

1 **Células idioblásticas de aguacate: fuente de productos naturales con actividad biológica en el**  
2 **control de *Spodopetra frugiperda***

3 **A. J. Florez-Medina<sup>1</sup>, E. Campos-Rojas<sup>1</sup>, A. Barrientos-Priego<sup>1</sup>,**  
4 **J.E. Rodríguez-Pérez<sup>1</sup>**

5  
6 **<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México–Texcoco. Chapingo, Estado de**  
7 **México, C.P. 56230. México. Correo-e: [jamer2005@yahoo.com](mailto:jamer2005@yahoo.com)**

8

9 **RESUMEN**

10 En el aguacate se producen un tipo especial de derivados de ácidos grasos de cadena larga, presentes  
11 en los ideoblastos, de los cuales se ha demostrado su acción biológica. Este tipo de compuestos poseen  
12 propiedades citotóxicas en varios insectos, además de ser potentes bactericidas. Los idioblástos de  
13 aguacate contienen compuestos (alcaloides, hidroperóxidos, sesquiterpénicos y probablemente otros  
14 terpenos), responsables de una actividad biológica insecticida. En el presente trabajo, se cuantificó y  
15 caracterizó los compuestos biológicos presentes en células idioblásticas de aguacate selección Méndez,  
16 como posible fuente de insecticidas naturales. Se empleó un sistema comatográfico de gases HP modelo  
17 6890, equipado con un detector de ionización de flama. El porcentaje de mortalidad evaluado en *S.*  
18 *frugiperda* fue entre 96.9 y 1.04% después de siete días de incubación con extracto metanólico de pulpa  
19 de aguacate que causó una mortalidad superior al 50% con valor CL<sub>50</sub> de 13.55 mg/ml. El extracto  
20 metanólico provocó una disminución en el peso de la larva (39.4%), y no afectó el periodo larval, al  
21 aumentar 10 días el periodo de pupa en comparación con las larvas testigo. Los ácidos grasos y los  
22 aldehídos identificados en los extractos no polares causaron toxicidad letal reduciendo el peso de la larva  
23 y no afectaron el ciclo biológico larval. Existe una variación en la actividad de los compuestos bioactivos  
24 presentes en los ideoblastos de aguacate, por lo que estos presentan potencial como insecticidas  
25 naturales.

26 **Palabras Clave: *Persea americana*, ácidos grasos, ideoblastos, bioinsecticida.**

27

28 **ABSTRAC**

29 The avocado produce a special type of derivatives of long chain fatty acids, of which action has been  
30 demonstrated Biological relevance. Such compounds possess cytotoxic properties, cause toxicity in  
31 several insects, in addition to being potent bactericidal. The avocado idioblastes contain other compounds  
32 (alkaloids, sesquiterpene, hydroperoxides and possibly other terpenes), responsible for biological activity  
33 of insecticides. In this paper, we quantified and characterized the cell biological compounds present in  
34 idioblasts from avocado (Méndez selection), as a potential source of natural insecticides. We used a gas  
35 comatographer HP model 6890, equipped with a flame ionization detector. The mortality rate evaluated as  
36 a biological agent *S. frugiperda* was between 96.9 and 1.04% after seven days of incubation with  
37 methanol extract of avocado pulp caused mortality exceeding 50% with LC<sub>50</sub> value of 13.55 mg/ml. The  
38 methanol extract caused a decrease in the weight of larvae (39.4%), and did not affect larval period,  
39 increasing 10 days the pupal period compared with control larvae. Fatty acids and aldehydes identified  
40 compounds in the extracts caused lethal toxicity nonpolar reducing the weight of the larvae and did not  
41 affect larval biological cycle. There is variation in the activity of bioactive compounds present in  
42 ideoblastes avocado, so these have potential as natural insecticides.

43 **Keywords: *Persea americana*, fatty acids, ideoblastes, bioinsecticides.**

44

45

## 46 INTRODUCCIÓN

47 El intenso uso de plaguicidas de síntesis química ha traído como consecuencia grandes inconvenientes  
48 como la resistencia en plagas, la alteración del equilibrio dinámico de los ecosistemas; acumulación de  
49 residuos tóxicos a lo largo de las cadenas tróficas; eliminación de enemigos naturales; efectos letales en  
50 humanos y animales domésticos por intoxicación directa; así como diversas afecciones humanas (cáncer,  
51 esterilidad, daños al sistema nervioso) y en general, un deterioro de la salud de quienes consumen  
52 alimentos con residuos de ellos; el surgimiento de nuevas plagas y el incremento en los costos de  
53 producción (Soto *et al.*, 2000).

54 En todo el mundo, año con año, los cultivos destinados a satisfacer las necesidades básicas de la  
55 humanidad se ven mermados en su producción debido a la gran incidencia de plagas y el daño que éstas  
56 producen (disminución en la calidad rendimiento de las cosechas; favorecen (Hernández, 2000). El uso  
57 irracional de éstos ha traído consigo efectos colaterales como el desarrollo de poblaciones de plagas  
58 resistentes, eliminación de enemigos naturales de plagas, acumulación de residuos tóxicos a lo largo de  
59 las cadenas tróficas, inducción de diversas afecciones humanas por el consumo de alimentos con  
60 residuos tóxicos, entre otros (Rodríguez y Trumble, 2000; Soto *et al.*, 2000).

61 A partir de la necesidad de encontrar una alternativa natural para el control de insectos plagas y  
62 reemplazar los insecticidas sintéticos, se retoma el estudio de compuestos vegetales con actividad  
63 biológica ofreciendo seguridad para el medio ambiente y una eficiente opción agronómica (Borembaum,  
64 1989).

65 Muchas plantas son capaces de sintetizar metabolitos secundarios que poseen propiedades biológicas  
66 con importancia contra insectos plagas (Pantoja, 2010). La selección de plantas que contengan  
67 metabolitos secundarios susceptibles de ser utilizados como insecticidas naturales deben ser de fácil  
68 cultivo y con principios activos potentes, con alta estabilidad química y de óptima producción (Curtis *et al.*,  
69 2003); de fácil obtención, renovables y (Aldana *et al.*, 2000).

70 La composición quimiotaxonómica de la familia Laurácea, se caracteriza por la presencia de metabolitos  
71 como: acetogeninas (de acción contra la herbivoría), ácidos grasos, aceites esenciales (mono y  
72 sesquiterpenoides), diterpenoides, triterpenoides, saponinas, alcaloides, fenilpropanoides (lignanos y  
73 neoligninas), polifenoles y flavonoides, carbohidratos, fitosteroles, grasas, derivados de ácidos grasos,  
74 carotenoides y derivados de ácido abscísico (Hegnauer, 1980; Ramos-Jerz, 2007).

75 En el mesocarpio de aguacate (*Persea americana* Mill.) se encuentran unas células especializadas  
76 llamadas idioblastos, que en muchas plantas dicotiledóneas almacenan aceites, grasas, lípidos, terpenos,  
77 flavonoides, lactonas sesquiterpénicas y acetogeninas (Platt y Thomson, 1992). El aguacate contiene  
78 ideoblastos en hojas, raíces, pedicelos, pedúnculos y frutos (Amstrong, 1964).

79 Estas células oleaginosas están presentes en los frutos maduros de aguacate y en los muy jóvenes  
80 desde dos o tres días después de la polinización en concentraciones que varían de 2 a 15% (Platt-Aloia  
81 y Thomson, 1983).

82 Los idioblastos de aguacate, se caracterizan por estar rodeados de células poliédricas a redondeadas, de  
83 las cuales sus paredes están engrosadas y suberizadas, y contienen una gota de aceite. El saco de  
84 aceite llena la célula y su contenido es una mezcla de ácidos grasos saturados e insaturados con ligeras  
85 trazas de terpenos (Roth (1977). Los lípidos de las células parenquimáticas son principalmente  
86 triglicéridos (Mazliak, 1971). Mientras que los principales grupos de sustancias lipófilicas de actividad  
87 farmacológica y toxicológica conocido en aguacate son: compuestos furónicos, vinílicos, acetilénicos y  
88 derivados trihidroxilados (conocidos como avocatinas o avocafuranos) (Ramos-Jerz, 2007). Otros  
89 compuestos son las acetogeninas y en fracciones polares las protoantocianidinas (Rodríguez-Saona y  
90 Trumble, 2000).

91

92

93 **OBJETIVO**

94 Aislar e identificar compuestos activos en ideoblastos de aguacate y determinar su actividad biológica  
95 como fuente de insecticidas

96

97 **MATERIALES Y METODOS**

98 **Material biológico**

99 Frutos de Aguacate selección 'Méndez' se obtuvieron de la huerta "La Palma", localizada en Zirahuen,  
100 Michoacán. Se cosecho la fruta en madurez fisiológica en el ciclo de producción de 2010. Se  
101 transportaron al Laboratorio de Fisiología de Frutales del Departamento de Fitotecnia en la Universidad  
102 Autónoma Chapingo, en donde se procesaron para la obtención de ideoblastos a partir de la pulpa del  
103 fruto.

104 **Extracción e identificación compuestas a partir de células idioblásticas de aguacate**

105 La extracción de los ácidos grasos provenientes de células idioblásticas de pulpa de aguacate se hizo  
106 mediante protocolo propuesto por Cruz-Castillo *et al.* (2007). Para la identificación de los ácidos grasos,  
107 se empleó una muestra de aceite de 100 µl, se pesó y agregaron 1400 µl de la mezcla  
108 cloroformo:metanol (2:1), para evitar la solidificación de los metil-esteres. A 100 µl de la mezcla se  
109 agregó 1 ml de metanol: ácido clorhídrico 0.2N y se inyectó a un cromatógrafo de gases HP modelo 6890  
110 con un método isotérmico a 175°C acoplado a un Detector FID a 230°C, e inyector a 200°C. Se empleó  
111 una columna Supelco SP-2560 de 100 m x 250 µm de diámetro interno y con espesor de película de 0.20  
112 µl e inyector Split con muestreador automático Agilent modelo 7683 (IOOC, 2008).

113 **Evaluación de la actividad biológica**

114 Para las pruebas de toxicidad se preparó una dieta artificial para el mantenimiento de larvas de  
115 *Spodoptera frugiperda*. A 30 ml de ésta se incorporaron 450µ l de la solución de extracto crudo a una  
116 concentración de 4 mg/ml (la concentración se expresó como mg de extracto crudo/ml de dieta). La  
117 solución de cada extracto consistió de 480 mg de extracto crudo disueltos en 1.8 ml de disolvente (según  
118 el tipo de extracto: hexano, metanol y cloroformo). Los testigos consistieron de larvas expuestas a la dieta  
119 con un disolvente (cloroformo, hexano, metanol) y una mezcla de dieta con solución de Fosdrim® a 1000  
120 ppm (insecticida organofosforado comercial 90%). Una vez preparadas las placas de evaluación y  
121 reposadas por 24 h, en cada uno de los pozos de la placa se colocaron dos larvas neonatas de *S.*  
122 *frugiperda*. Al segundo día del experimento se quitó una de ellas (la más débil). Las placas fueron  
123 incubadas bajo condiciones controladas (27°C ±1 °C, 60% ±5% HR y fotoperiodo luz: oscuridad de 16.8  
124 h) durante siete días. Cada tratamiento se realizó con cuatro repeticiones, cada uno con 24 larvas. Las  
125 placas se revisaron diariamente y se registró el número de larvas muertas. De este bioensayo se  
126 determinaron aquellos extractos que causaron más del 50% de mortalidad a concentración de 4 mg/ml y  
127 con ellos se evaluó la CL<sub>50</sub>. La CL<sub>50</sub> (Concentración letal media) y sus límites de confianza se  
128 determinaron con análisis Probit utilizando POLO-PC (2002).

129 Los datos de mortalidad de la larva y el efecto en el desarrollo biológico causados por los extractos  
130 crudos (ganancia o pérdida de peso), fueron sometidos a un diseño experimental completamente al azar.  
131 El porcentaje de mortalidad fue transformado a  $[\text{Arcosen}^{-1}(M/100)]$ , después fueron analizados  
132 mediante análisis de varianza usando PROC GLM y una comparación múltiple de medias mediante la  
133 prueba de Tukey (SAS Institute, 2008).

134  
135  
136  
137  
138

139 **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

140

141 **Identificación de ácidos grasos**

142 Se metilaron los ácidos grasos para formar ésteres (IOOC, 2008). Para lo cual 0.2 ml de NaOH (2N)  
143 metanólico-anhidro se adicionaron a 0.1 g de extracto de aceite de pulpa de aguacate Méndez y se  
144 adicionaron 2 ml de hexano. La cuantificación se realizó por comparación de los tiempos de retención de  
145 las muestras con los datos registrados por estándares calibrados (RESTEK # Cat. 35077), según el  
146 método cromatografico descrito anteriormente. En el Cuadro 1, se enlistan los ácidos grasos presentes  
147 en la pulpa de aguacate Méndez.

148 **Cuadro 1. Concentración total de ácidos grasos en aceite de pulpa de aguacate\* 'Méndez'.**

Nombre del ácido	Concentración de ác. graso (mg/g aceite)	Concentración de ác. graso (mg/100g pulpa)
Butírico	0.000029485	0.000573188
Hexanoico	0.028121685	0.546685565
Dodecanoico	0.000101279	0.001968864
Pentadecanoico	0.018316834	0.356079256
Palmítico	0.096900503	1.883745769
Palmitoleico	0.02421397	0.470719574
Heptadecanoico	0.002905427	0.056481504
Octadecenoico	0.001054613	0.020501673
Oleico	0.000155327	0.00301956
Linoleico	1.91567E-05	0.000372406
Octadecatrienoico	3.99737E-05	0.000777088
Eicosenoico	0.001022696	0.01988121
Eicosatrienoico	6.99963E-05	0.001360729

149 \*19.44 g aceite de LPF7 = 100 g pulpa seca

150

151 Los ácidos grasos constituyentes del aceite de Méndez corresponden, en su mayoría, a los insaturados  
152 con un alto porcentaje de monoinsaturados. Olaeta (1990), afirma que el aceite crudo de aguacate  
153 contiene alrededor de un 80 a 85% de ácidos grasos insaturados, así como un importante nivel de  
154 materia insaponificable. El estado de desarrollo del fruto es un factor que influye en el contenido de aceite  
155 junto a otros componentes esenciales (Mazliak, 1971). En la literatura, no existen parámetros  
156 establecidos del perfil lipídico para aguacate selección Méndez.

157 **Evaluación de la actividad biológica**

158 En el presente estudio los extractos (hexanólico, clorofórmico y metanólico) mostraron efectos larvicida  
159 (**Cuadro 2**). La mayor mortalidad de larvas se encontró en el extracto hexánico de *Persea americana*,  
160 selección Méndez. El porcentaje de mortalidad evaluando en larvas de *S. frugiperda* fue de 57.29<sup>a</sup> 96.9%  
161 después de siete días de incubación con los extractos evaluados.

162

163

164

165

166 **Cuadro 2. Porcentajes de Mortalidad promedio (%M) de larvas neonatas de *S. frugiperda***  
 167 **alimentadas por siete días con extractos (4 mg/ml) de pulpa de aguacate selección Méndez.**

Tratamiento	%M ( $\pm$ EE <sup>1</sup> )
Fosdrim	100 (0) a <sup>z</sup>
Extracto Hexánico	96.875 (1.99) a
Extracto Clorofórmico	93.750 (3.99) a
Extracto Metanólico	57.292 (2.62) b
Dieta + Metanol	1.042 (1.04) c
Dieta + Hexano	0 (0) d

168 <sup>z</sup> Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de  
 169 Tukey a una  $P \leq 0.05$ , <sup>1</sup>EE= error estándar.

170  
 171 Se observaron diferencias significativas ( $P=0.05$ ) entre tratamientos con un pequeño coeficiente de  
 172 variación (14.3%). Ninguno de los controles negativos causó mortalidad sobre las larvas. Mientras que el  
 173 control positivo (Fosdrim) causó el 100% de mortalidad. El extracto metanólico y clorofórmico provocaron  
 174 una mortalidad (96.8 y 93.7%, respectivamente).

175 En este estudio se determinó que a dos días de incubación, el extracto hexánico de pulpa de aguacate  
 176 causó su máximo efecto tóxico letal el cual se mantuvo hasta los siete días de incubación. Mientras que  
 177 el extracto clorofórmico lo causó a partir del cuarto día de incubación. En el resto de tratamientos el  
 178 efecto letal fue progresivo y a los siete días se fue de 96.8%.

179 Los extractos evaluados no afectaron el ciclo biológico de desarrollo de *S. frugiperda*, por lo que la  
 180 actividad de estos extractos se concreta a su actividad larvicida. Aunque la actividad del extracto polar  
 181 metanólico fue bajo en larvas sobrevivientes (**Cuadro 3**), cuando se evaluaron y compararon diferentes  
 182 concentraciones del extracto, con la finalidad de comparar su efectividad y bajo porcentaje de mortalidad  
 183 con respecto al resto de los extractos.

184 **Cuadro 3. Peso promedio (P) y porcentaje de peso (%P) de larvas sobrevivientes de *S. frugiperda***  
 185 **a diferentes días de tratadas con extracto metanólico de pulpa de aguacate selección Méndez.**

Tratamiento	Días							
			Tres		Seis		Nueve	
	N	P(mg) (%EP)	N	P(mg) (%EP)	N	P(mg) (%EP)	N	P(mg) (%EP)
Testigo (Dieta con Metanol)	96	4.87 (*)a	96	121.71 (*)a	96	453.17 (+*)a		
Extracto metanólico (2 mg/ml)	96	3.36 (-31.01)b	96	73.72 (-39.43)b	96	287.99 (+39.4)b		
Extracto metanólico (6 mg/ml)	90	1.98 (-59.34)c	76	43.27 (-64.45)c	76	171.69 (+ 64.5)c		
Extracto metanólico (10 mg/ml)	30	1.91 (-60.78)c	22	22.19 (-81.77)d	22	139.95 (+81.8)d		
CV <sup>1</sup>		15.12		4.73		3.88		

186 <sup>z</sup> Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de  
187 Tukey a una  $P \leq 0.05$ . CV<sup>1</sup>: coeficiente de variación. N= número de larvas evaluadas.  
188

189 Se determinaron diferencias significativas entre tratamientos, se observó que el peso de la larva  
190 alimentada con el extracto metanólico disminuyó el peso de la larva (31.01 a 81.2%) y afectó el periodo  
191 larval, al aumentar 10 días el periodo de pupa en comparación con las larvas testigo. Esta actividad  
192 representa porcentajes de reducción de peso significativo a tres días de incubación (31 a 60%), lo que  
193 indica que el extracto metanólico tiene efecto en la alimentación de las larvas de *S. frugiperda* (Colom *et*  
194 *al.*, 2007).

195 Hasta el momento solo se ha determinado para el extracto metanólico tres concentraciones entre 2 y 16  
196 mg/ml y los datos de mortalidad se han ajustado a un modelo probit ( $X^2=8.75$ ), el valor CL<sub>50</sub> para este  
197 extracto fue de 13.55 mg/ml (9.78 a 30.76 mg/ml,  $\alpha=0.005$ ).

198 Rahuman *et al.* (2008) demostraron que el extracto de éter de petróleo de *Indicum abutilón* mostró alta  
199 actividad larvicida contra el mosquito *Aedes aegypti*, *Anopheles stephensi* y *Culex quinquefasciatus*  
200 debido a la presencia de  $\beta$ -sitosterol en la composición del extracto. Oberlies *et al.* (1998) aislaron los  
201 compuestos: 1,2,4-trihidroxi-nonadecane, 1,2,4-trihidroxi- heptadec-ene-16-, y 1,2,4-trihidroxi heptadec-  
202 16-ino, en los frutos de aguacate sin madurar, que mostraron los siguientes valores de toxicidad (CL<sub>50</sub>):  
203 2.8, 1.3 y 6.4 x 10<sup>-1</sup> mg·ml<sup>-1</sup>, respectivamente, con *Artemia salina*. Contra larvas de *Aedes aegypti*, los  
204 valores de CL<sub>50</sub> fueron de 1,8, 2,1 x 10<sup>-1</sup> y 7,5 x 10<sup>-2</sup> mg·ml<sup>-1</sup>, respectivamente.  $\beta$ -sitosterol se detectaron  
205 en el extracto hexánico de las semillas de *Persea americana* y puede ser responsable de su actividad  
206 larvicida. Algunos ácidos grasos también presentan actividad antimicrobiana y esta acción está  
207 relacionada con la presencia y posición de un enlace doble o triple, así como la longitud de la cadena de  
208 ácidos grasos (> C<sub>14</sub>) (Kabara *et al.*, 1997). En el presente estudio, los extractos de metanol mostraron  
209 presencia de compuestos fenólicos como los flavonoides y antocianinas, para los cuales se han  
210 reportado actividad antimicrobiana, así como alcaloides con varias aplicaciones (antivirus, anti malaricos  
211 y antiamebianos) (Henriques, 2004).

212

## 213 CONCLUSIONES

214  
215 Los extractos de ácidos grasos a partir de ideoblastos de aguacate tienen acción biológica sobre *S.*  
216 *frugiperda*.

217 Se observaron efectos en el desarrollo de las larvas después de que se expusieron a siete días de  
218 incubación; sin embargo, la selección de los mejores extractos crudos se hizo en función de la toxicidad  
219 letal que causaron.

220  
221 Los extractos crudos de ideoblastos de pulpa de aguacate Méndez (hexánico y clorofórmico), registraron  
222 el mayor porcentaje de mortalidad en larvas neonatas de *S. frugiperda* (96.87% y 93.7%,  
223 respectivamente).

224  
225 Los ácidos grasos presentes en las fracciones activas de los extractos, causan toxicidad letal, efecto en  
226 el peso y no el ciclo biológico de las larvas tratadas.

227  
228 Existe una variación en la actividad de los compuestos bioactivos presentes en los ideoblastos de  
229 aguacate, por lo que estos presentan potencial como insecticidas naturales.

230

231

232 **AGRADECIMIENTOS**

233 Se agradece en forma especial a la Universidad Autónoma Chapingo y al Programa de Investigación en  
234 Frutales de la Dirección de Investigación y Posgrado, por el apoyo brindado para la realización de este  
235 trabajo.  
236

237 **LITERATURA CITADA**

238 ALDANA LLANOS, L., R. ARZAFFI Y M. E. VALDÉS. 2000. Efecto antialimentario del polvo de semilla de  
239 Guamuchil *Pithecellobium dulce* sobre el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. Memorias del VI  
240 Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco,  
241 Guerrero, México.

242 BOREMBAUM, M.R. 1989. What is synergy? *Pharmacological Reviews* 41: 93-141.

243  
244 COLOM O.A; NESKE, A; POPICH, S; BARDÓN, A. 2007. Toxic effects of annonaceous acetogenins from  
245 *Annona chirimolla* (Magnoliales: Annonaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:  
246 Noctuidae). *J. Pest. Sci.* 80:63-67.

247  
248 CRUZ-CASTILLO, J. G; O. A. DEL ÁNGEL-CORONEL; J. DE LA CRUZ-MEDINA; JOAQUÍN-MARTÍNEZ.  
249 2007. Características Morfológicas Y Bioquímicas De Frutos De Chinene (*Persea schiedeana*  
250 Nees.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(2): 141-147.

251 CURTIS, C., BARNES, K. M., SMALLEY, P. M., KIRK, K. KINDSCHER, HILLARY L. Y DOUGLAS M. S.  
252 2003. Characterization of an antituberculosis resin glycoside from the prairie medicinal plant  
253 *Ipomoea leptophylla*. *Journal of Natural Products* 66(11): 1457-1462.

254 GIFFONI, L. J.J; SALLES, B. E.H; AGUIAR, C.R; BRILHANTE, N.R.S; COSTA, S.J.J; MEDEIROS, B. L;  
255 DE MORAIS, M.S; GADELHA, F.R.M. 2009. Chemical composition, toxicity and larvicidal and  
256 antifungal activities of *Persea americana* (avocado) seed extracts *Revista da Sociedade Brasileira*  
257 *de Medicina Tropical* 42(2):110-113.

258  
259 HENRIQUES, A.T; LIMBERGER, R,P; KEBER, V.A; MORENO, P.R.H. 2004. Alcalóides: generalidades e  
260 aspectos básicos. *In: Simões, C.M.O; Schenkel, E,P; Gosmann, G; Mello, J.C.P; Mentz, L.A;*  
261 *Petrovick, P.R (eds) Farmacognosia: da planta ao medicamento, 5nd edition, UFSC,*  
262 *Florianópolis, p.765-793.*

263  
264 HERNÁNDEZ, R. 2000. Propiedades plaguicidas del epazote *Teloxys mbrosioides* (Chenopodiaceae).  
265 Memorias del VI Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de  
266 Plagas. Acapulco, Guerrero, México.

267 INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL. 2008 COI/T20/Doc. No. 24.

268 KABARA, J.J, VRABLE, R; LIE, K. J. M. 1977. Antimicrobial lipids: Natural and synthetic fatty acids and  
269 monoglycerides. *Lipids* 12: 753-759.

270  
271 Leora Software. 2002. POLO-PC, Probit and logist analysis, user's guide. LeOra Software, Berkeley. C.A.

272 OBERLIES, N.H; ROGERS, L.L; MARTIN, J.M; MCLAUGHLIN, J.L. 1998. Cytotoxic and Insecticidal  
273 Constituents of the Unripe Fruit of *Persea americana*. *Journal of Natural Products* 61: 781-785.

274  
275 PANTOJA G. L.E. 2010. Productos naturales de *Ipomea pausiflora* con actividad Biológica sobre Insectos  
276 (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de Doctorado. Centro de Investigación en Biotecnología.  
277 Universidad Autónoma de Morelos. 95 p.

- 278  
279 RAMOS-JERZ M. R. 2007. Phytochemical analysis of avocado seeds (*Persea americana* Mill., c.v.  
280 Hass). Cuvilier Gottingen. Berlin. Alemania. 318 p.  
281  
282 SAS Institute. 2008. SAS Systems for Linear Models, Statistics User's Manual. SAS Institute, Inc., Cary,  
283 NC.
- 284 PLATT-ALOIA, K.A. AND W. W. THOMSON. 1983. Freeze fracture of intact plant tissue. *Stain Technol.*  
285 57:327-334.  
286  
287 PLATT, K.A AND W. W. THOMSON. 1992. Idioblast oil cells of avocado: Distribution, isolation,  
288 ultrastructure, histochemistry and biochemistry. *Int. J. Plant Sci.*, 153(3):301-310.
- 289 OLAETA, J. 1990. Industrialización de palta, pp. 1-6. In: Producción, Postcosecha y Comercialización de  
290 Paltas. Red de Cooperación Técnica en Procesamiento de Frutos Tropicales. Viña del Mar 2-5  
291 octubre.
- 292 ROTH I. 1977. Fruits of Angiosperms. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Germany.
- 293 RODRIGUEZ-SAONA L. E; M. M. GIUSTI AND R. E. WROLSTAD. 1998. Anthocyanin pigment  
294 composition of red-fleshed potatoes. *J Food Sci.* 63:458-465.
- 295 RODRÍGUEZ-SAONA C AND J. T. TRUMBLE. 2000. Biologically active aliphatic acetogeninas from  
296 specialized idioblast oil cells. *Current Organic Chem.*, 4:1249-1260.
- 297 SOTO NIETO R. M., B. I. JUÁREZ F. AND Y. JASSO P. 2000. Evaluación insecticida de *Parthenium*  
298 *incanum* y de *Zinnia* spp. en *Sitophilus zeamais*. Memorias del VI Simposio Nacional sobre  
299 Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.