

ESTABELECIMENTO DO PERFIL VOLÁTIL DA MAÇÃ ‘BRAVO DE ESMOLFE’ POR SPME-GC-QMS

*Reis, S.F.A.R. *; Rocha, S.M.; Barros, A.S.; Delgadillo, I.; Coimbra, M.A.*

Departamento de Química, Universidade de Aveiro

3810-193 Aveiro

Tel. +351-234 401 508 Fax +351-234 370 084 e-mail: sreis@dq.ua.pt

Palavras-chave: maçã ‘Bravo de Esmolfe’, microextração em fase sólida, composição volátil, colheita, armazenamento.

Resumo: O aroma é um factor determinante na identificação varietal e determinação da qualidade das maçãs. A maçã ‘Bravo de Esmolfe’ é uma variedade autóctone de Portugal à qual é atribuído um aroma muito apreciado pelo consumidor. O presente estudo tem como objectivo estabelecer o perfil volátil característico das maçãs ‘Bravo de Esmolfe’. Assim, a composição volátil desta variedade de maçã foi analisada com recurso à metodologia de microextração em fase sólida seguida de cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massa com detecção por quadupolo (SPME-GC-qMS). Foram usadas maçãs provenientes de dois porta-enxertos diferentes (PAJAM2 e MM106) que foram analisadas logo após a colheita e após armazenamento a 4°C, durante 2, 3 e 4 meses.

O perfil volátil encontrado é constituído por um composto maioritário, o *E,E*- α -farneseno, por uma numerosa família de ésteres e por alguns compostos das famílias dos álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos aromáticos, fenóis e compostos terpénicos. Verifica-se que o porta-enxerto, a disposição da árvore no pomar e a disposição do fruto na árvore não influenciam significativamente a composição volátil das maçãs. A análise por componentes principais permite distinguir maçãs após a colheita e maçãs armazenadas quatro meses a 4°C. As primeiras estão relacionadas com compostos da família dos aldeídos, hidrocarbonetos aromáticos e fenóis e as segundas estão relacionadas com compostos da família dos álcoois, dos compostos terpénicos e a maioria dos ésteres.

Sugere-se que alguns compostos, identificados pela primeira vez na composição volátil de maçãs, possam estar relacionados com o aroma varietal das maçãs ‘Bravo de Esmolfe’. São eles: o ocimeno, o cimeno, o *trans*- α -bergamoteno, a geranil acetona, o nerolidol, o farnesol e o 3-metiltio-propanoato de etilo. Estes compostos apresentam descritores de aroma cítricos e florais.

1. INTRODUÇÃO

A maçã ‘Bravo de Esmolfe’ (BE) é uma maçã regional cada vez mais apreciada pelo consumidor devido às suas características organolépticas, em especial o seu aroma. Assim, o estudo da sua composição volátil torna-se de grande importância na sua caracterização e determinação da qualidade.

Recentemente foi realizado um estudo sobre a composição volátil de maçãs BE [1]. Estudos realizados sobre a composição volátil de outras variedades de maçã permitiram identificar cerca de 300 compostos voláteis, destes apenas um número muito reduzido parece contribuir para o aroma [2,3,4]. A composição volátil do fruto depende de vários factores como por exemplo da metodologia utilizada para a sua extração e análise [2,3,4], da variedade, das práticas de cultivo, das condições climatéricas, da data de colheita do fruto e do seu estado de maturação [4,5]. No entanto, verifica-se que mesmo considerando a influência de todos estes factores, os ésteres são a família maioritária da composição volátil da maçã seguida dos álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos, éteres, hidrocarbonetos, terpenóides, norisoprenóides e lactonas [2,3,4,5].

Nos últimos anos têm sido muito utilizadas metodologias que permitem o estudo dos compostos voláteis presentes na fase de vapor envolvente de um produto (espaço de cabeça), os quais são percebidos pelo sistema olfactivo [6], sendo potencialmente responsáveis pelo aroma. Dentro destas metodologias está incluída a microextração em fase sólida (SPME) em modo de espaço de cabeça, acoplada a um sistema cromatográfico, já usada na análise da composição volátil de maçãs [7,8,9].

Este trabalho tem como objectivo estabelecer o perfil volátil da maçã BE a partir da análise da composição volátil por SPME-GC-qMS de frutos provenientes de dois porta-enxertos, duas árvores por porta-enxerto e de dois quadrantes por árvore após a colheita e ao longo do armazenamento a 4°C.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Amostras. Foram usadas maçãs ‘Bravo de Esmolfe’ colhidas na Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral (DRABL) a 25 de Setembro de 2003. As maçãs foram colhidas em dois porta-enxertos distintos (PAJAM2 e MM106). Em cada porta-enxerto foram colhidas maçãs de duas árvores seleccionadas aleatoriamente e em cada árvore a colheita foi realizada em dois quadrantes, Norte e Sul. As maçãs foram armazenadas a 4°C até ao dia da análise. As análises da composição volátil foram realizadas nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro de 2003 e Janeiro de 2004.

2.2. SPME-GC-qMS. Duas maçãs (*ca.* 300 g) foram colocadas num frasco de 1,1 L o qual permaneceu fechado durante duas horas e meia. Ao fim deste período foi introduzida a seringa de SPME, com o revestimento carbowax/divinilbenzeno (CW/DVB) 65 µm de espessura, no espaço de cabeça do frasco, a qual permaneceu no frasco durante 30 min. Todo este processo decorreu a uma temperatura constante de $25,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$, por imersão completa do frasco com a amostra num banho termostaticado. De seguida procedeu-se à separação e identificação dos compostos sorvidos por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massa com detecção por quadrupolo (GC-qMS), de acordo com Rocha *et al.*, 2000 [10].

2.3. Tratamento de dados. Às áreas normalizadas dos 108 compostos identificados por GC-qMS (amostras provenientes de dois porta-enxertos, com duas árvores por porta-enxerto, dos quadrantes norte e sul de cada árvore, num total de 8 amostras, cada uma com 1 a 5 réplicas) foi aplicado um teste de *t* emparelhado a uma distribuição normal com 95% de confiança e foi efectuada uma análise por componentes principais (PCA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição volátil da maçã ‘Bravo de Esmolfe’

Aos dados obtidos em cada fase de análise (Outubro, Novembro, Dezembro e Janeiro) foi aplicado um teste de *t* emparelhado para verificar se existia ou não uma diferença estatisticamente significativa entre frutos provenientes de diferentes quadrantes, árvores e porta-enxertos. Verificou-se que não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre quadrantes, entre árvores e entre porta-enxertos. Assim, o porta-enxerto, a árvore e a posição do fruto na árvore não têm efeitos estatisticamente significativos na composição volátil destas maçãs. Este efeito foi observado para todas as fases de análise. Na sequência destes resultados, os dados apresentados na Tabela 1 correspondem à média de todas as réplicas em cada fase de análise.

Tabela 1- Compostos voláteis e semi-voláteis identificados na maçã BE por SPME-GC-qMS, ao longo de 4 meses de armazenamento a 4°C.

n° pic o	Composto	Ident. ^a	Área cromatográfica x 10 ⁻⁷							
			Outubro		Novembro		Dezembro		Janeiro	
			n = 39	CV	n = 32	CV	n = 30	CV	n = 15	CV
Ésteres										
1	Acetato de etilo	B, C	0,23	158	0,51	93	0,93	92	2,28	53
3	Propanoato de etilo	B, C	0,25	257	0,31	109	0,58	82	1,47	55
4	2-Metil-propanoato de etilo	B, C	0,05	169	0,08	89	0,12	77	0,39	60
5	Acetato de propilo	B, C	0,05	129	0,05	62	0,06	69	0,10	58
6	Butanoato de metilo	B, C	0,04	78	0,15	66	0,40	64	0,90	59
7	2-Metil-butanoato de metilo	B, C	0,07	74	0,10	97	0,20	102	0,38	64
8	Acetato de 2-metil-propilo	B, C	0,03	88	0,06	77	0,07	63	0,11	51
9	Butanoato de etilo	B, C	2,28	102	7,82	53	9,72	70	27,77	22
10	Propanoato de propilo	B, C	0,11	128	0,12	32	3,29	147	—	—
11	2-Metil-butanoato de etilo	B, C	1,16	224	3,64	102	4,79	78	10,47	58
12	Acetato de butilo	B, C	0,58	72	1,55	44	1,96	53	2,46	35
14	Acetato de 2-metil-butilo	B, C	0,88	97	2,06	79	3,23	76	4,78	48
16	Pentanoato de etilo	B, C	0,06	32	0,12	54	0,21	58	0,59	46
17	2-Metil-butanoato de propilo	B, C	0,10	149	0,15	68	0,18	76	0,61	55
18	Propanoato de butilo	B, C	0,04	59	0,10	70	0,13	77	0,13	42
19	2-Metil-propanoato de 2-metil-propilo	B, C	0,01	36	0,02	43	0,03	60	0,07	74
20	Butanoato de 2-metil-propilo	B, C	0,02	22	0,02	46	0,04	69	0,09	46
21	E-2-Butenoato de etilo	B, C	0,03	105	0,08	71	0,12	68	0,37	50
22	Acetato de pentilo	B, C	0,12	42	0,23	27	0,36	32	0,76	32
25	Hexanoato de metilo	B, C	0,06	72	0,28	89	0,93	63	2,28	57
27	Butanoato de butilo	B, C	1,67	50	2,50	50	2,64	52	2,94	47
28	2-Metil-butanoato de butilo	B, C	0,74	113	1,12	63	0,83	60	0,79	46
29	Hexanoato de etilo	A, B, C	3,29	220	14,70	65	22,29	67	62,84	29
31	2-Metil-2-butenato de etilo	B, C	1,27	184	0,20	67	0,44	51	0,95	35
34	Butanoato de 2-metil-butilo	B, C	0,13	63	0,14	67	0,21	74	0,29	46
36	Acetato de hexilo	A, B, C	6,14	76	12,75	20	15,07	27	27,07	23
38	Hexenoato de etilo	B, C	0,04	158	0,04	72	0,07	61	0,29	44
39	Hexenoato de etilo (isômero)	B, C	0,02	93	0,03	66	0,05	71	0,13	40
40	Pentanoato de butilo	B, C	0,03	58	0,06	39	0,07	37	0,09	22
41	Butanoato de pentilo	B, C	0,22	38	0,24	51	0,26	52	0,35	33
42	Hexanoato de propilo	B, C	0,54	155	1,68	49	2,16	51	4,18	35
43	Acetato de hexenilo	B, C	0,04	41	—	—	—	—	—	—
44	2-Metil-butanoato de pentilo	B, C	0,15	104	0,20	49	0,19	79	0,26	36
45	Heptanoato de etilo	A, B, C	0,16	218	0,28	84	0,45	64	1,40	38
46	Propanoato de hexilo	B, C	0,20	110	0,49	57	1,11	39	1,07	37
47	2-Metil-propanoato de hexilo	B, C	vt	—	vt	—	vt	—	vt	—
49	E-2-Hexenoato de etilo	B, C	0,06	99	0,09	74	0,15	55	0,39	30
51	Hexanoato de 2-metil-propilo	B, C	0,08	41	0,13	40	0,19	40	0,42	29
53	Acetato de heptilo	B, C	0,05	83	0,08	31	0,08	43	0,20	29
54	E-4-Heptenoato de etilo	B, C	0,02	—	0,02	27	0,03	35	0,06	21
55	Octanoato de metilo	B, C	vt	—	0,09	45	0,20	58	0,51	56
57	Hexanoato de butilo	B, C	8,41	69	17,28	38	19,43	39	25,79	37
58	Butanoato de hexilo	B, C	4,05	66	10,04	36	12,36	36	21,42	46
59	2-Metil-2-butenato de butilo	B, C	—	—	—	—	—	—	—	—
60	2-Metil-butanoato de hexilo	B, C	5,00	131	14,12	54	13,47	42	24,38	29
61	Octanoato de etilo	A, B, C	1,69	168	6,04	66	6,97	56	20,43	31
62	Butanoato de 3-hexenilo	B, C	—	—	0,02	30	—	—	—	—
63	Hexanoato 3-metil-butilo	B, C	0,40	103	0,66	61	0,95	50	1,93	35
64	Z-4-Octenoato de etilo	B, C	0,46	64	0,18	142	0,47	149	0,08	12
66	Acetato de octilo	B, C	—	—	0,17	43	0,19	51	0,35	25
68	2,4-Hexadienoato de etilo	B, C	0,18	61	0,30	116	0,59	109	1,26	69
71	Hexanoato de pentilo	B, C	1,19	52	1,78	32	2,11	27	4,22	22
72	Octanoato de propilo	B, C	0,25	60	0,41	52	0,42	55	1,00	36
73	3-Hidroxi-butanoato de etilo	A, B, C	0,22	—	0,09	107	0,36	66	0,66	96
74	Nonanoato de etilo	B, C	—	—	0,08	51	0,07	63	0,31	22
75	E-2-Octenoato de etilo	B, C	0,08	51	0,33	109	0,50	74	1,64	41
76	2-Butenoato de hexilo	B, C	0,03	27	0,12	31	0,16	41	0,34	48
78	3-(Metilíto)-propanoato de etilo	B, C	0,04	21	0,05	60	0,08	85	0,39	71
80/	Hexanoato de hexilo + Octanoato de butilo	B, C	11,24	87	22,64	36	26,22	31	49,49	39
81										
82	2-Metil-2-butenato de hexilo	B, C	—	—	—	—	—	—	—	—
83	4-Decenoato de metilo	B, C	0,07	—	0,07	58	0,15	54	0,38	42
84	Decanoato de etilo	B, C	vt	—	0,68	87	0,33	69	0,80	44
86	Hexanoato de Z-3-hexenilo	B, C	0,11	83	vt	—	0,14	95	—	—
87	Benzoato de etilo	B, C	0,23	12	0,12	62	0,13	25	0,15	32
88	Octanoato de 2-metil-butilo	B, C	0,16	104	0,19	51	0,28	47	0,35	35
90	E-4-Decenoato de etilo	B, C	0,45	122	0,94	72	1,06	69	2,53	46
92	Octanoato de pentilo	B, C	0,15	78	0,22	36	0,26	38	0,60	28
93	Acetato de benzilo	B, C	0,01	83	0,03	46	0,04	28	0,08	45
96	Octanoato de hexilo	B, C	0,30	109	0,56	40	0,49	39	0,80	45
98	Decanoato de butilo	B, C	—	—	0,04	35	0,03	13	—	—
99	E-2-Z-4-decadienoato de etilo	B, C	0,11	98	0,45	114	0,52	81	1,31	46
100	Dodecanoato de etilo	B, C	0,12	66	0,17	90	0,15	73	0,35	45
104	3-Hidroxi-octanoato de etilo	B, C	0,07	—	0,14	83	0,12	52	0,18	56
	Subtotal (área cromatográfica)		49,90	81	128,23	20	156,86	19	317,57	11
	Subtotal (%)		39,65	30	39,98	15	49,59	17	53,64	16
Compostos terpênicos										
23	Limoneno	A, B, C	vt	—	vt	—	vt	—	vt	—
32	Ocimeno	B, C	0,05	86	0,05	27	0,04	86	0,09	36
50	Cimeno	B, C	vt	—	vt	—	vt	—	vt	—
94	trans- α -Bergamoteno	B, C	0,14	86	0,46	89	0,76	52	1,89	53
95	E,E- α -Farneseno	B, C	71,32	70	195,38	31	158,91	30	274,18	28
101	Geranyl acetona	B, C	0,07	57	0,15	—	0,10	43	—	—
102	Nerolidol	A, B, C	vt	—	0,13	48	0,14	58	0,44	43
105	Farnesol	B, C	0,03	42	0,13	46	0,13	53	0,46	33
107	Dendrolasina	B, C	0,11	64	0,56	81	0,58	60	1,18	71
	Subtotal (área cromatográfica)		71,52	70	196,57	31	160,50	30	278,10	28
	Subtotal (%)		57,29	22	59,25	10	49,55	18	45,49	19

Tabela 1 (continuação)

n° pic o	Composto	Ident. ^a	Área cromatográfica x 10 ⁻⁷							
			Outubro		Novembro		Dezembro		Janeiro	
			n = 39	CV	n = 32	CV	n = 30	CV	n = 15	CV
Alcoois										
2	Etanol	A, B, C	0,18	123	0,35	85	0,55	95	1,13	72
24	Butanol	A, B, C	0,06	31	0,10	29	0,20	46	0,43	47
30	2-Metil-1-butanol	B, C	0,16	106	0,28	44	0,17	56	0,53	—
52	Hexanol	A, B, C	0,52	80	0,83	20	0,98	34	1,66	19
65	6-Metil-5-hepteno-2-ol	B, C	—	—	0,16	100	0,26	41	0,74	37
70	2-Etil-1-hexanol	B, C	0,08	42	0,05	36	—	—	0,21	63
79	Octanol	A, B, C	0,04	92	0,07	43	0,09	38	0,24	36
	Subtotal (área cromatográfica)		0,80	75	1,48	28	2,08	35	4,23	17
	Subtotal (%)		0,68	33	0,46	24	0,65	31	0,71	19
Outros										
13	Etilbenzeno	B;C	0,01	39	—	—	0,02	31	—	—
15	<i>p</i> -Xileno	B;C	0,04	42	0,03	43	0,03	35	vt	—
26	<i>o</i> -Etil-tolueno	B, C	0,03	124	0,02	40	0,02	42	—	—
33	Vinilbenzeno	B, C	0,04	34	0,04	65	0,04	37	0,07	28
35	1,3,5-Trimetilbenzeno	B, C	0,04	38	0,02	56	0,05	41	0,11	31
37	Octanal	B, C	0,05	49	0,01	41	0,05	39	0,06	—
48	6-Metil-5-hepteno-2-ona	B, C	0,14	53	vt	—	0,30	23	vt	—
56	Nonanal	B;C	0,15	60	vt	—	0,04	28	—	—
67	Ácido acético	A, B, C	1,75	115	0,33	55	0,19	—	—	—
69	Decanal	B, C	0,12	66	0,07	65	—	—	0,25	44
77	Ácido propanóico	B, C	0,48	180	0,09	57	0,08	32	0,16	—
85	Ácido butanóico	B, C	1,27	98	0,70	78	0,40	51	0,51	23
89	Estragol	B, C	vt	—	vt	—	vt	—	vt	—
91	Ácido 2-metil-hexanóico	B, C	0,13	82	0,08	44	0,08	32	0,08	7
97	Anisol	B, C	0,07	43	—	—	—	—	—	—
103	Ácido hexanóico	A, B, C	0,04	71	0,18	70	—	—	0,15	21
106	2,6- <i>bis</i> -(1,1-dimetiletil)-4-metil-fenol	B, C	0,59	29	0,36	45	0,23	46	0,27	46
108	2,4,6- <i>Tri-sec</i> -butilfenol	B, C	0,11	46	—	—	0,18	—	—	—
	Subtotal (área cromatográfica)		2,17	105	0,96	66	0,66	46	0,92	28
	Subtotal (%)		2,40	81	0,30	68	0,21	44	0,16	31
	Total		124,40	67	327,25	24	320,10	18	600,82	14

a) A-espectro de massa e tempo de retenção coincide com o padrão puro injectado; B-espectro de massa proposto pela base de dados Wiley 275; C-espectro de massa coincide com o espectro encontrado na literatura. vt- vestigial, área cromatográfica menor que 1×10^5 .

Foram identificados um total de 108 compostos na composição volátil da maçã BE, 74 ésteres, 9 compostos terpénicos, 7 álcoois, 5 ácidos, 5 hidrocarbonetos aromáticos, 4 fenóis, 3 aldeídos e 1 cetona. As famílias responsáveis pela quase totalidade da área cromatográfica total são os ésteres e os compostos terpénicos, que representam 40-54% e 45-59%, respectivamente.

Os ésteres com maior percentagem de área são o hexanoato de hexilo, 2-metil-butanoato de hexilo, hexanoato de butilo, butanoato de hexilo, octanoato de etilo, 2-metil-butanoato de butilo, acetato de hexilo, hexanoato de etilo, butanoato de butilo, 2-metil-butanoato de etilo, acetato de 2-metil-butilo e butanoato de etilo. Todos estes compostos, com excepção do 2-metil-butanoato de hexilo, octanoato de etilo e 2-metil-butanoato de butilo, são compostos descritos como contribuindo individualmente para o aroma da maçã, com descritores de aroma frutados e florais [3]. O 2-metil-butanoato de etilo e acetato de 2-metil-butilo foram descritos como sendo os que mais contribuem para o aroma das maçãs “Fuji” [11,12].

Foi identificado um éster que pertence à família dos compostos de enxofre, o 3-metiltio-propanoato de etilo. Os compostos que pertencem a esta família são conhecidos por possuírem limites de percepção sensorial muito baixos ($\mu\text{g/L}$, em água) [13] e os descritores de aroma encontrados para este composto são o cítrico e o frutado, pelo que é provável que o 3-metiltio-propanoato de etilo seja um composto importante no aroma da maçã BE.

O *E,E*- α -farneseno é o composto maioritário do cromatograma, o que está de acordo com o facto deste composto ser o composto maioritário característico das frutas pomóideas [3], onde se incluem as maçãs. Os restantes compostos terpénicos o limoneno, o ocimeno, o cimeno, o *trans*- α -bergamoteno, a geranyl acetona, o nerolidol, o farnesol e a dendrolasina, representam uma pequena percentagem de área total. Alguns destes compostos têm limites de percepção sensorial muito baixos ($\mu\text{g/L}$, em água) e descritores de aroma a cítrico e floral [13], facto pelo qual se tem dado um destaque especial a estes compostos.

3.2. Efeito do armazenamento a 4°C na composição volátil da maçã ‘Bravo de Esmolfe’

Pela Figura 1 verifica-se um aumento na área total dos compostos voláteis ao longo do armazenamento. Este aumento é mais visível dos meses de Outubro para Novembro e de Dezembro para Janeiro. De acordo com a tabela 1, este comportamento deve-se principalmente ao aumento dos ésteres e dos compostos terpénicos. O aumento da área cromatográfica total dos ésteres observado ao longo do armazenamento foi também referido por outros autores em maçãs de outras variedades [8,14,15]. O aumento de área mais significativo foi observado para o hexanoato de etilo, composto considerado na literatura como muito importante no aroma das maçãs, cujo descriptor se caracteriza por aroma a maçã, verde e doce [3]. Na família dos compostos terpénicos o aumento mais significativo foi observado para o *E,E*- α -farneseno, podendo estar o seu aumento relacionado com a proximidade da senescência [9].

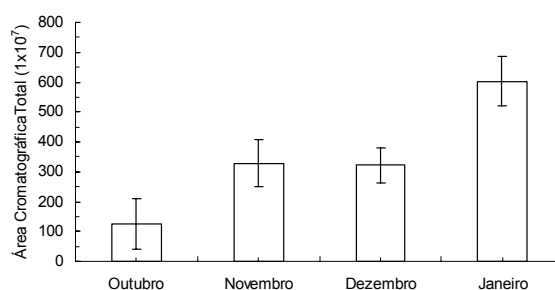


Figura 1 – Áreas cromatográficas totais dos compostos voláteis e semi-voláteis da maçã BE, observadas ao longo dos quatro meses de armazenamento a 4°C.

Com o objectivo de estudar as principais fontes de variabilidade presentes nos dados obtidos assim como estabelecer relações entre as amostras em cada fase de análise e os diferentes compostos identificados, foi aplicada uma análise por componentes principais aos dados obtidos para o porta-enxerto PAJAM2 e para o porta-enxerto MM106 (Figura 2). Na Figura 2a observa-se que o PC1 explica 34% da variabilidade das amostras, podendo ser definidos três grupos. O grupo situado no PC1 negativo corresponde às amostras do mês de Outubro; o grupo situado próximo da origem corresponde às amostras de Novembro e Dezembro; o grupo situado no PC1 positivo corresponde às amostras de Janeiro. Ou seja, observa-se uma clara distinção entre as amostras analisadas em Outubro (logo após a colheita) e as amostras analisadas em Janeiro (após 4 meses de armazenamento a 4°C). A observação da Figura 2a permite também verificar que não é possível distinguir maçãs provenientes dos diferentes porta-enxertos, confirmando assim o resultado obtido para o teste de *t* emparelhado aplicado. Pela análise das contribuições factoriais (Figura 2b) as amostras de Outubro relacionam-se com aldeídos, hidrocarbonetos aromáticos e fenóis. As amostras do mês de Janeiro, estão relacionadas com a maioria dos ésteres e compostos terpénicos. Estes resultados estão de acordo com o descrito na literatura, em que os aldeídos têm sido relacionados com estados de maturação precoce das maçãs [3], sendo observada a sua diminuição ao longo do armazenamento a frio [3,15]. O teor de ésteres está relacionado com os estados de maturação mais avançados das maçãs [3,15].

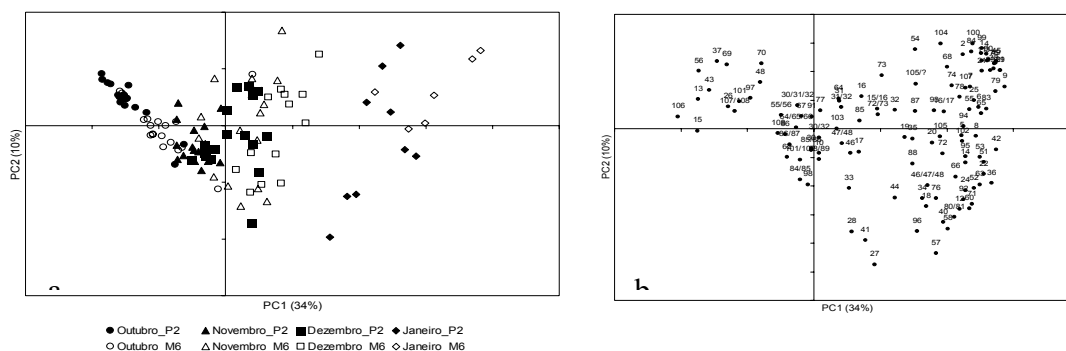


Figura 2 – Análise por componentes principais das áreas normalizadas de todos os compostos identificados, nos quatro meses de armazenamento a 4°C, para o porta enxerto PAJAM2(P2) e MM106 (M6). (a) coordenadas factoriais, (b) contribuições factoriais.

3.3. Perfil volátil da maçã ‘Bravo de Esmolfe’

O perfil volátil das maçãs ‘Bravo de Esmolfe’ é constituído pelo *E,E*- α -farneseno, por uma numerosa família de ésteres e por outros compostos das famílias dos compostos terpénicos, álcoois, ácidos, hidrocarbonetos aromáticos, fenóis, aldeídos e cetonas. Alguns destes compostos são comuns com outras variedades de maçãs e têm sido referidos como compostos que contribuem individualmente para o aroma. Foram, no entanto, identificados pela primeira vez na composição volátil das maçãs ‘Bravo de Esmolfe’ compostos que pertencem a famílias que se caracterizam por possuírem limites de percepção sensorial baixos, como sejam os compostos terpénicos e os compostos de enxofre: ocimeno, cimeno, *trans*- α -bergamoteno, geranyl acetona, nerolidol e farnesol e o éster 3-metiltio-propanoato de etilo. Estes compostos, que apresentam descritores de aroma cítricos e florais podem estar relacionados com o aroma varietal das maçãs ‘Bravo de Esmolfe’.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao projecto AGRO N°158 pelo apoio financeiro e à Eng.^a Arminda da DRABL pelo fornecimento das maçãs usadas.

4. Referências

- [1] – S.F.A.R. Reis, – Dissertação de mestrado em Química e Qualidade dos Alimentos, Universidade de Aveiro, Portugal (2006).
- [2] – P.S. Dimick, J.C. Hosckin – Crit. Rev. Food Sci. Nutr., **18** (1981) 387.
- [3] – I.D. Morton, A.J. Macleod (Ed.) – *Food Flavors- PartC- The Flavour of Fruits*, Elsevier (1990).
- [4] – J. Dixon, E.W. Hewett – New Zeal. Crop Hort., **28** (2000) 155.
- [5] – J.P. Mattheis, J.K. Fellman – Postharvest Biol. Technol., **15** (1999) 227.
- [6] – F. Augusto, A.L. Lopes, C.A. Zini – Trends Anal. Chem., **22** (2003) 160.
- [7] – A.J. Matich, D.D. Rowan, N.H. Banks – Anal. Chem., **68** (1996) 4114.
- [8] – S. Lurie, C. Pre-Aymard, U. Ravid, O. Larkov, E. J. Fallik – Agric. Food Chem., **50** (2002) 4251.
- [9] – G. Paliyath, M.D. Whiting, M.A. Stasiak, D.P. Murr, B.S. Clegg – Food Research International, **30** (1997) 95.
- [10] – S. Rocha, P. Coutinho, A. Barros, M. A. Coimbra, I. Delgadillo, A. D. Cardoso, – J. Agric. Food Chem. **48** (2000) 4802.
- [11] – G. Echeverría, M.T. Fuentes, M.L. López – J. Sci. Food Agric. **84** (2003) 5.
- [12] – P. Komthong, S. Hayakawa, T. Katoh, N. Igura, M. Shimoda – Lebensm.-Wiss. u- Technol., **39** (2006) 472.
- [13] – H.D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle – *Food Chemistry*. Springer Verlag (2004).
- [14] – J.P. Mattheis, D.A. Buchanan, J.K. Fellman – J. Agric. Food Chem, **43** (1995) 194.
- [15] – R.L. Rouseff, M.M. Leahy (Ed) – *Fruit Flavors- Biogenesis, Characterization, an Authentication*, American Chemical Society (1995).