

## INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM E DO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO NO TEOR RESIDUAL DE SO<sub>2</sub> EM BANANA PASSA \*

HOMERO FONSECA \*\*

MURILO GRANER \*\*

JOÃO NUNES NOGUEIRA \*\*

A. VALÉRIA K.O. ANNICCHINO \*\*\*

HENRIQUE BERGAMIN FILHO \*\*\*\*

FRANCISCO JOSÉ KRUG \*\*\*\*\*

ELIAS AYRES GUIDETTI ZAGATTO \*\*\*\*\*

### RESUMO

No presente trabalho foram determinados os teores residuais de SO<sub>2</sub> em passas elaboradas com bananas tratadas com solução de metabisulfito de potássio a 2%, acondicionadas em alumínio, celofane, polietileno e alumínio+polietileno (“combinado”) e armazenadas de 15 a 105 dias à temperatura ambiente.

A determinação de SO<sub>2</sub> foi realizada com medida potenciométrica em eletrodo com separação de ar (em sistema de fluxo contínuo).

Constatou-se que: a) o produto perde SO<sub>2</sub> após processamento; b) o celofane proporciona, relativamente aos demais materiais testados, uma maior retenção de anidrido sulfuroso nas passas; c) os teores de SO<sub>2</sub> encontrados nas passas de banana desde os 15 dias até os 105 dias de armazenamento não ultrapassam o limite estabelecido pela Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos.

---

\* Entregue para publicação em 31.12.76.

\*\* Departamento de Tecnologia Rural.

\*\*\* Bolsista pós-graduada do CNPq junto ao Departamento de Tecnologia Rural.

\*\*\*\* Departamento de Química.

\*\*\*\*\* CENA, ESALQ.

## INTRODUÇÃO

Os recentes progressos alcançados na tecnologia de alimentos exigiram um estudo mais acurado do problema relativo aos aditivos em alimentos. Atualmente, para melhor proteção ao consumidor, a tendência em todos os países é de se firmar legislação sobre o uso de aditivos, estabelecendo-se listas que incluam todas as classes de aditivos permitidos e de contaminantes.

Os aditivos químicos abrangem um vasto campo de aplicação na indústria de alimentos e a sua utilização pela moderna tecnologia tem sido grandemente ampliada, com o objetivo de contribuir, de maneira acentuada, para a obtenção de produtos que satisfaçam um público consumidor cada vez mais exigente (TEIXEIRA, 1969).

O escurecimento que normalmente ocorre em frutas e hortaliças durante o processamento ou quando sofrem qualquer distúrbio, como cortes ou amassamento, é devido principalmente a oxidação enzimáticas, embora reações de natureza não enzimica possam também ocorrer.

Entre os agentes químicos citados como eficientes no controle do escurecimento enzimico em frutas, o anidrido sulfuroso é o mais comumente empregado e provavelmente o mais eficiente (PONTING, 1960).

Em trabalhos anteriores FONSECA et alii (1974 a, 1974 b e 1974 c) comprovaram a eficiência do  $\text{SO}_2$  no controle do escurecimento da banana passa.

O método de determinação de  $\text{SO}_2$  em extrato de banana passa foi desenvolvido por BERGAMIN et alii (1977) baseando-se nos originais de HANSEN et alii (1973) e STEWART et alii (1975). Assim, o anidrido sulfuroso foi determinado pelo método potenciométrico do eletrodo com separação de ar ("Air Gap Electrode") em sistema de fluxo contínuo.

O anidrido sulfuroso enquadra-se, conforme a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), no grupo de Conservadores sendo empregado para rotulagem o código P.V., e o teor máximo permitido neste caso, é de 0,02% (200 ppm).

Neste trabalho procurou-se determinar se o teor residual de sulfito mantinha-se dentro dos limites estabelecidos pela CNNPA, após o trata-

mento da banana com metabisulfito de potássio. Este estudo foi feito de acordo com método estabelecido por FONSECA et alii (1974a e 1974b) para o controle do escurecimento enzimico e também não enzimico na elaboração da banana passa. Para isso foram determinados os teores de  $\text{SO}_2$  de passas de banana logo após a desidratação e durante o armazenamento, acondicionadas em alumínio, celofane, polietileno e alumínio + polietileno (“combinado”).

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Elaboração das bananas passas*

As passas de banana foram elaboradas a partir de frutos em estágio de amadurecimento próprio para o consumo.

O trabalho foi desenvolvido efetuando-se três desidratações, obtendo-se os lotes de passas I, II e III. Nos lotes I e II as bananas receberam igual tratamento de  $\text{SO}_2$ : os frutos maduros, após passagem por crivos de borracha (de diâmetro levemente inferior ao do das bananas) e prévio aquecimento durante 30 min. a  $52^\circ\text{C}$  (FONSECA et alii, 1974 b) foram tratados com solução de metabisulfito de potássio a 2% e desidratados em estufa elétrica (FONSECA et alii, 1974 a). O lote III correspondeu à testemunha, sem tratamento químico e acondicionada em papel celofane.

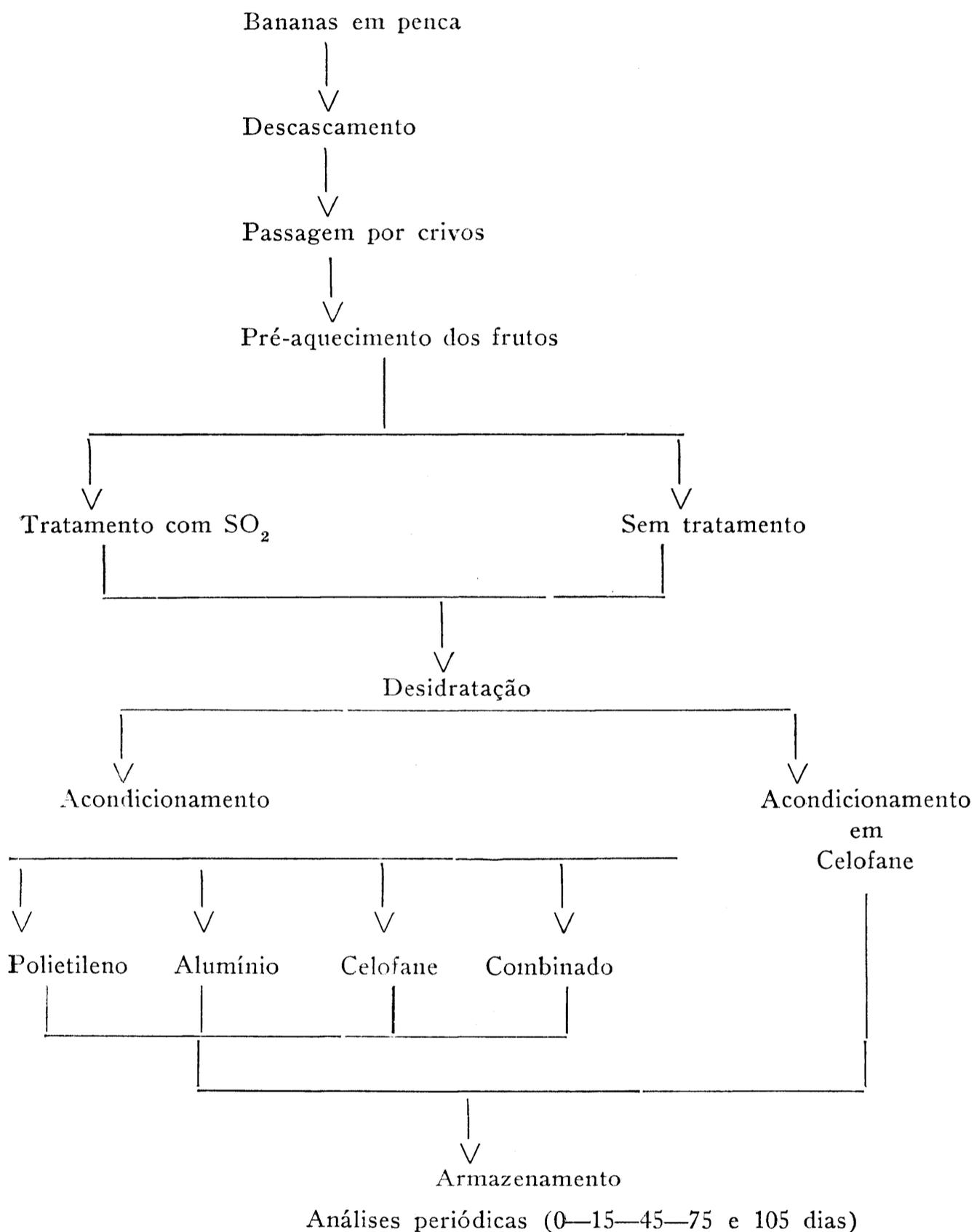
### *Acondicionamento das passas*

Após a desidratação, as passas dos lotes I e II, tratadas com  $\text{SO}_2$  foram embaladas em polietileno (amostra *a*), em alumínio (amostra *b*), em celofane (amostra *c*) e em alumínio + polietileno (“combinado”) (amostra *d*).

Cada amostra foi subdividida em quatro porções, destinadas às análises de  $\text{SO}_2$  nos períodos de 15, 45, 75 e 105 dias após processamento, sendo que cada porção foi constituída de 3 passas de banana (3 repetições). As amostras testemunhas (*t*) foram separadas em quatro porções e embaladas em papel celofane.

Logo após o processamento (zero dias de armazenamento) foram analisadas 3 passas de banana tratadas com  $\text{SO}_2$  e 3 testemunhas.

## Esquema Geral do Ensaio

*Preparo das amostras para análise*

Para análise quantitativa do SO<sub>2</sub>, uma quantidade conhecida de banana passa, seccionada em pequenos pedaços, foi forçada através de

um espremedor de alho. O material obtido foi imediatamente triturado em liquidificador com solução de NaOH 0,1 M, (4 g de material para 100 g de solução), durante 10 minutos. Após repouso da suspensão por 10 minutos, 100 ml da parte decantada foram centrifugados por 15 minutos a 8000 rpm (Centrífuga JUNIOR 15000 da Electric Laboratory Centrifuge, rotor 8630). O sobrenadante foi recolhido em frascos Erlenmeyer de 125 ml vedados com "parafilm", permanecendo assim até o momento da análise.

### *Determinação do SO<sub>2</sub> nos extratos*

Alíquotas de 0,4 ml de cada extrato obtido foram injetadas com seringas de polietileno de 1,0 ml no sistema de fluxo contínuo esquematizado na FIGURA 1. Em contato com o ácido sulfúrico, e após reação na bobina B, o SO<sub>2</sub> foi liberado na câmara de eletrodo com separação de ar, e o sinal do eletrodo foi levado a um registrador potenciométrico.

A curva de calibração foi obtida com soluções padrão de NaHSO<sub>3</sub> em meio alcalino, preparadas diariamente e injetadas no sistema da mesma maneira que os extratos de banana passa. Concentrações de SO<sub>2</sub> acima de 10<sup>-5</sup> puderam então ser determinadas.

### *Análise Estatística*

Para a análise estatística, os dados foram transformados em  $y = \log x$ , segundo recomendações de STEEL & TORRIE (1960), onde x representa o teor de SO<sub>2</sub> expresso em ppm e y, a altura do pico no registrador potenciométrico, expressa em mV.

A análise da variância foi efetuada segundo o delineamento inteiramente casualizado, individualmente para cada período de armazenamento. Em seguida os dados foram reunidos, efetuando-se a análise de grupos de experimentos (GOMES, 1973).

A composição das médias das amostras, duas a duas, foi feita com a utilização do teste de TUKEY (GOMES, 1973). Foram consideradas, para tal, as médias gerais dos dados obtidos em todos os períodos de armazenamento, para cada tipo de embalagem.

Devido à penetração de insetos nas embalagens de celofane do lote II, aos 105 dias de armazenamento, os dados referentes a este período e a este lote de passas não foram consideradas ao efetuar-se a análise estatística.

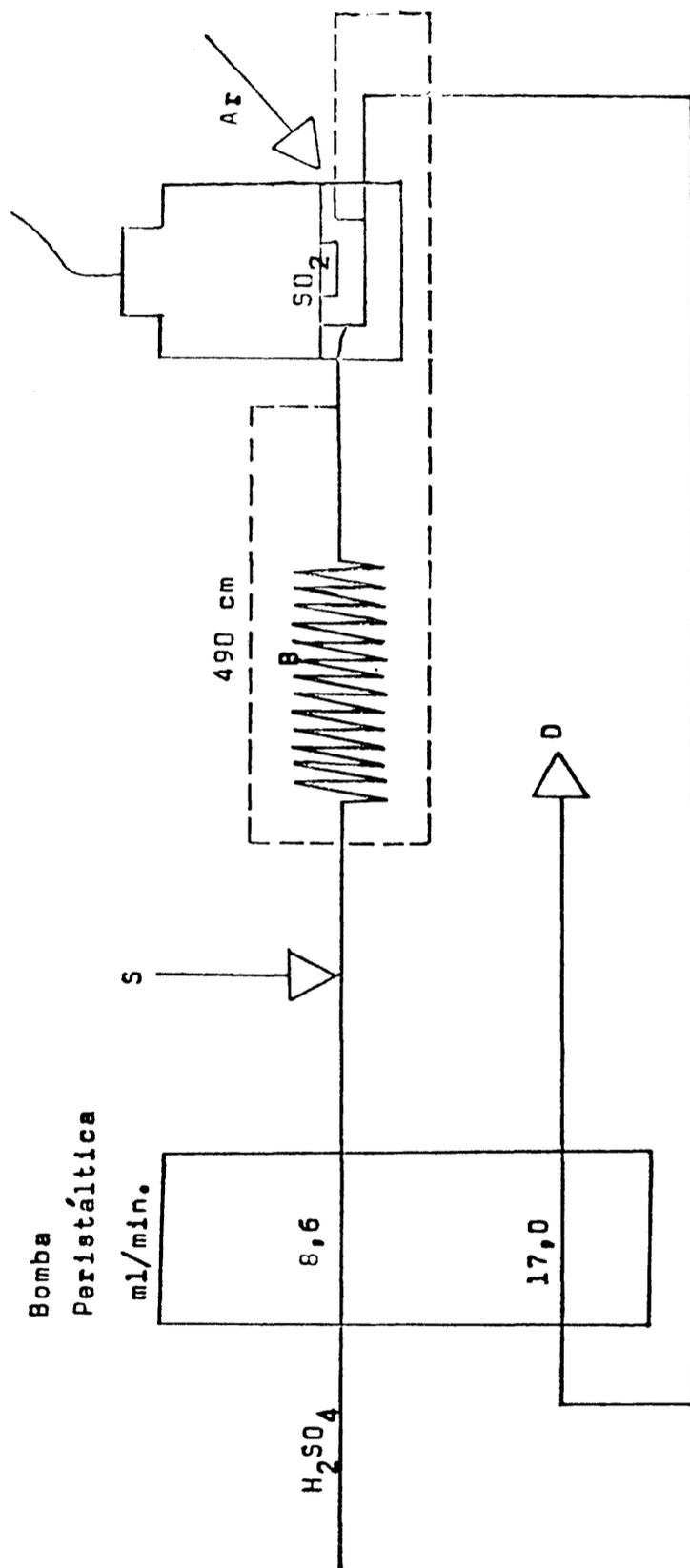


FIGURA 1 — Diagrama de fluxo da determinação potenciométrica de sulfito pelo eletrodo com separação de ar. S é o ponto de injeção da amostra (0,4 ml), D = descarte, B = bobina de 490 cm de comprimento com tubo de polietileno de diâmetro interno igual a 1,05 mm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 1 mostra os rendimentos, em peso, obtidos bem como os tempos de desidratação, na elaboração da banana passa utilizada na determinação do  $\text{SO}_2$ . Os resultados obtidos nas análises do  $\text{SO}_2$ , após cada período de armazenamento, estão contidos nos QUADROS 2 e 4 e as médias parciais e gerais dos valores de  $\text{SO}_2$  das passas nas diversas embalagens encontram-se nos QUADROS 3 e 5, e das análises estatísticas, nos QUADROS 6, 7 e 8.

Pelo QUADRO 1 observa-se que o rendimento obtido e o tempo gasto foram praticamente idênticos nas três desidratações.

QUADRO 1 — Rendimento em peso (expresso em percentagem do peso inicial de polpa) e tempo de desidratação (em horas) das passas de banana.

Resultados	Lotes		
	I	II	III
Rendimento	30	30	32
Tempo de desidratação	23	23	25

Pelo exame dos quadros de resultados observa-se que o teor inicial de  $\text{SO}_2$  na passa foi de 300 ppm no lote I e de 150 ppm no lote II e cerca de 6 ppm nas testemunhas.

Em todas as embalagens houve perda de  $\text{SO}_2$  durante o armazenamento, especialmente no Lote I. Essa perda foi menor nas amostras correspondentes à embalagem de celofane utilizada neste experimento, enquanto as demais amostras correspondentes às demais embalagens não diferiram muito entre si. No Lote II, na embalagem de celofane destinada às análises referentes aos 105 dias, houve penetração de insetos e por isso a amostra foi abandonada.

Pela análise estatística verificou-se que dentro de um mesmo período de armazenamento, somente aos 15 dias, no Lote I, é que houve uma variação significativa, ao nível de 5% de probabilidade. (QUADRO 6). Todavia, na análise conjunta, abrangendo em cada lote todos os períodos de armazenamento, pode-se observar que houve uma variação significativa ao nível de 1% de probabilidade, variação esta devida principalmente à embalagem, visto que entre as embalagens houve dife-

QUADRO 2 — Teores de SO<sub>2</sub> (em ppm) das passas de banana do Lote I, acondicionadas em diferentes embalagens, para vários períodos de armazenamento

Tempo de Armazenamento (dias)	15				45				75				105			
Amostras	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
1	36	44	87	38	25	50	100	35	207	85	122	112	97	20	89	100
2	50	53	108	42	44	56	117	84	127	64	124	164	95	87	105	119
3	109	73	164	44	141	91	197	60	90	233	163	158	104	82	174	152
MÉDIAS	65,0	56,7	119,7	40,3	70,0	65,7	138,0	59,7	141,3	127,3	136,3	144,7	98,7	63,0	122,7	123,7

LEGENDA: As letras a, b, c e d representam as amostras acondicionadas em polietileno, alumínio, celofane e "combinado", respectivamente e os números 1, 2 e 3 indicam as três passas consideradas.

rença significativa ao nível de 5% de probabilidade o que não aconteceu no fator tempo nem nas interações (QUADRO 7).

Em ambos os lotes tratados em todas embalagens, com exceção do celofane, constatou-se um fato para o qual não se conseguiu encontrar explicação plausível: as curvas dos teores de  $\text{SO}_2$  vs. tempo acusaram um pico aos 75 dias, conforme pode-se observar nos QUADROS 2 e 3, enquanto em todos os outros períodos de armazenamento os teores foram menores.

QUADRO 3 — Médias parciais dos valores de  $\text{SO}_2$  das passas de banana do Lote I, acondicionados em diferentes embalagens, para vários períodos de armazenamento (teor inicial de  $\text{SO}_2$  nas passas — 300 ppm).

Médias	Médias parciais (ppm)				Média Geral
Tempo de Armazenamento (dias)	15	45	75	105	
Amostras					
a — polietileno	65,0	70,0	141,3	98,7	93,8
b — alumínio	56,7	65,7	127,3	63,0	78,2
c — celofane	119,7	138,0	136,3	122,7	129,2
d — “laminado”	40,3	59,7	144,7	123,7	92,1

Em todas as embalagens, e a qualquer tempo de armazenamento, após 15 dias, o nível de  $\text{SO}_2$  no período manteve-se abaixo do máximo pelas normas da CNNPA o que indica ser o tratamento utilizado, adequado para a elaboração de passas de banana.

## CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos e dentro dos limites deste experimento, as seguintes conclusões podem ser tiradas:

1. As passas de banana tratadas com metabisulfito de potássio perdem anidrido sulfuroso após o processamento.

QUADRO 4 — Teores de SO<sub>2</sub> (em ppm) das passas de banana do Lote II, acondicionadas em diferentes embalagens, para vários períodos de armazenamento.

Tempo de Armazenamento (dias)	15				45				75				105*			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
1	54	83	150	29	44	20	57	55	82	99	75	88	59	72	—	47
2	48	136	84	84	24	18	97	22	99	128	131	84	60	72	—	45
3	92	29	121	48	53	40	66	51	83	107	98	84	37	46	—	46
MÉDIAS	64,7	82,5	118,3	53,7	40,3	26,0	73,3	42,7	88,0	113,3	101,3	85,3	52,0	63,3	—	46,0

NOTA — (\*) — Os valores referentes a este período de armazenamento não foram considerados na análise estatística.

2. O celofane utilizado é, entre os materiais testados, o que melhor retém o  $\text{SO}_2$  no produto.

3. O alumínio, o “combinado” e o polietileno empregados não diferem entre si quanto à retenção de  $\text{SO}_2$  nas passas de banana.

4. Os teores de  $\text{SO}_2$  encontrados no produto, desde os 15 dias de armazenamento até os 105 dias, não ultrapassam o limite estabelecido pela atual Tabela de Aditivos, da CNNPA, nas condições deste trabalho.

QUADRO 5 — Médias parciais dos valores de  $\text{SO}_2$  das passas de banana do Lote II, acondicionadas em diferentes embalagens, para vários períodos de armazenamento (teor inicial de  $\text{SO}_2$  nas passas — 150 ppm).

Médias	Médias parciais (ppm)				Média Geral
	15	45	75	105*	
Tempo de Armazenamento (dias)					—
Amostras					
a — polietileno	64,7	40,3	88,0	52,0	64,3
b — alumínio	82,5	26,0	111,3	63,3	73,3
c — celofane	118,3	73,3	101,3	—	97,7
d — “laminado”	53,7	42,7	85,3	46,0	60,6

NOTA — (\*) — Os valores referentes a este período de armazenamento não foram considerados no cálculo da média Geral.

QUADRO 6 — Análises individuais de variância para os valores de  $\text{SO}_2$ , das passas de banana dos Lotes I e II, armazenadas durante 15, 45, 75 e 105 dias.

F. de Variação	G.L.	F			
		15 dias	45 dias	75 dias	105 dias
LOTE I Tratamentos	3	4,78*	1,78	0,23	2,19
LOTE II Tratamentos	3	1,39	3,44	1,71	—

(\*) — significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 7 — Análise da variância conjunta para os valores de  $\text{SO}_2$  das passas de banana dos Lotes I e II, acondicionadas em diversas embalagens.

F. Variação	LOTE I			LOTE II		
	G.L.	Q.M.	F.	G.L.	Q.M.	F.
Tempo (T)	3	0,2377	—	2	0,4521	—
Embalagem (E)	3	0,1606	4,18*	3	0,1066	3,55*
Interação TxE	9	0,0489	1,27	6	0,0434	1,45
Tratamentos	(15)	0,1990	5,18**	(11)	0,1300	4,33**
Resíduo	32	0,9384	—	24	0,0300	—
Total	47	—	—	35	—	—

(\*) significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(\*\*) significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 8 — Médias (não transformadas) de três repetições e quatro períodos de armazenamento, dos valores de  $\text{SO}_2$  para as diversas amostras de passas de banana.

Amostras	Médias (em ppm)	
	Lote I	Lote II
a — polietileno	93,8 x,z (1)	64,3 r
b — alumínio	78,2 x	73,3 r
c — celofane	129,2 z	97,7 r s
d — "combinado"	92,1 x,z	60,6 r
i — inicial (2)	300,0 y	150,0 s

OBS.: As médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas quando comparadas pelo teste de Tukey, com  $p = 0,05$ .

A amostra i, referida acima, corresponde à passa de banana analisada logo após o processamento.

*SUMMARY***“INFLUENCE OF TYPE OF PACKAGING AND STORAGE TIME ON THE SO<sub>2</sub> RESIDUE IN BANANA FIGS”**

In the present work residual SO<sub>2</sub> in banana figs was determined after treatment with 2% potassium metabisulfite solution, packaging in aluminum foil, cellophane, polyethylene film or aluminum foil+polyethylene and stores from 15 to 105 days at room temperature.

It is concluded that: a) the product loses SO<sub>2</sub> after processing; b) the cellophane a continuous flow system.

It is concluded that: a) the product loses SO<sub>2</sub> after processing; b) the cellophane retains more SO<sub>2</sub> in the banana figs, than aluminum foil or polyethylene film; c) the amounts of SO<sub>2</sub> found in the banana figs at any time after 15 days of storage were below the limit established by the CNNPA (National Commission for Food Standards and Regulations).

**AGRADECIMENTOS**

À Direção do CENA, pelo uso dos laboratórios e equipamento de dosagem do SO<sub>2</sub>.

Ao Prof. Jaromir Ruzicka, “Expert” da Agência Internacional de Energia Atômica pelas sugestões valiosas.

Ao Departamento de Genética da ESALQ, na pessoa do Professor Assistente Engenheiro Agrônomo Natal Antonio Vello, pelo auxílio na execução da análise estatística.

**LITERATURA CITADA**

- BERGAMIN F.<sup>o</sup>, H.; E.A.G. ZAGATTO; F.J. KRUG; H. FONSECA; A.V.K.O. ANNICCHINO, M. GRANER e J.N. NOGUEIRA, 1977. Determinação de SO<sub>2</sub> em passa de banana com emprego do eletrodo com separação de ar em sistema de fluxo contínuo. Boletim Científico do CENA (Piracicaba) S.P., BC — 049.
- FONSECA, H.; J.N. NOGUEIRA; A.V.K.O. ANNICCHINO e E.G. BETKE, 1974a. Estudo preliminar da influência da concentração de SO<sub>2</sub> no controle de escurecimento enzimico da banana passa. Anais da ESALQ, XXXI: 537-553.
- FONSECA, H.; J.N. NOGUEIRA e A.V.K.O. ANNICCHINO, 1973b. Influência da interação do pré-aquecimento e da remoção da película externa, na elaboração de passas de banana. Anais da ESALQ, XXXI: 555-569.
- FONSECA, H.; J.N. NOGUEIRA e A.V.K.O. ANNICCHINO, 1974c. Influência da interação do pH da solução de metabisulfito de potássio e da remoção da película externa, na elaboração da banana passa. Anais da ESALQ, XXXI: 571-589.

- GOMES, F.P. 1973. "Curso de Estatística Experimental". 5a. Ed. Livraria Nobel S.A., São Paulo, 468 pp.
- HANSEN, E.H.; H. BERGAMIN F.<sup>o</sup> e J. RUZICKA, 1973. Determination of the bisulphite in wine by means of the Air Gap Electrode (Short Communication) — Lyngby, Chemistry Department A, The Technical University of Denmark, 6 pp.
- PONTING, J.D., 1960. The control of enzymatic browning of fruits. In: H.W. Schults, Ed. "Food Enzymes". Westport, Conn. The AVI Publ. Co., Inc., 144 pp.
- STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1960. "Principles and Procedures of Statistics". N. York, Mc Graw Hill Book Co., Inc., 481 pp.
- STEWART, J.W.B.; J. RUZICKA; F.H. BERGAMIN e E.A.G. ZAGATTO. Comparison of continuous flow spectrophotometry and potentiometry for the rapid determination of total nitrogen content in plant digest. *Anal Chem. Acta* (em publicação).
- TEIXEIRA, C.G.; 1969. Aditivos em alimentos. *Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos*, (Campinas). (18); 1-22.







Este volume foi composto e impresso na  
canton\* setenta anos de experiência gráfica  
Telefones: 291 - 2983 e 92 - 4496  
R. Lopes Coutinho, 164 - 03054 - S. Paulo

no mês de março de 1978, ano do  
centenário da morte de:  
Salomé de QUEIROGA e Francisco Adolfo de VARNHAGEN  
e centenário do nascimento de:  
Alcides MAYA e Tristão da CUNHA