCIDO ASCÓRBICO NA
ATIVIDADE DA POLIFENOL OXIDASE E PEROXIDASE DE
ALGUMAS FRUTAS E HORTALIÇAS*

J.N. Nogueira**
E. Silva***

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi o de comparar o efeito do calor, do SO₂ e do ácido ascórbico, visando determinar qual o método mais eficiente para controlar o escurecimento enzimico de cada uma das frutas e hortaliças estudadas.

Os resultados mostraram que para a banana, pê-sego, maçã, cenoura, couve-flor e palmito, o calor foi o melhor agente inativador do sistema enzimico responsável pelo escurecimento. O SO₂ foi mais eficiente para a pera, e para o figo e batata, o melhor agente inibidor foi o ácido ascórbico.

Termos para indexação: Inativação de enzimas, frutas, hortaliças, polifenol oxidase, peroxidase.

* CNPq. Trabalho apresentado na "IFT 48th Annual Meeting", realizada de 19 a 22 de junho de 1988, em New Orleans, La., EUA.

** Departamento de Tecnologia Rural da E.S.A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP.

*** Departamento de Alimentos e Nutrição, FCF/UNESP, Araraquara, SP.

COMPARATIVE EFFECT OF HEAT, SO₂ AND ASCORBIC ACID ON
POLYPHENOL OXIDASE AND PEROXIDASE ACTIVITIES OF
SOME FRUITS AND VEGETABLES

ABSTRACT: The objective of this work was to study the comparative effect of heat, SO₂ and ascorbic acid treatments on polyphenol oxidase and peroxidase activities, aiming to select the best method to control the enzymatic browning for each of the fruits and vegetables studied.

The results showed that for banana, peach, apple, carrot, cauli-flower and heart-of-palm, heat was the best inactivating method of the enzyme system responsible for browning. SO₂ was more efficient for pear, whereas ascorbic acid was considered the best inhibitor for fig and potato.

Index terms: Enzyme inactivation, fruits, vegetables, polyphenol oxidase, peroxidase.

INTRODUÇÃO

O escurecimento enzimico em frutas e hortaliças, envolvendo como se sabe, enzima, substrato e oxigênio, pode ser controlado pelo menos em teoria, modificando-se um daqueles fatores. Se qualquer um dos fatores citados estiver ausente ou se por um motivo qualquer for impedido de participar da reação, não haverá oxidação e conseqüentemente não ocorrerá o escurecimento do produto.

Um dos métodos que pode ser empregado para o controle desse fenômeno é a seleção de variedades para conter baixa concentração de substrato ou de enzima para essas reações. Esta porém, é uma medida cara e possível somente a longo prazo. Por esta razão, o controle

do escurecimento enzimico é geralmente limitado à inibição da enzima ou remoção do oxigênio, ou ainda como frequentemente acontece, ao emprego de uma combinação dos dois métodos.

Vários trabalhos tem sido desenvolvidos visando selecionar métodos para o controle do escurecimento enzimico. O calor inativa as enzimas polifenol oxidase e peroxidase, responsáveis pela reação de escurecimento, e conseqüentemente quando as frutas ou hortaliças são branqueadas, a reação é interrompida (PONTING, 1960 e BRAVERMAN, 1963). JANKOW (1963) estudando o efeito do calor na inativação de oxidases, observou nas frutas, grande resistência da polifenol oxidase e baixa resistência da peroxidase. Nas hortaliças obteve resultados inversos. Em estudo semelhante, YANKOV (1963) verificou também que a polifenol oxidase é mais estável em frutas.

JOSLYN & BRAVERMAN (1954), indicaram a adição de SO₂, na forma de ácido sulfuroso ou sulfitos, a produtos como maçã e batatas, como um bom meio para o controle do escurecimento enzimico. Para palmito (NOGUEIRA, 1979), abacate (IADEROZA *et alii*, 1980) e manga (PARK *et alii*, 1980) o SO₂ tem sido também utilizado com sucesso no controle do mesmo problema.

De acordo com GUTTERSON (1971) e ESKIN *et alii* (1971), o ácido ascórbico destaca-se como inibidor do escurecimento enzimico, pelas vantagens que apresenta, pois além de ser uma vitamina, preserva o "flavor" dos alimentos e não tem ação corrosiva sobre os metais. As frutas e hortaliças devem porém, ser tratadas com quantidades adequadas de ácido ascórbico, caso contrário a taxa da reação diminuirá apenas ligeiramente (ESKIN *et alii*, 1971 e NOGUEIRA, 1973).

No presente trabalho, os autores se propuseram a comparar o efeito do calor, do SO₂ e do ácido ascórbico, visando determinar qual o método mais eficiente para controlar o escurecimento enzimico de cada uma das frutas e hortaliças estudadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas as seguintes frutas e hortaliças: pera (*Pyrus betulaeifolia*), var. d'Água; figo (*Ficus carica* L.), var. Roxo de Valinhos; banana (*Musa cavendishi*), var. Nanica; maçã (*Malus sylvestris* Mill), var. Golden Delicious; pêssego (*Prunus persica* v. *vulgaris*), var. Talismã; cenoura (*Daucus carota*), var. Roxa; couve-flor (*Brassica oleracea* v. *botrytis*), var. Bola de Neve; batata (*Solanum tuberosum* L.), var. Bintje e palmito (*Euterpe edulis* Mart.) Juçara.

As diversas variedades foram adquiridas na região de Piracicaba e representam, de um modo geral, as respectivas frutas e hortaliças mais comercializadas no Estado de São Paulo. Para obtenção das frutas e hortaliças, adotou-se como critério, adquirir somente aquelas que se apresentavam em excelentes condições para o consumo "in natura".

Uma vez obtida, a matéria-prima era imediatamente transportada para as dependências do Departamento de Tecnologia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo em Piracicaba, onde foi analisada.

Determinação da atividade de polifenol oxidase (PFO)

A atividade da PFO foi determinada de acordo com a técnica descrita por PONTING & JOSLYN (1948), com algumas alterações.

Amostras de 40g de fruta ou hortaliça, descascada, e 160ml de água destilada gelada (0° - 4°C), foram trituradas por três minutos em liquidificador. O material assim preparado, foi centrifugado (International K) por 15 minutos a 1500 rpm. O líquido sobrenadante foi passado para um Erlenmeyer de 250ml com tampa e colocado em banho de gelo picado, para ser utilizado como fonte enzimica (extrato enzimico).

Em outro Erlenmeyer de 250ml foram adicionados, 3ml de catecol 0,1M e 96ml de tampão fosfato 0,2M, pH 6 (substrato), que a seguir foi deixado em banho-maria a 30°C até estabilizar a temperatura. A este substrato foi adicionado 1ml do extrato enzimico, sendo então rapidamente homogeneizado; tomou-se cerca de 10ml em um tubo do espectrofotômetro, efetuando-se 10 leituras de 1 em 1 minuto, em 425nm.

O espectrofotômetro usado foi o Coleman Junior II, modelo 6/20, previamente calibrado com água destilada. Como controle para a reação enzimica, foi utilizado um tubo do espectrofotômetro contendo apenas o substrato (catecol e tampão fosfato).

Uma unidade da enzima (PFO), foi definida como a quantidade de extrato enzimico que acusou um aumento na absorbância de 0,001 unidades por minutos.

Determinação da atividade da peroxidase (PO)

A atividade da PO foi determinada de acordo com a técnica descrita por FERHRMANN & DIAMOND (1967), com algumas modificações.

Amostras de 40g de fruta ou hortaliça, descascada, a 160ml de água destilada (0° - 4°C), foram trituradas por três minutos em liquidificador. O material assim preparado, foi centrifugado (International K) por 15 minutos a 1500 rpm. O líquido sobrenadante foi passado para um Erlenmeyer de 250ml com tampa e colocado em banho de gelo picado, para ser utilizado como fonte enzimica (extrato enzimico).

Em outro Erlenmeyer de 50ml foram adicionados, 20ml de tampão fosfato 0,2M, pH 6 e 2ml do extrato enzimico, que a seguir foi deixado em banho-maria a 25°C até estabilizar a temperatura. Após a estabilização, foi adicionado 1ml de guaiacol 0,5% e em seguida 1ml de H₂O₂ 0,08%, sendo então rapidamente homogeneizado; tomou-se a seguir 10ml em tubo do espectrofotômetro, efetuando-se 10 leituras de 1 em 1 minuto, em 470nm.

O espectrofotômetro usado foi o Coleman Junior II, modelo 6/20, previamente calibrado com água destilada. Como controle para a reação enzimática foi utilizado um tubo do espectrofotômetro contendo a mistura reativa menos o peróxido de hidrogênio (tampão fosfato, extrato enzimico e guaiacol).

Também no caso da PO, uma unidade da enzima foi definida como a quantidade de extrato enzimico que causou um aumento na absorbância de 0,001 unidades por minuto.

Condições em que foram estudadas as atividades da PFO e PO

As atividades da PFO e PO foram estudadas nas frutas e hortaliças nas seguintes condições:

a. No extrato enzimico obtido da matéria-prima "in natura". Neste caso determinou-se a atividade ótima das enzimas, sendo feitas duas repetições para cada fruta ou hortaliça, em estudo. Estes dados foram utilizados como base para o cálculo do efeito (% de inativação) dos tratamentos aplicados (calor, metabissulfito e ácido ascórbico) na inativação das enzimas estudadas.

b. No extrato enzimico submetido à tratamento térmico. Após a obtenção do extrato de cada enzima, 5ml deste, em tubo de ensaio (série de três tubos), foi colocado em banho-maria às temperaturas de 70°, 80° e 90°C. Após a estabilização da temperatura, foram contados 2 minutos e o extrato foi imediatamente resfriado, colocando-se em banho de gelo picado. Após o resfriamento, foi feita a avaliação da atividade das duas enzimas, com duas repetições para cada tratamento térmico em estudo. Os resultados foram expressos em % de inativação em relação à atividade original.

c. No extrato enzimico tratado com metabissulfito de potássio. Foi utilizado metabissulfito de potássio a 0,05, 0,1 e 0,2%, porcentagem esta calculada sobre o peso da fruta ou hortaliça utilizada na obtenção do

extrato (40g). O metabissulfito foi adicionado juntamente com a água destilada, à fruta ou hortaliça antes de ser triturada no liquidificador. Para cada concentração em estudo foram feitas duas repetições, sendo os resultados expressos em % de inativação em relação à atividade original.

d. No extrato tratado com ácido ascórbico. Foi utilizado ácido ascórbico a 0,1, 0,5 e 1,0%, porcentagem também calculada sobre o peso da fruta ou hortaliça utilizada na obtenção do extrato (40g). O ácido ascórbico foi adicionado juntamente com a água destilada à fruta ou hortaliça, antes de ser triturada no liquidificador. Foram feitas duas repetições para cada concentração de ácido ascórbico em estudo, sendo os resultados expressos em % de inativação em relação à atividade original.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados (Tabelas 1 a 11) correspondem, de um modo geral, às médias das diversas determinações.

Atividade das Enzimas nas Frutas e Hortaliças "in natura"

O estudo do sistema enzimico das frutas indicou a presença tanto da polifenol oxidase como da peroxidase (Tabela 1). No caso do figo e do pêssego a atividade da peroxidase foi maior que a da polifenol oxidase. Especificamente no figo a atividade da peroxidase foi muito maior em relação a da polifenol oxidase, podendo-se afirmar que neste caso a peroxidase é a enzima mais importante.

Para as hortaliças, verifica-se pela Tabela 1, que apenas em duas delas a polifenol oxidase apresentou atividade: couve-flor e palmito. Em cenoura e batata, somente a peroxidase apresentou atividade. Em couve-flor

foi constatada atividade das duas enzimas, porém a atividade da polifenol oxidase é muito pequena, indicando que a peroxidase é a enzima mais importante nesta hortaliça. Para o palmito é interessante observar que a atividade das duas enzimas é maior na base do tolete.

Tabela 1. Atividade da polifenol oxidase e peroxidase (em unidades/ml) nas frutas e hortaliças "in natura"

Frutas/Hortaliças	Polifenol oxidase	Peroxidase
Pera	18,6	0,8
Figo	2,3	71,3
Banana	36,0	0,5
Maçã	7,3	1,3
Pêssego	6,3	14,1
Cenoura	0,0	36,1
Couve-flor	2,3	88,5
Batata	0,0	39,3
Palmito (ponta)	28,6	300,0
Palmito (base)	104,6	360,0

Efeito dos Métodos de Inativação: Frutas

No caso da pera, a enzima mais ativa foi a polifenol oxidase, sendo constatada uma pequena atividade da peroxidase que foi facilmente inibida pelos diferentes tratamentos aplicados (Tabela 2). A polifenol oxidase se mostrou mais ativa e também mais resistente aos tratamentos de inibição, mas mesmo assim foi também facilmente inativada. No sistema enzimico da pera, o tratamento de inativação mais eficiente foi o metabissulfito.

O sistema enzimico do figo apresentou atividade tanto da polifenol oxidase quanto da peroxidase. A atividade da polifenol oxidase foi pequena, a menor encontrada nas frutas estudadas. Já a peroxidase, além de

ser a mais ativa foi a que apresentou maior resistência aos tratamentos aplicados (Tabela 3).

Tabela 2. Efeito dos métodos de inativação na atividade da polifenol oxidase e peroxidase (% de inativação) em pera

Métodos de inativação	Polifenol oxidase	Peroxidase
Calor (2 minutos)	70°C	90,5
	80°C	100,0
	90°C	100,0
Metabissul- fito de K	0,05%	94,2
	0,10%	100,0
	0,20%	100,0
Ácido as- côrbico	0,10%	22,3
	0,50%	100,0
	1,00%	100,0

Tabela 3. Efeito dos métodos de inativação na atividade da polifenol oxidase e peroxidase (% de inativação) em figo

Métodos de inativação	Polifenol oxidase	Peroxidase
Calor (2 minutos)	70°C	25,0
	80°C	50,0
	90°C	75,0
Metabissul- fito de K	0,05%	100,0
	0,10%	100,0
	0,20%	100,0
Ácido as- côrbico	0,10%	100,0
	0,50%	100,0
	1,00%	100,0

Quanto à inativação da polifenol oxidase, o calor não foi um método eficiente quando comparado com o metabissulfito e o ácido ascórbico. Mesmo no binômio 90°C/2 minutos, não se conseguiu a inativação total da enzima, havendo uma redução de apenas 75% em sua atividade, enquanto que os outros tratamentos proporcionaram uma inibição de 100% nas menores concentrações utilizadas.

Quanto a peroxidase, a sua inativação total foi obtida com o ácido ascórbico, na concentração de 1% (maior concentração utilizada). O tratamento com metabissulfito foi o menos eficiente. Com o tratamento térmico não se conseguiu inativação total, mas no binômio 90°C/2 minutos houve uma redução de 98,6% da atividade. Assim, no caso do sistema enzimico do figo o ácido ascórbico parece ser o melhor inibidor.

Dentre as frutas, a banana foi a que apresentou maior atividade de polifenol oxidase e a menor da peroxidase.

A peroxidase foi facilmente inibida por todos os tratamentos aplicados (Tabela 4). Já a polifenol oxidase apresentou maior resistência, obtendo-se a sua inativação total somente com o tratamento térmico mais severo. O ácido ascórbico foi o inibidor menos eficiente, e com o metabissulfito, obteve-se 97,2% de redução na atividade na concentração de 0,2%. Portanto, no sistema enzimico da banana, o tratamento térmico parece ser o mais eficiente para a inativação.

No caso da maçã, a peroxidase apresentou uma atividade muito baixa, e o tratamento que se mostrou mais eficiente para sua inativação foi o tratamento térmico (Tabela 5). Com o ácido ascórbico, também se conseguiu a inativação total, enquanto o metabissulfito se mostrou menos eficiente, em todas as concentrações utilizadas.

Para a inativação da polifenol oxidase da maçã, o método mais eficiente foi o metabissulfito, pois na menor concentração usada, já houve a total inativação

Tabela 4. Efeito dos métodos de inativação na atividade da polifenol oxidase e peroxidase (% de inativação) em banana

Métodos de inativação		Polifenol oxidase	Peroxidase
Calor (2 minutos)	70°C	52,8	100,0
	80°C	94,5	100,0
	90°C	100,0	100,0
Metabissul- fito de K	0,05%	20,0	100,0
	0,10%	71,5	100,0
	0,20%	97,2	100,0
Ácido as- côrbico	0,10%	13,6	100,0
	0,50%	46,0	100,0
	1,00%	91,1	100,0

Tabela 5. Efeito dos métodos de inativação na atividade da polifenol oxidase e peroxidase (% de inativação) em maçã

Métodos de inativação		Polifenol oxidase	Peroxidase
Calor (2 minutos)	70°C	75,0	50,0
	80°C	100,0	100,0
	90°C	100,0	100,0
Metabissul- fito de K	0,05%	100,0	80,0
	0,10%	100,0	80,0
	0,20%	100,0	80,0
Ácido as- côrbico	0,10%	43,0	0,0
	0,50%	100,0	100,0
	1,00%	100,0	100,0

da enzima. O tratamento térmico também se mostrou eficiente bem como o emprego do ácido ascórbico, mas menos eficiente que o metabissulfito. Assim levando-se em consideração a inibição das duas enzimas, o tratamento térmico parece ser o mais indicado no caso da maçã.

Pela Tabela 6 observa-se que, também no caso da polifenol oxidase do pêssego o melhor método de inativação foi o emprego de metabissulfito, mas também o calor e o ácido ascórbico se mostraram bons métodos de inativação. Quanto a peroxidase, enzima de maior atividade nesta fruta, o tratamento térmico foi o que se mostrou mais eficiente para a inativação, seguido pelo ácido ascórbico. Mais uma vez o metabissulfito se caracterizou como um inibidor muito pobre para a peroxidase. Tudo indica que também no sistema enzimico do pêssego, o tratamento térmico seja o mais indicado.

Tabela 6. Efeito dos métodos de inativação na atividade da polifenol oxidase e peroxidase (% de inativação) em pêssego

Métodos de inativação	Polifenol oxidase	Peroxidase
Calor (2 minutos)	70°C	28,6
	80°C	100,0
	90°C	100,0
Metabissul- fito de K	0,05%	100,0
	0,10%	100,0
	0,20%	100,0
Ácido as- córbico	0,10%	16,7
	0,50%	100,0
	1,00%	100,0

Fazendo-se uma comparação entre as Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6, pode-se dizer que no caso das frutas, a polifenol oxidase apresentou, em termos gerais, maior resistência à inativação que a peroxidase, principalmente com relação ao tratamento térmico. Isto confirma os resultados obtidos por JANKOW (1963) e YANKOV (1963), que em diferentes frutas observaram uma maior resistência da polifenol oxidase. Assim, a inativação da polifenol oxidase em frutas, implicará na maioria dos casos também na inativação da peroxidase.

Efeito dos Métodos de Inativação: Hortaliças

Em cenoura foi constatada apenas atividade da peroxidase, e tanto o tratamento térmico quanto o ácido ascórbico se mostraram eficientes métodos de inativação, como pode-se observar pela Tabela 7. Já o metabissulfito não se mostrou um bom método de inibição, reduzindo na concentração mais alta utilizada, apenas 33,8% da atividade da enzima.

Tabela 7. Efeito dos métodos de inativação na atividade da polifenol oxidase e peroxidase (% de inativação) em cenoura

Métodos de inativação	Polifenol oxidase	Peroxidase	
Calor (2 minutos)	70°C	-	37,5
	80°C	-	100,0
	90°C	-	100,0
Metabissulfito de K	0,05%	-	22,5
	0,10%	-	30,4
	0,20%	-	33,8
Ácido ascórbico	0,10%	-	10,8
	0,50%	-	100,0
	1,00%	-	100,0

No sistema enzimico da couve-flor foi constatada uma pequena atividade da polifenol oxidase, sendo esta facilmente inativada em todos os tratamentos utilizados (Tabela 8). A peroxidase mostrou uma maior atividade e também uma maior resistência à inativação. Os tratamentos que deram melhores resultados foram o térmico e o emprego de ácido ascórbico, reduzindo respectivamente, 99,4% e 97,3% a atividade enzimica nas condições mais severas. O metabissulfito mais uma vez não foi eficiente.

Tabela 8. Efeito dos métodos de inativação na atividade da polifenol oxidase e peroxidase (% de inativação) em couve-flor

Métodos de inativação	Polifenol oxidase	Peroxidase
Calor (2 minutos)	70°C	27,5
	80°C	97,0
	90°C	99,4
Metabissul- fito de K	0,05%	2,8
	0,10%	3,3
	0,20%	5,5
Ácido as- córbico	0,10%	2,8
	0,50%	15,8
	1,00%	97,3

Na batata foi constatada apenas a atividade da peroxidase. A total inativação da enzima só foi conseguida com o emprego do ácido ascórbico que se mostrou, como o método mais eficiente neste caso (Tabela 9). Com o tratamento térmico, também foram obtidos bons resultados principalmente no binômio 90°C/2 minutos em que a atividade da enzima foi reduzida em 95,9%. Também no caso da batata, o metabissulfito não se mostrou um bom inibidor para a peroxidase.

Tabela 9. Efeito dos métodos de inativação na atividade da polifenol oxidase e peroxidase (% de inativação) em batata

Métodos de inativação	Polifenol oxidase	Peroxidase	
Calor (2 minutos)	70°C	-	42,5
	80°C	-	91,8
	90°C	-	95,9
Metabissul- fito de K	0,05%	-	11,8
	0,10%	-	14,9
	0,20%	-	21,3
Ácido as- côrbico	0,10%	-	0,0
	0,50%	-	98,6
	1,00%	-	100,0

As Tabelas 10 e 11 mostram o efeito dos métodos de inativação na atividade de polifenol oxidase e peroxidase extraídas da ponta e base do palmito. Na ponta, as duas enzimas estudadas apresentaram uma atividade menor do que a encontrada na base do creme.

No caso da polifenol oxidase, tanto para a ponta como para a base, o calor foi o melhor método de inibição. Para a polifenol oxidase da ponta o metabissulfito e o ácido ascôrbico também se mostraram eficientes como inibidores, o mesmo não acontecendo para a polifenol oxidase da base que teve uma redução de 76,1% em sua atividade com o emprego do metabissulfito (0,2%), e de 6,8% pelo emprego de ácido ascôrbico (1,0%).

A peroxidase, no caso do palmito, apresentou uma atividade muito alta, e conseqüentemente, uma maior resistência aos métodos de inativação aplicados. No caso da peroxidase da ponta, o emprego de ácido ascôrbico foi o método que apresentou os melhores resultados,

seguido pelo calor. Já para a peroxidase da base, o tratamento térmico deu os melhores resultados, apesar de ter reduzido, no binômio 90°C/2 minutos, apenas 27,5% da atividade da enzima. Também para o palmito, o metabissulfito mostrou que não é um bom inibidor para a peroxidase.

Tabela 10. Efeito dos métodos de inativação na atividade da polifenol oxidase e peroxidase (% de inativação) em palmito (ponta)

Métodos de inativação	Polifenol oxidase	Peroxidase	
Calor (2 minutos)	70°C	40,7	7,9
	80°C	84,4	17,7
	90°C	100,0	40,6
Metabissul- fito de K	0,05%	36,0	4,1
	0,10%	56,0	8,2
	0,20%	96,0	13,6
Ácido as- côrbico	0,10%	41,4	18,8
	0,50%	89,7	36,3
	1,00%	96,6	55,1

Pela comparação das Tabelas 7, 8, 9, 10 e 11, pode-se afirmar que no caso das hortaliças, a peroxidase apresentou uma resistência à inativação bem superior à polifenol oxidase para todos os tratamentos aplicados. Isto confirma os resultados obtidos por JANKOW (1963), que trabalhando com hortaliças observou que nelas a peroxidase apresentava-se mais resistente à inativação que a polifenol oxidase. Portanto, para hortaliças, se inativarmos a peroxidase a polifenol oxidase consequentemente também será inativada.

Tabela 11. Efeito dos métodos de inativação na atividade da polifenol oxidase e peroxidase (% de inativação) em palmito (base)

Métodos de inativação		Polifenol oxidase	Peroxidase
Calor (2 minutos)	70°C	57,3	10,5
	80°C	88,4	12,1
	90°C	97,1	27,5
Metabissul- fito de K	0,05%	13,1	2,8
	0,10%	37,0	2,8
	0,20%	76,1	3,3
Ácido as- côrbico	0,10%	0,0	2,9
	0,50%	3,4	5,1
	1,00%	6,8	8,5

CONCLUSÕES

O calor foi considerado o melhor agente inativador do sistema enzimico responsável pelo escurecimento em banana, pêsego, maçã, cenoura, couve-flor e palmito. O SO₂ (metabissulfito) foi mais eficiente para a pera, e para o figo e batata, o melhor agente inibidor foi o ácido ascôrbico. Nenhum dos tratamentos utilizados controlou de maneira eficiente a reação de escurecimento em palmito.

A polifenol oxidase apresentou, em termos gerais, maior resistência à inativação do que a peroxidase no caso das frutas, ao passo que, nas hortaliças ocorreu o inverso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo auxílio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAVERMAN, J.B.S. Introduction to the biochemistry of foods. Amsterdam, Elsevier, 1963. 336p.
- ESKIN, N.A.M.; HENDERSON, H.M.; TOWNSEND, R. J. *Biochemistry of foods*. London, Academic Press, 1971. 239p.
- FERHMANN, H. & DIAMOND, A.E. Peroxidase activity and phytopora resistance in different organs of the potato plant. *Phytopathology*, Lancaster, 57:69-72, 1967.
- GUTTERSON, M. Vegetable processing. Park Ridge, Noyes Data, 1971. 335p.
- IADEROZA, M.; DRAETTA, J.S.; PADULA, M. Polifenoloxi-dase da polpa de duas cultivares de abacate. *Cole-tânea do ITAL*, Campinas, 11:53-64, 1980.
- JANKOW, C.I. Thermal inactivation of oxidases in fruits and vegetables. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, Zurich, 10:23-35, 1963. Apud *Chemical Abstracts*, Easton, 63:7578, 1965.
- JOSLYN, M.A. & BRAVERMAN, J.B.S. The chemistry and technology of the pretreatment and preservation of fruit and vegetable products with sulphur dioxide and sulfites. *Advances in Food Research*, New York, 5:97-160, 1954.
- NOGUEIRA, J.N. Influência de alguns métodos de proces-samento nas propriedades organoléticas da maçã em pedaços: variedade Bruckner do Brasil. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 30:227-39, 1973.
- NOGUEIRA, J.N. Estudo sobre o processamento do palmito (*Euterpe edulis* Mart.) por apertização. Piracicaba, 1979. 141p. (Livre-Docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)
- PARK, Y.K.; SATO, H.H.; ALMEIDA, T.D.; MORETTI, R.H. Polifenoloxidase de manga (*Mangifera indica* var.

Haden). *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 32., Rio de Janeiro, 1980. p.56. (Resumo).

PONTING, J.D. The control of enzymatic browning of fruits. *In*: SCHULTZ, H.W. ed. *Food enzymes*, Westport, AVI, 1960. p.105-24.

PONTING, J.D. & JOSLYN, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. *Archives of Biochemistry*, New York, 19:47-63, 1948.

YANKOV, S.I. Heat inactivation of oxidizing enzymes in some fruits and vegetables. *Izvestija Vysshih Uchebnyh Zavedenij. Fizika*, Parklawn Drive, 2:29-32. Apud *Chemical Abstracts*, Easton, 59:7851, 1963.

Entregue para publicação em: 31/08/89

Aprovado para publicação em: 13/02/90