

1 **Dinámica de la acumulación de ácidos grasos en aguacate (*Persea americana* Mill.) selección**  
2 **'Méndez'**

3 ***Campos, R.E.<sup>1</sup>; SantaCruz, U.E.<sup>2</sup>; Florez, M.A.J.<sup>1</sup>; Rivera, G.M.<sup>2</sup>, Rodríguez-Pérez, J.E.<sup>1</sup>***

4 **<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo Departamento de Fitotecnia. Academia de Fruticultura. <sup>2</sup>Centro**  
5 **de Investigaciones Agrícolas de Michoacán (CIAMICH, A.C.). Correo-e: [educamro@yahoo.com.mx](mailto:educamro@yahoo.com.mx)**  
6 **(autor responsable)**

7

8

**RESUMEN**

9 Se estudió la dinámica de acumulación de ácidos grasos durante el desarrollo del fruto de aguacate,  
10 selección Méndez, en tres huertos comerciales, ubicados en los municipios de Zirahuen, Ziracuaretiro y  
11 Uruapan, Michoacán. Se realizaron tres extracciones de aceite por cada localidad, utilizando cinco frutos  
12 por extracción. Para caracterizar el aceite crudo se utilizó una muestra compuesta por las tres  
13 repeticiones, a la cual se evaluó su perfil lipídico. Se identificaron 37 ácidos grasos en el aceite de la  
14 pulpa del aguacate 'Méndez'. Los ácidos grasos insaturados principales fueron: ácido oleico (C<sub>18:1</sub>) con  
15 una fluctuación por localidad (Ziracuaretiro, Zirahuen y Uruapan) de 61.2, 55.8 y 63.5%, seguido por el  
16 ácido linoléico (C<sub>18:2</sub>) con 11.15, 8.67, 12.08%; el ácido palmitoleico (C<sub>16:1</sub>) con 7.38, 6.2 y 8.7%; el ácido  
17 esteárico (C<sub>18:0</sub>) con 1.15, 0.75 y 1.83%; ácido linolénico con 1.82, 1.92 y 2.64%; y ácido palmítico (C<sub>16:0</sub>)  
18 (18.5, 16.9 y 19.7%, respectivamente. Las características físicas, químicas y organolépticas de la  
19 selección 'Méndez' fueron similares a 'Hass'.

20

21 **Palabras clave: lípidos, aceite de aguacate, ácido oleico.**

22

23

**ABSTRAC**

24 We studied the dynamics of accumulation of fatty acids during avocado fruit development, Mendez  
25 selection in three commercial orchards located in the municipalities of Zirahuen, Ziracuaretiro and  
26 Uruapan, Michoacan. There were three oil extractions for each locality, using five fruits per extraction. To  
27 characterize the crude oil used a sample of the three replicates, which was evaluated lipid profile. Were  
28 identified 37 fatty acids in pulp oil of the avocado 'Mendez'. The main unsaturated fatty acids were oleic  
29 acid (C<sub>18:1</sub>) with a range of locality (Ziracuaretiro, Zirahuen and Uruapan) of 61.2, 55.8 and 63.5%;  
30 followed by linoleic acid (C<sub>18:2</sub>) with 11.15, 8.67, 12.08%; palmitoleic acid (C<sub>16:1</sub>) with 7.38, 6.2 and 8.7%;  
31 stearic acid (C<sub>18:0</sub>) with 1.15, 0.75 and 1.83%; linolenic acid with 1.82, 1.92 and 2.64%; and palmitic acid  
32 (C<sub>16:0</sub>) (18.5, 16.9 and 19.7%, respectively. The physical, chemical and organoleptic selection 'Mendez'  
33 was similar to 'Hass'.

34 **Key words: lipids, avocado oil, oleic acid.**

35

## INTRODUCCIÓN

36 El aguacate presenta durante el desarrollo del fruto, un incremento en el contenido de aceite y una  
37 disminución en su porcentaje de humedad, lo que es utilizado como índice de madurez, afectando su  
38 palatabilidad (Olaeta y Undurraga, 1995). Debe notarse que el aumento en el tamaño del aguacate,  
39 difiere de muchas otras frutas en las cuales la división celular da una mayor contribución al aumento de  
40 tamaño del pericarpio, mientras el tamaño máximo de las células se mantiene constante. En cambio en el  
41 aguacate se presentan procesos de elongación y división celular durante el crecimiento del fruto, el cual  
42 es del tipo simple sigmoideo y esto ocurre mientras sigue unido al árbol (Schröder, 1987). La  
43 determinación del momento óptimo de cosecha del fruto de aguacate es difícil, y por eso en algunos  
44 países se han determinado niveles mínimos de aceite que garanticen una buena aceptabilidad. Por  
45 ejemplo, para 'Hass', Estados Unidos exige un 8%, e Israel un 9%. Los lípidos constituyen entre un 50 a  
46 75% de la materia seca del fruto de aguacate y entre 4 a 20% de la materia fresca. Se ha encontrado que  
47 el aceite del aguacate contiene ácidos grasos insaturados, los cuales son importantes por su acción  
48 anticolesterolémica (Luza, 1981).

49 En el mesocarpio de aguacate (*Persea americana*) se encuentran células especializadas llamadas  
50 idioblastos, que en muchas plantas dicotiledóneas almacenan aceites, grasas, lípidos, terpenos,  
51 agliconas flavonoides, sesquiterpenlactonas y acetogeninas (Platt y Thomson, 1992).

52 Es importante señalar que el ácido graso dominante en la aguacate es el oleico (70 a 80%), el cual se  
53 acumula en las células preferentemente bajo forma de triglicéridos (Ramos-Jerz, 2007).

54 Otros ácidos grasos que se forman con el desarrollo del fruto, si bien en proporciones muy inferiores al  
55 oleico son: linoleico (10 a 11%) y palmítico (casi 7%). También aparecen trazas de ácido esteárico,  
56 mirístico, linolénico y araquídico. En cualquier caso los ácidos grasos insaturados prevalecen en la  
57 composición, haciendo el aceite de aguacate muy apto para la alimentación. Comparando el índice de  
58 yodo con otros alimentos este posee un valor más alto que otros aceites lo que supone que la formación  
59 de colesterol sea reducida (Calabrese, 1992), porque a mayor índice de yodo menor es la presencia de  
60 ácidos grasos saturados. En cuanto a la distribución de aceite en aguacate 'Hass', se tiene una marcada  
61 inclinación en el porcentaje de peso seco (contenido de aceite), entre el tejido cercano al punto de  
62 inserción del tallo (31.6%) y la semilla (16.8%) (Schöder, 1987). El tejido que rodea a la semilla muestra  
63 una mayor cantidad en el extremo próximal, siendo este último el lugar donde se encuentra la menor  
64 cantidad de aceite de la fruta (Schröder, 1987).

65 La composición del aceite crudo de aguacate, contiene alrededor de 80 a 85% de ácidos grasos  
66 insaturados, así como un importante nivel de materia insaponificable (Olaeta, 1990). Human (1987)  
67 reporta en aguacate 'Edranol', que el ácido oleico se presenta en mayor cantidad con un 70.5%, seguido  
68 del palmítico y linoléico con 11.8 y 9.5%, respectivamente.

69

70 La determinación de la evolución de los componentes del aceite de aguacate, es de particular  
71 importancia para su posible aprovechamiento industrial, principalmente en la industria cosmética, en la  
72 alimentación humana (mayor nivel de ácidos grasos insaturados determina una mejor calidad  
73 organoléptica) (Requejo-Tapia, 1999). Por lo anterior el objetivo de la presente investigación fue  
74 caracterizar la acumulación de ácidos grasos durante el desarrollo del fruto de aguacate selección  
75 Méndez, y su posible empleo como indicador de la madurez.

## 76 **MATERIALES Y MÉTODOS**

77 El presente estudio se realizó en tres municipios de franja aguacatera del estado de Michoacán  
78 (Zirahuen, Ziracuaretiro y Uruapan). Se tomaron cinco frutos de cuatro árboles por huerto comercial. Los  
79 árboles marcados en las tres localidades tuvieron un manejo similar. Los árboles presentaban una edad  
80 de 8 años, injertados sobre portainjerto criollo. La selección Méndez florece de abril a julio 70 a 90%, el  
81 resto de la flor ocurre de agosto a octubre, no existe ninguna floración de Méndez durante de diciembre a  
82 marzo. Su fruta es redonda, rugosa y de color negro, principalmente se cosecha durante febrero a mayo  
83 y algunas veces de mayo a julio. El estudio se realizó de julio de 2009 a septiembre de 2010. El análisis  
84 de los fruto se realizó en el Laboratorio de Fisiología de Frutales de la Universidad Autónoma Chapingo.

85 La determinación de grasas (desde amarre (F1), a cosecha (F7)), se realizó con modificaciones a la  
86 propuesta de Cruz-Castillo *et al.* (2007). Por cada fecha de muestreo, se tomó 20 g de pulpa de de los  
87 frutos cosechados, se agregaron 15 ml de cloroformo y se agitó la mezcla por 5 min. Posteriormente, se  
88 agregaron 30 ml de metanol y se agito la mezcla por otros 5 min, adicionando 15 ml de cloroformo para  
89 agitar por 5 min más. La mezcla se centrifugó y se separó la fracción clorofórmica (fase inferior) hasta  
90 recuperar todos los aceites que se depositaron en un matraz. Este se colocó en un rotavapor para  
91 eliminar el cloroformo restante y se determino el contenido de lípidos por diferencia de peso. Para la  
92 cuantificación de los ácidos grasos se produjeron los metil ésteres por el método descrito por  
93 International Olive Oil Council (IOOC, 2008), con modificaciones. 0.2 ml de NaOH (2N), metanólico  
94 anhidro fue adicionado a 0.1 g de extracto de aceite de pulpa de aguacate en 2 ml de hexano. La mezcla  
95 se agitó vigorosamente por 30 s y se dejó reposar para la estratificación de las fases.

96  
97 La capa orgánica de hexano contiene a los metil ésteres y fue separada por decantación y mantenidas a  
98 5°C por no más de 12 h asta ser utilizado. El sistema cromatográfico para la cuantificación, consistió de  
99 un cromatógrafo de gases HP-5890 II, equipado con un detector de ionización de flama.

100 Las condiciones cromatográficas fueron: columna de 25 m x 0.32 mm HP-20M carbowax; He, 1.6 ml/min;  
101 50°C, 2 min, 50 - 190°C,  $\Delta$  4°C/min, 190°C, 3 min; temperatura del inyector y del detector: 205°C y 250°C  
102 respectivamente; flujo ~ 0.8 ml/min; 1  $\mu$ l de inyecoon. La cuantificación se realizó por comparación de los  
103 tiempos de retención de las muestras con los datos registrados por estándares calibrados (RESTEK #  
104 Cat. 35077), bajo las mismas condiciones de trabajo.

105

106 **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

107  
108 A partir de la cuantificación de los ácidos grasos y con la obtención de los metil ésteres se determinó la  
109 presencia de 16 ácidos grasos en promedio por fecha de muestreo ((amarre (F1) a fruto maduro (F7))  
110 (**Cuadro 1**). La concentración y presencia de los ácidos grasos presentes se modifico conforme el fruto  
111 va logrando su madurez de corte.

112

113 **Cuadro 1. Ácidos grasos (metil ester) presentes en la pulpa de aguacate selección Méndez.**

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

Nombre del ácido metil ester
Butírico
Caproico (Hexanoic acid)
Cáprico (Decanoic acid)
Undecanoico
Láurico (Dodecanoic acid)
Pentadecanoico
Palmítico (Hexadecanoic acid)
Palmitoleico (cis-9-Hexadecenoic acid)
Heptadecanoico
Cis-10-Heptadecanoico
Esteárico (Octadecanoic acid)
Elaidico (trans-9-Octadecenoic acid)
α-Linolénico (cis-9,12,15-Octadecatrienoic acid)
Cis-11-Eicosenoico
Cis-11,14-Eicosadienoico
Cis-8,11,14- Eicosatrienoico

129 El ácido oleico es el principal ácido graso acumulado durante el periodo de crecimiento, en tanto que los  
130 ácidos palmítico, palmitoleico y linoleico se manifiestan ácidos grasos de menor acumulación en  
131 aguacate Méndez, similar al patrón que exhibe 'Hass', como lo reportado por (Razeto, 2001).

132

133 El rendimiento total de aceite se determinó con base en el peso del aceite extraído, se calculó la  
134 cantidad de aceites totales como: %AcT = (Peso del aceite extraído / peso inicial de la muestra  
135 homogenizada) x 100. El porcentaje total de ácidos grasos presentes en la pulpa de aguacate Méndez se  
136 presenta en el **Cuadro 2**.

137

138

139

140

141

142  
143

**Cuadro 2. Ácidos grasos totales (%AcT) presentes en la pulpa de aguacate selección Méndez.**

Municipio	Fecha de Muestreo						144
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	145
<b>Ziracuaretiro</b>							<del>F7</del>
<b>PULPA SECA (g)</b>	16.00	44.00	55.21	50.00	50.00	50.00	30.10
<b>RENDIMIENTO (g)</b>	3.22	3.09	5.11	3.05	6.41	11.361	6.55
<b>PORCENTAJE (%)</b>	20.54	6.97	9.26	6.10	13.00	22.72	21.83
<b>Uruapan</b>							
<b>PULPA SECA (g)</b>	15.67	13.91	50.00	50.00	30.00	50.00	50.00
<b>RENDIMIENTO (g)</b>	3.22	0.61	4.24	4.72	5.053	4.762	9.72
<b>PORCENTAJE (%)</b>	20.54	4.3	8.48	9.43	16.84	9.52	19.45
<b>Zirahuen</b>							
<b>PULPA SECA (g)</b>	3.84	2.69	55.00	30.00	50.00	50.00	50.00
<b>RENDIMIENTO (g)</b>	0.12	0.28	5.11	1.84	6.125	3.09	9.72
<b>PORCENTAJE (%)</b>	3.13	10.41	9.26	6.13	12.25	6.17	19.45

148 F=Fecha de muestreo: 1=6/11/009, 2=12/12/09, 3=24/01/10, 4=13/02/10, 5=06/04/10 6=16/06/10,  
149 7=07/09/10.

150

151 Como se aprecia en el Cuadro 2, el mayor porcentaje de ácidos grasos se tiene al momento del amarre  
152 de fruto (F1), después decae y aumenta próximo a la madurez del fruto (F7).

153 En Ziracuaretiro el %AcT varió de 20.54 a 6.1%, en Uruapan la variación del %AcT fue de 20.54 a 4.3% y  
154 en Zirahuen la variación fue de 3.13 a 19.45%. La acumulación total de aceites esta correlacionada con  
155 el peso del fruto, el tamaño y el contenido de aceite, por lo que se presenta una gran variación del  
156 contenido de aceite entre los frutos provenientes de árboles y localidades diferentes (Silva, 1994).

157 Este fue el caso al observar frutos más grandes (no se muestran datos) que se obtuvieron en Zirahuen y  
158 Ziracuaretiro y los más pequeños en Uruapan. Olaeta *et al.* (1999), señala para la variedad Hass  
159 porcentajes de aceite, al llegar a la madurez, que fluctúan entre 12.9 y 14.6%; rangos superados por la  
160 selección Méndez en las localidades estudiadas. Silva (1994) ha demostrado que el contenido de aceite  
161 está estrechamente ligado a la fecha de floración (Octubre). Mientras más tarde ocurre más bajo es el  
162 contenido de aceite, como lo es cuando la floración se presenta de diciembre a enero..

163 En el presente estudio la mayor concentración de total de aceite en Méndez se puede atribuir la floración  
164 temprana que tiene Méndez. La selección Méndez florece de abril a julio 70 a 90%, el resto de la flor  
165 ocurre de agosto a octubre, no existe floración de diciembre a marzo.

166 Se determinó la composición de ácidos grasos de los aceites, a través de cromatografía de gases,  
167 señalándose el contenido de los ácidos más importantes (**Cuadro 3**).

169

170

171

172 **Cuadro 3. Porcentaje de ácidos grasos saturados e insaturados en aceite de aguacate selección**  
 173 **Méndez.**  
 174

Municipio	Ácidos Grasos (%)			
	Total Saturados	Total insaturados	Mono insaturados	Polinsaturados
Uruapan	8.9	91.1	78.6	21.4
Zirahuen	14.5	85.5	87.9	12.1
Ziracuaretiro	9.8	90.2	85.1	14.9

175  
 176  
 177 El aceite de guacate como ya se mencionó, está constituido principalmente por ácidos grasos insaturados  
 178 con un alto porcentaje de monoinsaturados (Esteban, 1993). Los resultados cromatográficos de este  
 179 estudio corroboran esta información, obteniéndose para la selección Méndez en los tres Municipios  
 180 evaluados, un contenido de ácidos grasos monoinsaturados que fluctúa entre 78.6 y 87.9%.

181 El contenido de ácidos grasos saturados fluctuó entre 8.9 y 14.5%. El porcentaje total de ácidos grasos  
 182 insaturados fluctuó en general entre 85.5 y 90.2%. Olaeta (1990) menciona que el aceite crudo de  
 183 aguacate 'Hass' contiene alrededor de 80 a 85% de ácidos grasos insaturados.

184 Como un avance de este trabajo inicial solo se reporta el perfil para tres fechas de muestreo (en amarre  
 185 (F1), fecha intermedia del desarrollo del fruto (F4) y fruto maduro (F7) señalándose el contenido de los  
 186 ácidos más importantes así como su dinámica de acumulación.

187 En este estudio, se identificaron cuatro ácidos grasos en el aceite de la pulpa de las muestras aguacate  
 188 Méndez en Uruapan-F1, Zirahuen-F1 y Ziracuaretiro-F1. Los resultados obtenidos muestran que los  
 189 ácidos grasos insaturados principales fueron: ácido linoleico C<sub>18:2</sub> (0, 5.84 y 47.22%); ácido oleico C<sub>18:1</sub> (0,  
 190 0 y 0%); ácido palmítico C<sub>16:0</sub> (1.71, 0.12 y 1.5%); ácido esteárico C<sub>18:0</sub> (0, 0 y 15.42%).

191 El aceite de la pulpa de las muestras Uruapan-F4, Zirahuen-F4 y Ziracuaretiro-F4. Los resultados  
 192 obtenidos muestran que los ácidos grasos principales fueron: ácido oleico C<sub>18:1</sub> (0, 7.81, 0%); ácido  
 193 linoleico C<sub>18:2</sub> (0, 9.99 y 0%); ácido palmítico C<sub>16:0</sub> (0.95, 0.67 y 1.95%) y ácido esteárico C<sub>18:0</sub> (0, 12.0 y  
 194 3.37).

195 Mientras que para Ziracuaretiro-F7, Uruapan-F7 y Zirahuen-F7. Los resultados obtenidos muestran que  
 196 los ácidos grasos insaturados principales fueron el ácido oleico C<sub>18:1</sub> con 61.2, 55.8 y 63.5%; como  
 197 componente mayoritario; ácido linoleico C<sub>18:2</sub> con 11.15, 8.67, 12.08%; ácido palmítico C<sub>16:0</sub> (7.38, 6.2 y  
 198 8.7%) ; ácido esteárico C<sub>18:0</sub> con 1.15, 0.75 y 1.83%.

199 Como se aprecia el ácido oleico se acumula al final del crecimiento del fruto y muestra una mayor  
 200 concentración, y los ácidos grasos que se mantiene estables al o largo del crecimiento son el palmítico y  
 201 esteárico, este ultimo disminuye su concentración conforme madura el fruto y se detecta la presencia de  
 202 ácido oleico.

203 En un estudio realizado en Chile por Costa (2000), el porcentaje de ácido oleico alcanzó a 75.1% en  
 204 'Fuerte'. Las especificaciones señaladas para aceite de aguacate comercial en California, indican que  
 205 debe presentar un porcentaje máximo de ácidos grasos saturados de 16.0%.

206 Para el ácido palmítico (C16:0) el rango fluctúa entre 5.0 y 25%, un máximo de 3.0% de ácido esteárico  
207 (C18:0) y un rango de ácido oleico entre 50 y 74%. Los aceites obtenidos en el presente estudio están  
208 dentro de los rangos señalados.

209  
210 En México, los frutos de 'Hass' deben ser cosechados por encima de 26% de materia seca (11% de  
211 aceite). La calificación de "muy agradable" por los jueces del panel sensorial se alcanza con 32% de  
212 materia seca, lo que equivale a 14.5% de aceite (Esteban, 1993).

213  
214 Con respecto a Méndez no se ha determinado este parámetro y se maneja el mismo establecido para  
215 'Hass'. El nivel de "muy agradable" en ese juicio corresponde al 16.05% de aceite en los frutos. Se  
216 detectó una disminución de los contenidos de ácido oleico a medida que la fruta sobrepasaba su nivel  
217 óptimo de madurez de cosecha, lo cual coincide con lo reportado por Olaeta *et al.* (1999). Es así como la  
218 calidad del aceite de aguacate radica principalmente por su estabilidad inferida por su alto contenido de  
219 ácido oleico; adicionalmente, el aceite también es valorado por la presencia de vitamina E (Catherine,  
220 2005).

221

## 222 **CONCLUSIONES**

223 La concentración de ácidos grasos como indicadores de madurez, resultaron ser muy variables en las  
224 tres localidades de análisis.

225 En la composición lipídica del aceite de aguacate Méndez, se destacan el ácido oleico, linoleico,  
226 esteárico y palmítico

227 Hay presencia de otros ácidos grasos en menor concentración como los ácidos palmitoleico, esteárico,  
228 linolénico, octadecanoico, octodecadienoico, eicosaenoico, decahenoico, araquico y mirístico.

229 La fracción insaponificable, presenta compuestos de interés insecticida, cosmetológico y farmacéutico.

230

## 231 **AGRADECIMIENTOS**

232 Se agradece en forma especial al CONACYT y al Ing. Martín Rivera, Director de AGROMICH por todo el  
233 apoyo brindado para la realización de este trabajo. Agradecemos a los productores de Aguacate que nos  
234 permitieron trabajar en sus huertas.

235

236

237

- 239 CALABRESE, F. 1992. El aguacate. Ediciones Mundi-prensa. España. 243 p.
- 240 COSTA, V. 2000. Obtención y caracterización de aceite de palta (*Persea americana* Mill.). Tesis Ing. Agr.  
241 Santiago, U. de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 20 p.  
242
- 243 CRUZ-CASTILLO J. G.; DEL ANGEL-CORONEL O. A.; DE LA CRUZ-MEDINA 1; JOAQUIN-MARTINEZ  
244 M. E. 2007. Características morfológicas y bioquímicas de frutos de chinene (*Persea schiedeana*  
245 Nees.) Revista Chapingo. Serie Horticultura 13: 141-147.  
246 INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL. 2001 COI/T20/Doc. No. 24.  
247
- 248 ESTEBAN, P. 1993. Estimación del contenido de aceite, a través de la humedad y su relación con  
249 palatabilidad en frutos de palto de las variedades Negra de la Cruz, Bacon, Edranol y Hass,  
250 desde la última etapa de desarrollo hasta la madurez fisiológica. Tesis Ing. Agr. Quillota. U.  
251 Católica de Valparaíso. Escuela de Agronomía. 54 p.  
252
- 253 INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL (IOOC). 2001 COI/T20/Doc. No. 24.  
254
- 255 LUZA, J. 1981. Caracterización y comportamiento en post-cosecha de aguacates de raza mexicana  
256 cultivadas en Chile. Tesis Mg.Sc. Santiago. Universidad de Chile.  
257
- 258 OLAETA, J. 1990. Industrialización de aguacate, pp. Q1-q6. In: producción, postcosecha y  
259 comercialización de aguacates. Red de cooperación técnica en procesamiento de frutos  
260 tropicales. Viña del mar 2-5 octubre.
- 261 OLAETA, J. A; UNDURRAGA, P. 1995. Estimación del índice de madurez en aguacate (*persea*  
262 *americana* mill), pp. 421-426. In: procedimiento de la conferencia internacional tecnología de  
263 cosecha y postcosecha de frutas y hortalizas. México, Guanajuato 20-24 de febrero 1995.
- 264 OLAETA, J. A., P. UNDURRAGA, AND SCHWARTZ, O. 1999. Determinación de la evolución y  
265 caracterización de los aceites en aguacates (*Persea americana* mill.) Cvs. Fuerte y Hass  
266 cultivados en Chile. Revista Chapingo, Serie Horticultura 5: 117-122.
- 267 PLATT, K.A AND W. W. THOMSON. 1992. Idioblast oil cells of avocado: Distribution, isolation,  
268 ultrastructure, histochemistry and biochemistry. Int. J. Plant Sci., 153(3):301-310.
- 269 RAZETO, B. 2001. Hacia la universalización de la palta. Revista Aconex (Chile) 71:5-9.  
270
- 271 REQUEJO-TAPIA. L.E.; WOOLF B A.; ROUGHAN, G. R. SCHROEDER, YOUNG H; WHITE A. 1999.  
272 Avocado postharvest research: seasonal changes in lipid content and fatty acid composition of  
273 'Hass' Avocados. The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd.  
274
- 275 RAMOS-JERZ, M.R. 2007. Phytochemical analysis of avocado seeds (*Persea americana* Mill., c.v. Hass).  
276 Cuvilier Gottingen. Berlin. Alemania. 318 p.  
277
- 278 SILVA, C. 1994. Composición y evaluación de los componentes químicos de la palta (*Persea americana*  
279 Mill) durante su maduración. Alimentos. 19(5-6): 88-101.  
280
- 281 SCHROEDER, C. 1987. Physiological gradients in fleshy pericarp of avocado. South African Avocado  
282 Growers Assoc. Yrb. 10: 16.