



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

RECICLAJE E INDUSTRIALIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS
ACTUALIZACIÓN MONOGRÁFICA SOBRE LA SEMILLA DE
AGUACATE.PERSEA AMERICANA.VARIEDAD HASS

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUIMICA

PRESENTA

ALMA VELIA LORA ÁNGELES



MÉXICO, D.F. AÑO 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor:** YOLANDA CABALLERO ARROYO

VOCAL: **Profesor:** ROSA LUZ CORNEJO ROJAS

SECRETARIO: **Profesor:** SELMA SONIA SOSA SEVILLA

1er. SUPLENTE: **Profesor:** KATIA SOLORZANO MALDONADO

2° SUPLENTE: **Profesor:** PAOLA MALINALLI HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

BIBLIOTECA VIRTUAL Y DGB. UNAM

ASESOR DEL TEMA:

SELMA SONIA SOSA SEVILLA

SUSTENTANTE :

ALMA VELIA LORA ÁNGELES

ÍNDICE	Página
Abreviaturas.....	1
Ilustraciones.....	4
Tablas.....	5
Resumen.....	6
Introducción.....	7
1. Aguacate.....	8
1.1 Historia	8
1.2 Sistema Vegetal	11
1.3 Árbol del aguacate Hass	12
1.4 Recolección	14
1.4.1 Nombres comunes del aguacate	15
1.5 Almacenamiento.....	16
1.5.1 Variedad Hass.....	16
1.6 Semillas	17
1.6.1 Partes del fruto	17
1.6.2 Semilla del aguacate Hass.....	18
1.6.3 Partes de la semilla	20
1.6.4 Factores que afectan a la semilla	21

1.7 Producción de aguacate Hass	22
1.7.1 Países Productores	22
1.7.2 Países Exportadores.....	22
1.7.3 Estados Productores en México.....	23
1.7.4 Producción Nacional 2013	24
1.7.5 Distribución nacional	28
2. Uso de Residuos Orgánicos	29
3. Componentes de la semilla.....	32
4. Compuestos bioactivos en la semilla	36
5. Métodos de extracción	39
5.1 Métodos de extracción de aceites	39
5.2 Ventajas de las extracciones.....	39
5.3 Técnicas de extracción	39
5.4 Disolventes.....	43
5.4.1 Características del disolvente	45
5.4.2 Factores que afectan a la extracción por disolventes.....	45
5.5 Caracterización	45
5.5.1 Análisis Físicoquímicos	45
5.5.2 Técnicas	47
6. Toxicidad.....	48
7. Uso industrial y Patentes.....	50

8. Resultados.....	51
9. Conclusiones.....	54
10. Bibliografía.....	55
Apéndice I. Estructuras Químicas	61

ABREVIATURAS

ABTS	2,2 '-bis-azino (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico).
APROAM	Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan Michoacán.
AOAC	Asociación de Químicos Analíticos Oficiales.
CE	Equivalentes de Catequina (+).
CNA	Consumo Nacional Aparente.
CYD	Ciencia y Desarrollo.
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
CUPRAC	Reducción de la Capacidad Antioxidante del Cobre.
BW	Peso Corporal.
DNA	Ácido Desoxirribonucleico.
DPPH•	Actividad de Captación de Radicales.
DW	Peso Seco.
EC ₅₀	Efecto de Captación del 50%.
ECURED	Enciclopedia Cubana.
ESI-MS	Ionización por Electro spray y Espectrometría de Masas.
FA	Ácidos Grasos.
FAO	Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas.
FLD	Detector de Fluorescencia.
FM	Materia fresca.
FW	Peso seco.

GC	Cromatografía de Gases.
HDL	Lipoproteína de Alta Densidad.
HPLC-ESI-MS	Cromatografía Líquida de Alta Eficacia con Ionización por Electro spray y Espectrometría de Masas.
HPLC-PDA	Cromatografía Líquida de Alto Rendimiento Cuantitativo Matriz de Fotodiodos.
HSCCC	Alta Velocidad Cromatografía Contracorriente.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
IPNI	International Plant Nutrition Institute.
ITESCAM	Instituto Tecnológico Superior de Calkini en el Estado de Campeche.
LDL	Lipoproteínas de Baja Densidad.
LD ₅₀	Dosis Letal Media.
mcg/g	Microgramos por Gramo de Muestra.
MS-MS	Espectrometría de Masas en Tándem (Cáscada).
MSNM	Metros Sobre el Nivel del Mar.
op.cit.	Obra Citada.
ORAC	Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno.
OXFAM	Organización Internacional de Promoción del Desarrollo y Lucha Contra la Hambruna.
p.eb.	Punto de Ebullición.
PDA	Fotodiodo Array.
PFA	Alcoholes Grasos Polihidroxilados.
ppm	Partes por Millón.
S.E.	Secretaría de Economía.

SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
SAGARPA	Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
TEAC	Capacidad antioxidante en equivalentes Trolox.
TLC	Cromatografía de Capa Fina.
USA	Estados Unidos de Norteamérica.
UVB	Rayos ultravioleta de Menor Longitud.
UV-VIS	Ultravioleta Visible.
Vit	Vitamina.
VLDL	Lipoproteínas de Muy Baja Densidad.

ILUSTRACIONES

PÁGINA

Ilustración 1 Árbol-Cuahuitl (náhuatl).....	8
Ilustración 2 Flor del árbol de aguacate.....	13
Ilustración 3 Fruto del árbol del aguacate Hass.....	18
Ilustración 4 Semilla germinada de Persea americana y diagrama.....	19
Ilustración 5 Composición de la semilla.....	21
Ilustración 6 Producción de aguacate.....	23
Ilustración 7 Producción nacional de Persea americana para 2012.....	24
Ilustración 8 Producción Nacional 2013.....	24
Ilustración 9 Árbol de Persea americana y región aguacatera de Uruapan Michoacán.....	25
Ilustración 10 Producción de Aguacate en el mundo.....	29

TABLAS**PÁGINA**

No.1 Recolección del fruto.....	14
No.2 Análisis de nutrientes.....	15
No.2.1 Análisis de nutrientes.....	15
No.3 Composición del fruto deshidratado Hass.....	17
No.4 Composición del tegumento molido seco.....	17
No.5 Países exportadores.....	22
No.6 Producción de Aguacate.....	26
No.7 Producción y Consumo Nacional Aparente 2013.....	27
No.8 Consumidores nacionales.....	28
No.9 Compuestos químicos encontrados en la semilla de aguacate.....	32
No.10 Compuestos bioactivos en la semilla.....	36
No.11 Técnicas de extracción	40
No.12 Toxicidad.....	49

RESUMEN

De acuerdo a datos de la SAGARPA, México es el principal productor y consumidor de aguacate a nivel mundial. En el año 2010 produjo 1, 107,135 toneladas de esta fruta tropical con un consumo promedio interno anual de 738, 276 toneladas. De este porcentaje el 15% corresponde al peso de la almendra lo que equivale a más de 110 741.4 toneladas anuales que son desechadas como basura orgánica.

Los estudios respaldados científicamente nos muestran a los componentes de la semilla del aguacate con una amplia variedad de aplicaciones como antioxidante, antiviral, antibacterial, antifungal, antiinflamatorio, hipoglicémico, adelgazante, espermaticida, antiparasitario, fotoprotector, antidiarreico y más. Como preventivo en enfermedades cardiovasculares e inhibidor en la proliferación de células cancerosas, regenerador de piel, vigorizante y reparador del cabello, alivia diferentes dolores como reumáticos y musculares^{4, 12}. Muchos de estos usos llevan siglos aplicándose empíricamente pero sin un respaldo científico para su utilización⁵⁹.

En la industria después de algún tratamiento se utiliza como colorante, conservador de alimentos, adsorbente químico⁷ y componente de plásticos biodegradables²¹. Eso da muestra que es poseedor de una cantidad de componentes químicos que se han analizado, caracterizado y probado en su actividad^{14, 22,25}, para probarlo como un producto confiable para su aplicación industrial, cosmética, alimenticia y en la medicina alternativa.

INTRODUCCIÓN

Se prevé que para el año 2050 las necesidades alimentarias aumentarán en una población de más de 9 billones de habitantes, supeditado al aumento en ingestión alimentaria y en consecuencia, por igual la cantidad de desechos orgánicos. (Henriques 2012 op.cit. Spiertz)

El aguacate produce gran cantidad de residuo como la semilla, que puede ser usado industrialmente. En el proceso de esta fruta tropical comestible para obtener concentrado, mermelada, pulpa, extracto, consumido crudo o transformado en guacamole, estos subproductos de la manufactura se convierten en un problema ambiental al ir en aumento por no tener las medidas adecuadas en su tratamiento y eliminación; habiendo pérdidas económicas por el alto costo del transporte de éstos a las áreas de eliminación. (Giffoni 2009)

La previsión ante la demanda en el aumento de alimento conlleva también a la implementación de políticas, leyes y soluciones a la generación de los desechos orgánicos. Estrategias públicas nacionales para hacer cumplir la separación orgánica, extraer el contenido útil de la materia orgánica y disminuir su volumen antes de su disposición final, es una solución a este problema ambiental.

La semilla del aguacate representa del 15-16 % del total del fruto y en México no se aprovechan 148 000 toneladas anuales de dicho residuo. (Estrada 2009)

Los grupos indígenas del país continúan usando la semilla de aguacate en sus preparados de conocimiento empírico; ahora la necesidad de aprovechar la acumulación de residuos orgánicos y reutilizar los mismos, nos lleva a recopilar la utilidad y ventaja propia del aceite de la semilla del aguacate.

1. Aguacate.

1.1 Historia.

La planta del aguacate es originaria de América en sus zonas tropicales húmedas, abarcando Mesoamérica y adentrándose en Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú.

La evidencia fósil más antigua data de 8 000 a 10 000 años antes de Cristo, encontrada en el Estado de Puebla en una cueva de Coxcatlán. En Perú se descubrieron enterradas semillas de aguacate con una momia, fechada del siglo VIII antes de Cristo.

De ser una planta de zonas tropicales su poder de adaptación la ha llevado a zonas subtropicales en climas cálidos, semicálidos y templados⁵². (Aproam 2014, Estrada 2009, Ramos-Jerz 2013, Flores 2009)

En 1526 los conquistadores describieron el fruto en "Sumario de la Natural Historia de las Indias" así lo mencionan Popenoe en 1963 y Zentmyer en 1997.

Con la llegada de los españoles a México, en el Códice Mendocino (1540), (elaborado por artistas mexicas llamados tlacuilo y dirigido por Antonio de Mendoza⁴³), se describe un tributo, en forma de jeroglífico, llegado del poblado de Ahuacatlán (palabra Náhuatl que significa lugar del árbol del aguacate), en la época del dominio mexica. (Aproam 2014, Estrada 2009, Fulgencio 2011 op.cit.)



Ilustración 2 Árbol-Cuahuatl (náhuatl)

*Obtenida de Tlahui-Medic No. 28,
II/2009*

En el Códice Florentino del siglo XVI (1540-1585) [elaborado por Fray Bernardino de Sahagún (1499-1590) y ayudado por estudiantes indígenas] se habla de tres tipos de aguacate: aoacaquauitl, tlacacolaoacal y quillaoacatl, que se cree corresponden a las tres razas ahora conocidas como Mexicana, Guatemalteca y Antillana. Existen tres razas pertenecientes a la especie única *Persea americana*:

Guatemalteca que es de cáscara gruesa.

Mexicana la cual resiste el frío y es alta en aceite.

Antillana muy adaptable al clima y suelo salino, florea rápidamente. (S.E. 2012, Aproam 2014, Estrada 2009 op.cit Korp 1966 y Williams 1977).

Fray Bernardino de Sahagún en su obra narra cómo se siembra, planta y trasplanta llamando al fruto **ahuácatl que son “negros por fuera, verdes y blancos por dentro, son de la hechura del corazón con un hueso dentro”**(Flores 2009). Además es aquí donde se halla el primer reporte de uso medicinal, donde se ocupó semilla molida para la caspa, sarna de la cabeza, llaga de los oídos y también en uso comestible⁵¹.

De 1570 a 1575 el Doctor Francisco Hernández médico e historiador relata que las hojas del aguacate son buenas para lavatorios, que los frutos excitan el apetito venéreo y aumentan el semen. De los huesos (o semillas) se expresa describiéndolos como de color blanco con algo de rojizo y sólidos, pesados, lustrosos, divididos en dos partes como las almendras, aunque oblongos y un poco más grandes que los huevos de paloma, con sabor de almendra amarga y prensándolos producen un aceite semejante al de almendras no sólo en olor sino también en sabor y propiedades: **“ Este cura** de salpullido y cicatrices, favorece a los disentéricos con alguna astringencia y evita que los cabellos se **partan”**⁵¹.

En el siglo XVII Gregorio López escribió que la semilla es útil para tratar la estranguria y tomada para la disentería recomendándola ingerir vía oral⁵¹.

En el siglo XVIII Juan de Esteyneffer escribió que **“el hueso tostado y tomado es bueno contra frialdades”**. En el mismo siglo Vicente Cervantes describe su molienda con cacao para hacer un chocolate para el estómago y corroborante. En esa época también se ocupaba para tratar el ergotismo (Fuego de San Antonio) y las mujeres lo ocupaban para maquillarse⁵¹. (Ramos-Jerz 2013)

En el siglo XIX Eleuterio González escribe que el polvo de la semilla es para uso estomacal y contra diarreas atónicas⁵¹.

A finales del siglo XIX y principios del XX se produjo una extensión de las plantas de las razas Mexicana y Antillana que ya se consumían. (Flores 2009)

En 1935 la variedad Hass fue patentada y se obsequió una réplica genética del árbol original, procedente de la Habra Heights California (USA), a los presentes en el 2º Congreso Mundial del Aguacate en 1992. (Melo 2011)

Ya en el siglo XX, en las décadas de los 50,60 y 70’s las variedades Hass, Fuerte, Bacón, Rincón, Zutano y Criollos mexicanos son ya conocidas y se propagan con técnicas como el injerto. (Flores 2009)

A la par en 1963 procedentes de Santa Paula California (Estados Unidos de Norteamérica) entran en su mercado nacional, viveros de la variedad Hass sustituyendo al Fuerte y otras variedades. (Aproam 2014, Melo 2011, Estrada 2009, Rodríguez 2009)

Actualmente se cultiva en América Central y del Sur , Estados Unidos de Norteamérica, Australia, África del Sur, Israel, España, Italia, Grecia y Portugal. (Henriques 2012)

El polvo de la semilla de aguacate todavía es utilizado por grupos étnicos como los totonacos, nahuas y tepehuas en supositorios contra el **“susto”**, los tzoltziles de Chiapas ya molido lo ocupan externamente en

garganta contra infecciones y dolores del aparato respiratorio y bucal. Los kichapoo de Coahuila lo utilizan machacados y tomados en decocción como hemostático uterino en caso de aborto y después del parto. (Fulgencio 2011)

1.2 Sistema Vegetal.

De acuerdo a la clasificación taxonómica científica:

Reino: *Plantae*
Subreino: *Tracheobionta*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Orden: *Lurales*
Suborden: *Magnolíneas*
Familia: *Laurácea*
Género: *Persea*
Especie: *Persea americana*
Razas: *Mexicana, Guatemalteca y Antillana*
Variedades: *Gwen, Reed, Pinkerton, Bacón, Fuerte, Hass, Naball, Rincón, Zutano, Criollo mexicano (alrededor de 400 variedades)*
⁴⁰. (Flores 2009)

Conforme a la Clasificación del Reino vegetal³⁷:

División: *spermatophyta*
Subdivisión: *angiospermae*
Clase: *dicotyledoneae*
Subclase: *dipetala*
Orden: *ranal*
Familia: *lauraceae*
Género: *Persea*
Especie: *Persea americana*

Nombre común aguacate o palta, de acuerdo a Melo (2011) la familia de la *lauraceae* comprende más de 40 géneros y cerca de 1000 especies en el mundo.

Las variedades más comerciales son Hass y Fuerte.

Aún dentro de la variedad Hass hay calidades: suprema, clase I, clase II y clase III (S.E.2012, Vinha 2013, Estrada 2009)

1.3 Árbol del aguacate Hass.

Es de mediano crecimiento, aproximadamente 2 metros de altura. Crece recto y uniforme en apariencia. La cosecha es abundante y uniformemente distribuida en el árbol. Su tronco es rugoso pardo y llega a tener de 30-60 cm de diámetro. Se recomienda su mejor crecimiento a una altitud de 800-2500 metros. Sufre estrés por hipoxia, provocándole cambios fotoquímicos en las hojas aumentando el contenido de ácido graso y persina lo que las hace tóxicas¹⁰.

Los árboles que se cultivan en Michoacán son versátiles, adaptables aunque sí necesitan tener buen drenaje, pues éstos no toleran suelos demasiado húmedos o inundaciones. Por eso ninguna variedad ha alcanzado mejor desarrollo que los de suelo michoacano; sin añadir demasiados compuestos químicos llena los requisitos para que *Persea americana* se produzca y dé frutos excelentes. (Flores 2009)

Sus hojas son más largas que anchas de forma elíptica ovalada y con la punta alargada, de color verde oscuro arriba y los enveses pálidos, sueltan olor al estrujarlas, son perennes.

Las sequías lo deshojan y bajan el rendimiento en sus frutos. Esto también reduce el tamaño de la semilla o su desaparición en el fruto. (Flores 2009)

El exceso de lluvias también baja la producción de frutos y su caída; desarrollando algas y líquenes en el tallo, ramas y hojas, surgiendo enfermedades.

Se recomienda un suelo con pH neutro ó 5.5-7

Las flores salen en la unión de la hoja con el tallo, son de color crema verduzcas y son pequeñas. Cada árbol produce un millón de flores de las cuales sólo 0.1% se transforma en fruto.



Ilustración 2 Flor del árbol de aguacate

Obtenida de www.guiametabolica.org

Los frutos ovoides en forma de pera son de color verde oscuro, muy carnosos y aceitosos que pueden medir desde 7.5 cm hasta 33cm de largo y 15 cm de ancho con una sola semilla interna de 5-6 cm de largo.

Muchas frutas se cortan antes de la maduración en el árbol, para su comercialización, la maduración es después de la cosecha. Se espera el máximo crecimiento cuando tiene un largo, diámetro, volumen, y gravedad específica³⁸ aunque no haya madurado en el árbol para cosecharlo, y posteriormente manejar su maduración, la cáscara del fruto cosechado cambia gradualmente cuando se acerca al estado de consumo. Un fruto pesa un promedio de 250 gramos. (Kosińska 2012, Rodríguez 2009, Flores 2009).

1.4 Recolección⁵⁹.

El rendimiento en fruto lo determina la variedad, edad del árbol, el suelo y el clima. (Flores 2009)

Cuando el árbol cultivado pertenece a una sola raza la cosecha se inicia a los 2 ó 3 años. La variedad Hass resulta del injerto de la raza Mexicana en la raza Guatemalteca⁴⁹ cuando ésta última tiene 1 cm de diámetro en el tallo y 10 cm de altura. Obteniendo muy buenos resultados logrando que el árbol a los 5 años de crecimiento produzca la primera cosecha obteniendo en promedio por temporada (En la variedad Hass):

Tabla No.1 Recolección del fruto

Tiempo	Frutos
5 años	50
6 años	150
7 años	300
8 años	800
10 años	1000-1500

En México:

Los meses con mayor producción en cosecha son de octubre-febrero.

Los mejores meses de cosecha son marzo-mayo.

Los más bajos en cosecha son de junio-septiembre.

La planta que recibe al injerto no necesita ser fertilizada por los altos contenidos de algunos macro y microelementos foliares, entre ellos están:

Tabla No.2 Análisis de nutrientes^{19, 46}

Macronutrientes %	Micronutrientes ppm
Nitrógeno 1.60-2.00	Hierro 50-200
Fósforo 0.08-0.25	Manganeso 30-500
Potasio 0.75-2.00	Cobre 5-15
Calcio 1.00-3.00	Zinc 30-150
Magnesio 0.35-0.80	Boro 50-100
Azufre 0.20-0.60	Molibdeno 0.05-1.00
	Cloro (%) 0.19-0.33

Tabla No.2.1 Análisis de nutrientes⁴⁶

Elementos en una tonelada de fruto de aguacate		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0.83 kg	2.40 kg	3.62 kg

1.4.1 Nombres comunes del aguacate.

Los más utilizados son:

Aguacate (español)

Avocatier (francés)

Cara (Venezuela)

Palta (Perú)

Avocado, Alligator pear (USA).

Pagua (Cuba y Costa Rica)

Avocatier, Persée (Francia)

Avocado (Italia)

Avocado baum (Alemania)

Abacate (Portugal) (Estrada 2009, Rodríguez 2009, Flores 2009)

1.5 Almacenamiento.

Los cuidados que precisan los frutos hacen que se recolecte manualmente y con escalera.

El fruto tiene una actividad respiratoria muy intensa lo que hace su almacenaje difícil, por lo que es necesario tenerlo en un ambiente seco con el menor contenido de agua. Esto también dependerá de la variedad, la madurez del fruto y del ambiente. Para ello se ocupan cámaras o almacenes con atmósfera controlada. (Rodríguez 2009)

1.5.1 Variedad Hass^{19, 39}.

Las ventajas de esta variedad resaltan por ser un fruto de:

- Mayor calidad.
- Semilla pequeña.
- Mayor producción.
- Piel madura negra.
- Exquisita palatabilidad.
- Pulpa cremosa sin fibra.
- El árbol crece compacto.
- Resistencia al transporte.
- Mayor resistencia al manejo.
- Mayor consumo en el mundo.
- Acepta maduración con etileno³⁸.
- Contiene más vitamina K que el banano.
- Se conserva meses almacenado en frío.

Tabla No.3 Composición del fruto deshidratado Hass³

En el fruto deshidratado Hass
Pulpa 60-64%
Cáscara 12-15%
Semilla 20-27%
Tegumento de la semilla 0.9-1.3%
Tegumento con respecto a la semilla 4.2%.

Tabla No.4 Composición del tegumento molido seco³

Del tegumento molido seco :
Tegumento 3.88 % en grasa.
-Polifenoles totales 152.2 mg/100g
-Taninos no detectados
Capacidad antioxidativa de semilla 7.07×10^{-4} mcg/g

1.6 Semillas.

Las semillas son seres vivos que respiran y utilizan el oxígeno del aire, producen CO₂ agua y energía que se traduce en calor, a un nivel metabólico mínimo. Eso les permite ser almacenadas en condiciones ambientales favorables a su conservación⁴⁷.

1.6.1 Partes del fruto.

El Pericarpio engloba:

Exocarpio o Epicarpio (Cáscara).

Mesocarpio (Pulpa).

Endocarpio (Semilla). (Henriques 2012)



*Ilustración 3 Fruto del árbol del aguacate Hass
Tomado de Flores 2009.*

1.6.2 Semilla del Aguacate Hass.

En el aguacate Hass la semilla representa el 15-16% del total en peso del fruto. (Estrada 2009, Bressani 2009)

El contenido de aceite en la semilla es en promedio del 4-5.4%. (Henriques 2012, Bressani 2009, Ramos-Jerz 2013)

La semilla pierde su viabilidad al mes. Las semillas frescas germinan de 4 a 6 semanas.

Cuando se desee almacenar semilla, ésta debe mantenerse a una temperatura entre 4 y 7°C con presencia de humedad. La vida útil de la semilla, en estas condiciones, se aumenta de seis a ocho meses. La eliminación del tegumento de la semilla acelera la germinación³⁴.

A nivel casero se perfora la división de la semilla de ambos lados con palillos para suspenderla en un vaso con agua cubriendo sólo 1 pulgada en la base. Sale raíz a las 2 semanas y a las 6 ya tiene hojas. Después se traspasa a una maceta con tierra, donde haya luz y ventilación.

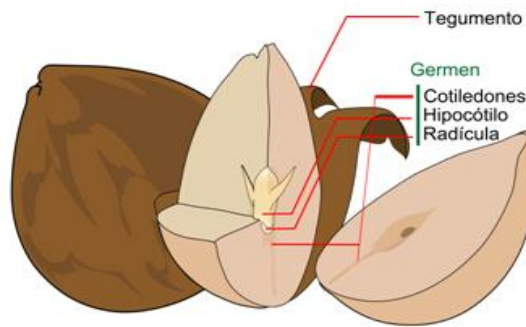


Ilustración 4
Semilla germinada de Persea americana y diagrama.
Tomada de Flores 2009.

Una vez ya plantado en el suelo el árbol ya crecido, da fruto hasta el 4° ó 5° año y así continuamente por unos 50 o 100 años. Intentar partir de un codillo para su siembra, raramente enraíza. Una vez crecido su copa se abre muy cerca del suelo, intentar trasplantarlo después de esto resulta muy sensible para él mismo.

Al sembrar la semilla su período de producción es más tardío que con portainjerto, además el árbol alcanza demasiado crecimiento y presentan segregación, es decir las características de la madre no se propagan exactamente⁵⁹.

A la semilla también se le llama almendra o hueso. Es ovoide redondeada, con una capa delgada café y otra más delgada de tono café más claro adherida a la cavidad pulposa de donde la semilla sale fácilmente, color rosa pálido, dura, rugosa con un surco que divide en dos partes a la semilla. (Flores 2009)

1.6.3 Partes de la semilla.

Todas las semillas contienen tres partes esenciales:

1. Cubierta o tegumento, que protege al embrión del daño y la desecación⁵⁴. Es la epidermis externa, rica en azúcares, grasa, proteínas, escualeno, sacos de taninos color café a rojo. Con grasa del 3.1-3.88% de rendimiento, que se extrae con hexano³. En la germinación por efecto de la humedad se disgrega para permitir la salida del epicótilo y de la radícula.

2. Tejidos u órganos de reserva (endospermo o cotiledones)⁵⁴. Está compuesto por diferentes sustancias (principalmente hidratos de carbono, lípidos (triglicéridos) y proteínas. Existen semillas exalbuminosas o sin albumen, en las que el tejido de reserva se sitúa en los cotiledones (típico en la mayoría de las dicotiledóneas). Éstos contienen sustancias nutritivas de reserva que usadas cuando la semilla ha germinado, permiten que el embrión crezca y se desarrolle. Las células del parénquima de los cotiledones almacenan mayor cantidad de almidón en forma de gránulos color violeta, los cuales se observan al teñir con toluidina al microscopio⁵⁰. (Flores 2009)

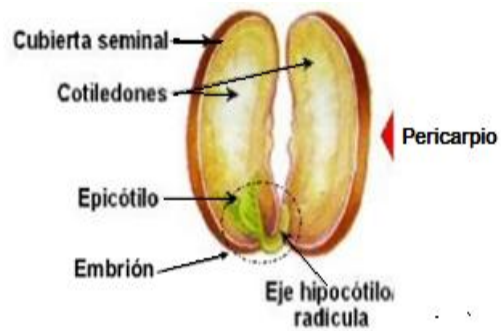
3. Embrión, donde se encuentran la radícula (que originará la raíz) y la plúmula (que originará el tallo y las hojas)⁵⁴; lo componen:

El epicótilo o gémula, zona superior donde se originan las primeras hojas.

El Hipocótilo o tallo, zona intermedia, conecta el epicótilo con la radícula. En esta zona se insertan los cotiledones.

Y la radícula, zona terminal que tras la germinación formará la raíz⁵⁸.

Ilustración 5 Composición de la semilla⁵⁵



El embrión almacena mayor cantidad de grasa en forma de gotas refringentes color ámbar, contiene el 50% del aceite de la semilla, además de proteínas, nutrientes orgánicos e inorgánicos⁵⁰. (Estrada 2009)

1.6.4 Factores que afectan a la semilla⁴⁷:

Físicos:

Humedad
Temperatura

Químicos:

O₂, CO₂

Bióticos:

Insectos
Microorganismos

1.7 Producción de aguacate Hass.

1.7.1. Países productores.

Por orden de producción:

1. México.
2. Indonesia.
3. USA.
4. República Dominicana.
5. Brasil.
6. Israel.
7. Chile.
8. Colombia.
9. Perú.
10. Sudáfrica.
11. Australia.

Y países como Ecuador están ingresando al plano del Comercio Internacional con el fruto del aguacate. (Aproam 2014, FAO 2014).

En el caso de México tiene el primer lugar en Exportación, Producción y Consumo a nivel mundial (Estrada 2009, Rodríguez 2009).

1.7.2 Países Exportadores.

Tabla No.5 Países exportadores⁴¹

País	Producción	País	Producción
1. México	51.4 %	6. Italia	3.8%
2. Israel	11.6%	7. República Dominicana	2.9%
3. Perú	9.4%	8. Nueva Zelanda	1.6%
4. Sudáfrica	8%	9. Francia	1.5%
5. USA	4.5%	10. Ecuador	1.3%

Más de 60 países producen el fruto. México contribuyó con un tercio de la producción mundial (32%) para 2009 y con el 51.4% de exportación para 2010⁴¹.

Las variedades Hass y Fuerte dominan el mercado internacional. (Vinha 2013, Rodríguez- Carpena 2011)

1.7.3 Estados Productores en México.

El aguacate Hass se cultiva en 27 estados de la República, de acuerdo a datos de SIAP-SAGARPA para 2013.



*Ilustración 6 Producción de aguacate
Obtenida de SAGARPA 2011*

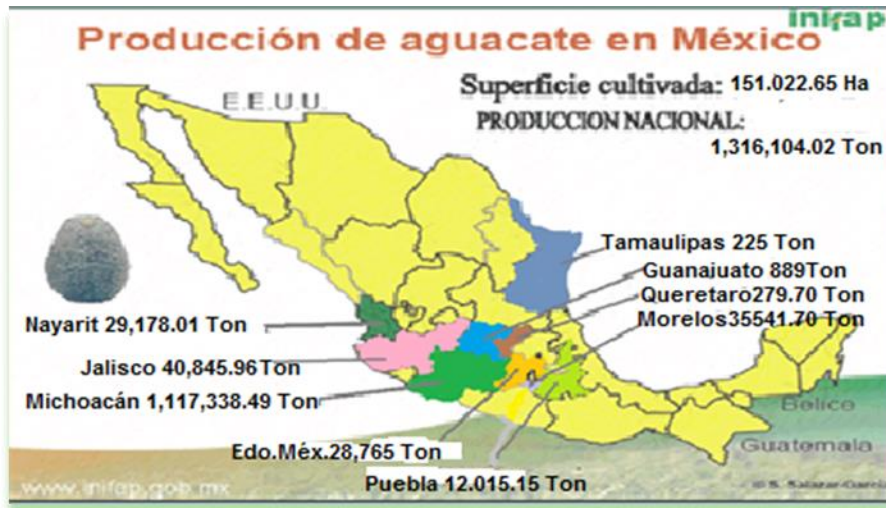


Ilustración 7 Producción nacional de Persea americana para 2012⁴²
 Actualizada con los datos de 2012

1.7.4 Producción Nacional 2013.

Los principales productores son⁵⁵:

- Michoacán con el 81.33 %
- Jalisco con el 5.95 %
- México con el 3.86 %
- Resto con el 8.85 %



Ilustración 8
 Producción Nacional
 2013



Ilustración 9 Árbol de Persea americana y región aguacatera de Uruapan Michoacán

Tomado de Flores 2009

De la producción de aguacate el 84% se consume como fruto y el 16% como producto industrializado en forma de:

Pulpas para productos untables, y de las mismas, aceites para fines cosméticos, farmacéuticos y aceite extrafino comestible. El puré de aguacate congelado utilizado como materia prima en cosmética. Aguacate deshidratado para consumo⁴¹.

Desde hace 7 años la criminalidad genera sobrepuestos por la dificultad para levantar cosechas, sembrar campos o trasladar el producto a centros de abastecimiento. Las zonas afectadas son Michoacán, Guerrero, sur de Oaxaca y Jalisco. Los precios aumentan hasta un 50% o más por los pagos de "derecho de piso" o cuota que cobran los criminales⁵⁶. Este año Tamaulipas informó en ceros su producción, en Baja California no se dio informe y en el caso de Michoacán bajó su producción este año con respecto a años anteriores.

Tabla No.6 Producción de Aguacate 2013

Producción Nacional 2013

Ubicación	2013 Producción (Ton)	% Producción
Michoacán	1, 193,751.21	81.33
Jalisco	87,367.78	5.95
México	56,672.94	3.86
Nayarit	34,345.10	2.34
Morelos	27,485.98	1.87
Guerrero	14,164.57	0.96
Puebla	12,856.08	0.88
Yucatán	11,478.10	0.78
Chiapas	7,084.51	0.48
Oaxaca	4,802.94	0.33
Durango	3,417.62	0.23
Veracruz	3,393.18	0.23
Colima	2,946.00	0.20
Hidalgo	2,357.85	0.16
Nuevo León	2,040.54	0.14
Guanajuato	666.50	0.05
Baja California Sur	629.00	0.04
Campeche	534.65	0.04
Zacatecas	390.20	0.03
Sonora	349.60	0.02
Querétaro	320.80	0.02
Tabasco	265.00	0.02
Aguascalientes	185.60	0.01
Sinaloa	142.00	0.01
Baja California	105.00	0.0072
San Luis Potosí	84.60	0.0058
Tamaulipas	0.00	0

Los más afectados son los cultivadores de aguacate, jitomate, cebolla blanca, limón y chile verde; sólo del limón dejaron de cosecharse 12,000 toneladas en los meses de abril a mayo como rechazo al dominio de los narcotraficantes. Esto lo informó Sergio Ramírez presidente de la producción limonera y Carlos Zarco, director ejecutivo de Oxfam México. (FAO 07/01/2014). Aunque hay meses en que el precio del aguacate se dispara equiparándose al kilogramo de pollo o de cerdo, esto la convierte en una fruta de las más caras. Aun con todo el consumo per cápita es de 6.8 kg⁵⁶.

La producción en 2013 fue de 1,467,837.35 toneladas, basándonos en un promedio de los dos datos conocidos confirmados oficialmente para 2010 y 2012 de CNA(Consumo Nacional Aparente)del aguacate, obtenemos que el CNA para 2013 fue del 67.5%^{44,41,57}.

Tabla No.7 Producción y Consumo Nacional Aparente

AÑO	PRODUCCION (TON)	CNA	CNA %
2010	1,107,135.16	738,276	66.68
2012	1,316,104.02	899,000	68.31
2013	1,467,837.35	990,790.32	67.50

Si la semilla representa el 15% de peso del fruto en promedio; se desecharon 148,618.55 toneladas de semilla de aguacate para el año 2013.

El informe más reciente de consumo per cápita en México es de 6.8 kg/persona/año para 2012. Comparado con Guatemala que consume 2.5 kg, Estados Unidos 800 gramos, y el promedio mundial es de 350 gramos esto nos sitúa en el primer lugar mundial en consumo;

(Bressani 2009) y en el interior de la República el consumo se incrementa, por ejemplo en el Estado de México se informa que el consumo per cápita es del 16%^{48,57}. (SE 2012)

Los principales consumidores nacionales son⁶⁰:

Tabla No.8 Consumidores nacionales

1. Puebla	6. Tamaulipas
2. Jalisco	7. San Luis Potosí
3. México	8. Chihuahua
4. D.F.	9. Baja California
5. Guanajuato	10. Michoacán

1.7.5 Distribución nacional.

Se lleva a cabo principalmente en:

Ciudad de México (Central de Abastos de Iztapalapa)

Guadalajara

Monterrey

Ciudad Juárez

Torreón

San Luis Potosí

León

Aguascalientes

Nuevo Laredo (SE 2012)

2. Uso de residuos orgánicos.

El aumento en el consumo de alimentos naturales, derivado de una búsqueda de una mejor nutrición y prevención de enfermedades ha hecho que las frutas tropicales como el aguacate se esté extendiendo en todo el mundo. De las frutas tropicales a nivel mundial con mayor demanda en el mundo, el mango ocupa el primer lugar, seguida por la piña, tercer lugar la papaya y la palta o aguacate ocupa el cuarto lugar. (FAO actualizada 20/nov/2011). Se han creado asociaciones y fundaciones que promueven el consumo y beneficios del fruto del aguacate (The Heart Foundation en Australia, The Californian Avocado Commission, American Dietetic Association y American Heart Association en USA). Fuera de América Latina el fruto es un lujo, se gastan millones de dólares en promocionales y la información nutrimental hacia el consumidor. Se ha visto que prefieren que la pulpa tenga menos del 5% de aceite pues así sabe mejor. (Vinha 2013)

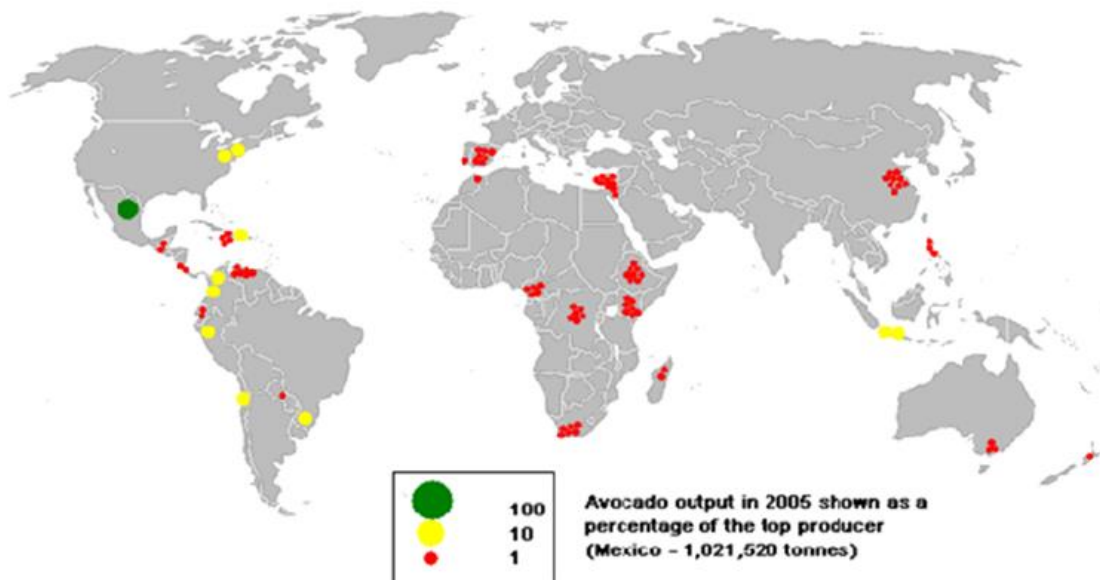


Ilustración 10 Producción de Aguacate en el mundo, se muestra en porcentaje del principal productor México

Tomado de Flores 2009

La fabricación de Guacamoles, la venta de pulpa envasada y aceite de aguacate para uso culinario y aún el sólo consumo del fruto genera una cantidad considerable de residuo orgánico en forma de cáscara y semilla de aguacate, **(Kosińska 2012)**. Los subproductos agroalimentarios han sido utilizados para nutrir el suelo y/o sostener a la planta. Ejemplos de ello son¹⁹ la cachaza (residuos de caña de azúcar), cáscara de arroz, bagazo (subproducto de la molienda y extractos de jugo azucarado).

En el caso de la semilla del aguacate ya se ha ocupado como forraje para los animales pero han notado esterilidad en las hembras.

Reciclar la semilla del aguacate es una opción útil que contribuye a la disminución de residuos orgánicos generados por la comercialización del aguacate ; no es una materia prima por la que tenga que pagarse por producirla, de ahí que sus propiedades biológicas y farmacológicas en la manufactura farmacéutica y dermocosmética la hacen muy accesible. (Henriques 2012)

Los residuos agroalimentarios en la industria, son baratos, reducen al mínimo su impacto en el medioambiente. Existe interés actualmente en los extractos crudos de hierbas, frutas y especias por ser ricas en compuestos fenólicos que retardan la degradación oxidativa de los lípidos. Mejoran la calidad y valor nutricional de los alimentos. (Rodríguez-Carpena 2001)

Los componentes de la semilla del aguacate, tienen un poder antioxidante que es cada vez más valorado en la nutrición, dermatología y cosmética (Henriques 2012).

Conocer el contenido fitoquímico de la semilla del aguacate, permite aprovechar sus componentes en nuevos productos que adicionan un valor agregado a la industria del aguacate. (Wang 2010)

La organización Mundial de la Salud estima que más de 5 mil millones de personas, el 80% de la población del mundo, utilizan actualmente la medicina herbolaria. El 25% de las drogas prescritas en Estados Unidos de Norteamérica contiene mínimo un ingrediente activo derivado del material de una planta. (Mohammad 2010). El 40% de los productos farmacéuticos consumidos en países desarrollados proceden de productos naturales; dejan menos residuos que los sintéticos. El intercambio de sustancias sintéticas por fitoquímicos es una alternativa. Los productos sintéticos se sospecha que provocan o promueven efectos negativos en la salud. (Fulgencio 2011). En investigaciones llevadas a cabo en Europa en un hospital de urgencias del tercer nivel el 33% de personas asistieron por resultados negativos al medicamento, de éstos el 27% refirió ineffectividad cuantitativa de los medicamentos y el 23% por ineffectividad no cuantitativa, si lo englobamos nos da un 50% de ineffectividad de los medicamentos que predominó en pacientes de clase social baja frente a los de clase social alta. (Ramos 2010).

Los metabolitos secundarios son los producidos en las plantas derivados del metabolismo primario de la planta, producidos en pequeñas cantidades comparados con los metabolitos primarios, ellos atraen a los insectos polinizadores, es una adaptación química a los cambios del medio ambiente. Defienden con su presencia a la planta contra microorganismos, insectos, depredadores superiores y otras plantas. Así se han elucidado 20, 000 estructuras de especies vegetales (Fulgencio 2011)

Los componentes principales en la semilla del aguacate son:

1. Proteínas
2. Flavonoides
3. Carotenoides

3. Componentes de la semilla.

Los productos secundarios que se han encontrado en la semilla de aguacate son:

Tabla No.9 Compuestos químicos encontrados en el aceite de la semilla de aguacate.

Compuesto químico	Autor	Método
Ácido Abscísico	Ramos-Jerz 2013	LC-ESI-MS.MS-MS
Acido 3-O-cafeoilquinico 57.5 µg/g DW	Kosińska 2012	UV,MS
Acido 3-p-coumaroilquinico 13.6 µg/g DW	Kosińska 2012	UV,MS
Acido clorogénico 0.516 µg/g	Ramos-Jerz 2013 Pahua 2012	HSCCC HPLC-PDA
Ácido hidroxicinámico 282.7 mg/100g DW	Rodríguez-Carpena 2011	DETECTOR PDA
Ácido protocatéquico 128.18 µg/g	Pahua 2012	HPLC-PDA
Acido quinico	Ramos-Jerz 2013	HSCCC, ESI-MS, MS-MS
Ácido siringico 2.51 µg/g	Pahua 2012	HPLC-PDA
Ácido vanillico 28.67µg/g	Pahua 2012	HPLC-PDA
Ácidos fijos	Giffoni 2009	TLC,GC/MS,RMN ¹ H y ¹³ C
Ácidos grasos	Bressani 2009 Jiménez-Arellanes 2013	HPLC TLC
Alcaloides	Giffoni 2009	TLC,GC/MS,RMN ¹ H y ¹³ C
Antocianinas 3x10 ⁻³ mg/100g	Henriques 2012 Giffoni 2009	Espectrofotometría GC/MS,RMN ¹ H y ¹³ C
Capacidad antioxidante: 428.8 µmol TE/g	Wang 2010	ORAC
0.21 mmol Trolox/g DW	Kosińska 2012	ORAC
164.6 µmol TE/g	Wang 2010	DPPH
0.920 mg DW EC ₅₀	Kosińska 2012	DPPH•
0.094 mmol Trolox/g DW	Kosińska 2012	TEAC

58 mmol Trolox/g FM acetato de etilo	Rodríguez-Carpena 2011	CUPRAC
141.67 mmol Trolox/g FM metanol		
275.36 mmol Trolox/g FM acetona		
21.57 mmol Trolox/g FM acetato de etilo		ABTS
78.93 mmol Trolox/g FM metanol		
158.29 mmol Trolox/g FM acetona		
17.78 mmol Trolox/g FM acetato de etilo		DPPH
66.24 mmol Trolox/g FM metanol		
130.26 mmol Trolox/g FM acetona		
7.07 x 10 ⁻⁴ mcg/g	Bressani 2009	DPPH
Carbohidratos 79.54 % 79.10 %	Bressani 2009 Pahua 2012	AOAC AOAC
Carotenoides 9.66 mg/100g 0.966 mg/100g FW 6.3 µg/g	Henriques 2012 Vinha 2013 Wang 2010	Espectrofotometría Método de Akin UV-VIS
Catequinas (Catequinas + epicatequinas) 2.38 mg/100g DW	Rodríguez-Carpena 2011	FLD
Clorofila 41.2 µg/g A 21 µg/g B 20.2 µg/g	Wang 2010	UV-VIS
Cobre 0.54 mg/ 100 g	Bressani 2009	Absorción atómica AOAC
Esteroles	Giffoni 2009	TLC, GC/MS, RMN ¹ H y ¹³ C
Flavonoides 48 mg/100g 47.9 mg/100g FW	Henriques 2012 Vinha 2013 Giffoni 2009	Espectrofotometría Método de Soares TLC, GC/MS, RMN ¹ H y ¹³ C
Fenoles totales 7.03 mg/100g 704 mg /100g 51.6 mg GAE/g 9.51 mg CE/g DW (catequina eq. /peso seco)	Henriques 2012 Vinha 2013 Wang 2010 Kosińska 2012	Espectrofotometría Ensayo Folin-Ciocalteu Ensayo Folin-Ciocalteu Ensayo Folin-Ciocalteu

Fenoles Totales 6082 mg GAE /100g Acetona 3511 mg GAE /100g Metanol 1699 mg GAE /100g Acetato de Etilo Los 3 de materia seca 292 mg GAE/g DW 173.3 μ mol Trolox equivalente/g DW	Rodríguez-Carpena 2011 Pahua 2012 Pahua 2012	Ensayo Folin-Ciocalteu ABTS Ensayo Folin-Ciocalteu
Fitol	Jiménez- Arellanes 2013	TLC
Flavonoles 1.7 mg/100 g DW	Rodríguez- Carpena 2011	Detector PDA
Grasas Totales 14.7 % 1.39 % 5.52 %	Henriques 2012, Vinha 2013 Rodríguez -Carpena 2011 Bressani 2009	Extracción en Soxhlet Método de Folch AOAC
Hierro 5.53 mg/100g	Bressani 2009	Absorción atómica AOAC
Kaempferide 107.42 μ g/g	Pahua 2012	HPLC-PDA
Kaempferol 2.19 μ g/g	Pahua 2012	HPLC-PDA
Manganeso 0.29 mg/100g	Bressani 2009	Absorción atómica AOAC
Polifenoles: 602.5 mg catecol/100g	Bressani 2009 Ramos-Jerz 2013	Folin-Ciocalteu HSCCC, ESI-MS,MS- MS
Proantoacianidina: 152.8 μ g/g DW	Ramos-Jerz 2013 Kosińska 2012 Jiménez-Arellanes 2013	ESI-MS,MS-MS UV,MS TLC
Procianidinas: 4592 mg/100g DW	Wang 2010 Rodríguez- Carpena 2011 Kosińska 2012 Kosińska 2012	Cromatograma MS FLD UV,MS UV,MS
Proteínas 2.19 % 2.19% 3.44 - 4.27 % 4.75%	Henriques 2012, Vinha 2013 Rodríguez-Carpena 2011 Bressani 2009 Pahua 2012	Método Kjeldahl AOAC AOAC, cromatografía de intercambio iónico, UV AOAC
Rutina 9.63 μ g/g	Pahua 2012	HPLC-PDA
Saponinas	Giffoni 2009	GC/MS, RMN 1 H y 13 C
β -sitosterol	Jiménez- Arellanes ²⁰¹³	TLC

Taninos No detectó	Giffoni 2009 Bressani 2009	GC/MS, RMN ¹ H y ¹³ C
Triterpenoides	Giffoni 2009	GC/MS, RMN ¹ H y ¹³ C
Vitamina C 2.58 mg/100g 2.6 mg/100g FW	Henriques 2012 Vinha 2013	Espectrofotometría Reactivo Tillmans
Vitamina E 4.82 mg/100g 4.82 mg/100g FW	Henriques 2012 Vinha 2013	Espectrofotometría Colorimétrica
Zinc 0.96 mg/100 g	Bressani 2009	Absorción atómica AOAC

4. Compuestos bioactivos en la semilla.

A continuación se compilan los efectos biológicos hallados en los extractos de la semilla del aguacate:

Tabla No.10 Compuestos bioactivos en el aceite de la semilla del aguacate

PROPIEDAD	COMPUESTO BIOACTIVO	REFERENCIA
Acción modeladora inmunológica	Carotenoides	Henriques 2012
Adelgazante o para quemar grasa.	Principios activos termogénicos	Dr.Hernán Med.Nat.com
Antiamebiano	Taninos condensados Alcaloides	Giffoni 2009
Antiaterogénicos	β -sitosterol, Carotenoides	Henriques 2012
Antibacteriana	β -sitosterol	Jiménez-Arellanes 2013, www.medicinatradiciona lmexicana.unam.mx
Anticancerígenos	β -sitosterol , flavonoides , flavonas , triterpénicos , alcoholes 1,4-desmetilesteroles	Henriques 2012, Pan 2013
Antienvejecimiento	Carotenoides, flavonoides, fenólicos	Vinha 2013 Henriques 2012
Antihipertensivo : Reduce colesterol total y el LDL-colesterol sin cambiar el HDL- colesterol en plasma, Triglicéridos, lipoproteínas de baja densidad(LDL)	Ácido linoléico Grasas monoinsaturadas (oleico), Triterpénicos alcoholes 1,4-desmetilesteroles	Asaolu 2010 Massafera 2010 Henriques 2012 Imafidon 2010 Kate 2009 Anaka 2009
Antiinflamatorio	β -sitosterol, PFA, Kaempferol	Segal 2012, Rosenblat 2010, Pan 2013 Henriques 2012
Antiestrés oxidativo del organismo	Carotenoides	Henriques 2012
Antimalarico	Taninos condensados Alcaloides	Henriques 2012 Giffoni 2009
Antimicótico	β -sitosterol, ácidos grasos , polifenólicos y esteroles	Giffoni 2009 Estrada 2009
Antimicrobiana	β -sitosterol, Flavonoides, Antocianinas, Catequinas, Procianidinas, Ácido hidroxicinámico, Persina , Ácido fenólico	Rodríguez-Carpaena 2011, Fulgencio 2011

Antioxidantes	Flavonoides, Rutina, Catequina y Quercetina, Carotenoides, Prociandinas, Ácido hidroxicinámico.	Rodríguez-Carpena 2011 Pahua 2012
Antiprotozoaria	Extractos de cloroformo y etanol	Jiménez- Arellanes 2013
Aumento de la velocidad de epitelización en la localización de la herida	Ácidos grasos monoinsaturados, Carotenoides.	Henriques 2012
Baja tasa de problema cardíaco Modifica las membranas celulares y las lipoproteínas, aumenta la bilis y la excreción fecal de colesterol y la reducción de la síntesis de VLDL del hígado.	Poliinsaturados (omega) los ácidos grasos 3:6,	Massafera 2010
Benefician en la etapa gestacional de embarazo, a neonatos, ancianos y en enfermedades degenerativas	Los ácidos grasos omega 6 y 3	Massafera 2010
Combate enfermedades neurológicas	Vitamina C, E, Carotenoides, Fenólicos	Henriques 2012
Contra Daños neuronales	Carotenoides	Henriques 2012
Disminuye riesgos de quemaduras, eritemas, lesiones cancerosas, fotoenvejecimiento por exposición al sol	β -caroteno, α -tocoferol, Ácido Ascórbico, procianidinas	Rosenblat 2010 Henriques 2012
Estimulan la reparación y crecimiento de granulaciones (tejidos de las fases de cicatrización) y del DNA \rightarrow reparación cutánea, Aumentan la viabilidad y proliferación de las células	Alcoholes grasos polihidroxilados(PFA), Ácido clorogénico	Rosenblat 2010 Ramos-Jerz 2013
Fungicida	Extracto metanólico	Leite 2009
Hepatoprotector	Triterpénicos alcoholes 1,4-desmetilesteroles	Henriques 2012
Hipocolesterolémicos	Fenoles, Fibra, las familias GA [Omega] -3 y [Omega] -6	Pahua 2012, Asaolu 2010 Rodríguez-Carpena 2011
Hipoglucémico	Extracto de etanol	Jiménez-Arellanes 2013, Edem 2009
Inhibe reacciones oxidativas en carne.	Extracto de acetona al 70%	Rodríguez-Carpena 2011
Inhibe respuesta proinflamatoria de los UVB	Alcoholes grasos polihidroxilados	Henriques 2012
Insecticida	Extracto de metanol y hexano	Leite 2009
Induce la reparación del DNA	PFA	Rosenblat 2010
Influye en el Colágeno	Insaponificable en fibroblastos	Rosenblat 2010

Influye en los queratinocitos de piel humana y fibroblastos	Derivados de ácido abscísico (ABA), polifenoles pequeños (salidroside), dímeros tipo A, trímeros de procianidinas, ácido quinico	Ramos-Jerz 2013
Inhibe síntesis de lípidos hepáticos ,colesterol	Extracto metanólico	Pahua 2012
Larvícida	1,2,4-trihidroxi- nonadecano , β -sitosterol	Giffoni 2009
Mejora diabetes	Extracto etanólico	Edem 2009
Previene enfermedades cardiovasculares	Ácidos grasos omega	Massafera 2010
Protege al páncreas	Extracto acuoso	Edem, Ekanem y Ebong 2009
Protector vs radiación UV	Carotenoides, Alcoholes grasos poli-hidroxilados(PFA)	Vinha 2013, Segal 2012, Rosenblat 2010
Protege a lípidos y proteínas vs oxidación	Extracto de acetona 70%-Agua 30%	Rodríguez-Carpena 2011
Viroestática, Inhibe sincios del HIV y antígeno viral, antiviral	Quercetina, Taninos condensados Alcaloides	Henriques 2012

5. Métodos de extracción.

5.1 Métodos de extracción de aceites.

- Fuerza Mecánica. Prensado. Presión en frío con prensas continuas llamadas expellers (centrífuga).
- Método orgánico. Químicamente (Extracción por disolventes). Se obtiene mayor cantidad de aceite, menores impurezas y menor energía empleada (Rodríguez 2009)
- Ambas
- Maceración. Con muy bajo rendimiento comparado por disolvente en Soxhlet. (Jara 2012)

5.2 Ventajas de las extracciones.

En Soxhlet se usa menos disolvente y el tiempo es a opción del investigador. (Jara 2012)

Se pueden realizar 2 extracciones, la 1^a. moderada para extraer 75-80% de rendimiento, la 2^a. para obtener el restante, y mejorar el rendimiento de obtención. (Rodríguez 2009)

5.3 Técnicas de extracción.

A continuación se enlistan los métodos de extracción que emplearon los diferentes investigadores para analizar los extractos y probar su actividad biológica.

Tabla No.11 Técnicas de extracción

1. Se trituran las semillas sin secar	2. Secado controlado	3. Maduraron frutos a tem. amb.
Se incubó el triturado:	Presión en frío	Manualmente se les separó la cáscara, semilla y pulpa
(Temp. amb. 18-30°C por 48 hrs)	Destilación:	Se registró la pérdida de humedad
Butilacetato/triturado 3:2	Columna a reflujo	Se molió hasta hacerse polvo 0.5g
Mezclar 2 hrs	(solvente orgánico)	Extracción con acetona / agua/ ác. acético 10 ml
Extracción del disolvente orgánico:	Filtrar	70:29.7:03 v/v/v
Destilación del extracto	Desazolvar	Agitar 5-20 minutos a tem. amb.
Evaporar el disolvente	Deodorizar	Sonicar 5 min y Centrifugar a 1277rpm por 10 min
Segunda extracción:	Saponificación:	Pasar por tamiz de malla
Se agrega Hexano caliente	(NaOH etanólico)	Mantener a -20°C para después analizar (Wang 2010)
Enfriar para precipitar (2-8°C por 15-24hrs)	Destilación molecular (Segal 2012)	
Obtención de PFA (Segal 2012)		

4. Semilla	5. Separar el endocarpio del mesocarpio	6. Separar mesocarpio del endocarpio
Fragmentación	Triturar y a 100g	Cortar en pedazos pequeños 40g
Molienda	Añadir disolvente hexano 400ml	Agregar disolvente (Hexano) 200ml
Extracción	Macerar: agitar por 24 hrs a 3000rpm	Calentar en Soxhlet 2hr a 70°C
-Soxhlet con hexano	Tem. amb.	Dejar enfriar a temperatura ambiente
-CO ₂ P= 27.58 Mpa	Repetir 3 veces con la misma muestra	Concentrar en rotavapor a 25°C-40°C
T=60°C	(Jara 2012)	Pesar muestra sólida o medir líquido
Obtención del aceite (Estrada 2009 op.cit. García)		Refrigerar -4°C (Jara 2012)

7. Separar semilla y cáscara de la pulpa (Con las manos)	8. Secar semillas	9. En 3g de semilla 15 ml de disolvente
Liofilizar	Hacer polvo	- Acetato de etilo
Moler la semilla	Macerar con: Cloroformo	-Acetona-Agua (70:30)
Extracción con metanol /molido 8:1	Repetir 3 veces	-Metanol-Agua (70:30)
Baño de agua termostático 60°C	Temp. amb. por 7 días	Igualar con Homogeneizador
15 minutos agitación	Filtrar	Centrifugar a 2500rpm 3 min a 4°C
Filtrar sobrenadante Usar papel filtro	Concentrar a sequedad 40°C	Recoger sobrenadantes Con papel filtro
Repetir 3 veces el proceso	A presión reducida	El residuo se vuelve a extraer. Igual proceso
Combinar sobrenadantes (3)	Luego se maceró con etanol	Combinar sobrenadantes (2)
Usar rotovapor a 40°C	El disolvente se eliminó	Evaporar con evaporador rotativo
<u>(Kosińska 2012)</u>	bajo presión reducida <u>(Jimenez-Arellanes 2013)</u>	<u>(Rodríguez-Carpena 2011)</u>

10. Lavar con agua con cloro al 5%	11. Inmediatamente después de la cosecha, lavadas y separadas las partes del fruto
Lavar con agua destilada	Guardadas a 4°C
Deshidratar con horno de convección	Destilación en Soxhlet
(A 60°C hasta peso cte.)	(cloroformo/metanol) 2:1
<u>(Bressani 2009)</u>	<u>(Vinha 2013)</u>

12. Secar semillas	13. Semillas, limpiar	14. Semillas
Hacer polvo	Secar 40°C	Quitar testa
Análisis de humedad%	Envasar al vacío	Cotiledones 2456g
Cada 200g desengrasar	Almacenar -20°C	Liofilizar
Con Éter de petróleo(3x1l)	Secar por Congelación	Moler con éter de petróleo (4 x 2 l)
Obtención del extracto de Éter de petróleo	Moler	Obtención del extracto de éter de petróleo
Al residuo tratar con -Etil acetato 2l -Metanol	Desengrasar Ocupando éter de petróleo	41.7g= 1.7% rendimiento
Obtención del extracto de:	Macerar con metanol	A los cotiledones desengrasados:
•Etil acetato •Metanol Rendimiento del 5.4%	<u>(Ramos-Jerz 2013)</u>	Separar desecho de cotiledón
<u>(Ramos-Jerz 2013)</u>		Metanol(8x 2l)
		Obtención de extracto de metanol
		242.18g=9.8%
		Éter de petróleo (1l) Metanol (0.15l) Agua (0.35l)
		Partición de éter de petróleo 68.5g=2.8%
		Al residuo 1
		Se agrega diclorometano
		Parte de diclorometano 2.21g=0.09%
		Residuo 2
		Agregar etil acetato 6x 0.2 ml
		Partición de acetato etilo 18.65g=0.76%
		Partición metanol-agua 133.4g=5.4%
		Concentrar al vacío 35°C
		<u>(Ramos-Jerz 2013)</u>

15. Separar semilla de la pulpa	16. Secar por 12 hrs a 60°C	17. Semilla oleaginosa
Secar en horno a 50°C	Disolvente caliente	Prensado en frío
Moler a polvo con molino de laboratorio	Ocupar Soxhlet con éter de petróleo	(Estrada 2009 op.cit. Hdz. 2005)
Envolver en cartuchos de papel filtro	(Massafera 2010)	
Extracción a reflujo con Soxhlet con:		
-Hexano		
-Metanol		
Calor por 6 hrs		
Concentrar en rotavapor		
Presión reducida 60 rpm A 80°C		
(Giffoni 2009)		

5.4 Disolventes.

Se seleccionó a los disolventes más utilizados y con el menor riesgo para la salud.

ACETATO DE BUTILO $\text{CH}_3\text{-CO-O-(CH}_2\text{)}_3\text{-CH}_3$ O BUTIL ACETATO p.eb. 126°C tiene bajo punto de inflamación comparado contra acetato de etilo, también es de menor polaridad. Es un disolvente más seguro, el extracto de las semillas está libre de furanos y lípidos, contiene trazas 0.01-0.03% del peso total del extracto. Son inofensivas. (Segal 2012)

ACETATO DE ETILO $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3$. p.eb. 77.1°C es polar extrae proantocianidinas y polifenoles. (Ramos-Jerz 2013) Al 100% es muy buen extractor (Jiménez-Arellanes 2013). Altamente flamable precaución al usarlo. Muy volátil.

$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ p.eb. 56.1°C miscible con agua, solubiliza impurezas hidrosolubles. Muy volátil. Muy inflamable. (Rodríguez 2009) Dio el rendimiento más alto y actividad antioxidante más intensa. (Rodríguez-Carpena 2011). Al 70% es muy buen extractor (Jiménez - Arellanes 2013)

Muy eficaz con agua para obtener grandes rendimientos de extracción en alimentos ricos en antioxidantes solubles en agua, por ejemplo: polifenoles y clorofilas. (Rodríguez-Carpena 2011)

DIOXIDO DE CARBONO CO_2 , FLUIDO SUPERCRITICO p.eb. -57°C menos dañino al medio ambiente. El aceite obtenido es de alta calidad. No es tóxico, temperatura inferior a la de extracción con hexano, se extrae aproximadamente la misma cantidad de grasa de 3.08% y 3.07% con hexano y CO_2 supercrítico respectivamente (Estrada 2009)

ETANOL $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ (alcohol etílico) p.eb. 78.3°C se extrajo 0.79% de grasa⁵⁵. Por su polaridad extrae compuestos fenólicos con potencial antioxidante: Catequina y epicatequina (Rodríguez-Carpena 2011). No es recomendable para extraer PFA lo descompone por las propiedades ácidas (Segal 2012). Se extrae 6% de extracto con respecto a peso seco del material vegetal de la semilla en 77.2 g de extracto etanólico. (Jiménez-Arellanes 2013).

HEXANO $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ p.eb. 68.7°C mayor polaridad que le da afinidad por la fracción oleosa. Muy volátil que al ser destilado deja un residuo mínimo o nulo. (Rodríguez 2009, Giffoni 2009) Tóxico. Extrae: Esteroles, Esteres metílicos, Triterpenos (Giffoni 2009), Tocoferol (Jara 2012).

ISOPROPANOL $\text{CH}_3\text{-CH-OH-CH}_3$ p.eb. 82.6°C inflamable y explosivo, no se recomienda para extraer PFA descompone el PFA por las propiedades ácidas (Segal 2012).

PROPILEGLICOL $\text{CH}_3\text{-OH-CH-CH}_2\text{-OH}$ p.eb. 188.2°C no se recomienda para extraer PFA descompone el PFA por las propiedades ácidas del disolvente. (Segal 2012)

5.4.1 Características del disolvente.

- Afinidad alta por la fracción a extraer.
- No ser tóxico.
- Fácil adquisición.
- Punto de ebullición bajo.
- No deje residuos indeseables en el extracto (Rodríguez 2009).

5.4.2 Factores que afectan la extracción por disolventes.

- a) Tiempo, determina la cantidad extraída.
- b) Cantidad de disolvente, varía el peso –volumen obtenido de la materia prima obtenida.
- c) Temperatura del disolvente, favorece mantenerla controlada para no desfavorecer la extracción.
- d) Tipo de disolvente (Rodríguez 2009).

5.5 Caracterización.

Para establecer las propiedades físicas y químicas del extracto de la semilla y elucidar sus componentes se enlistan tanto las técnicas como los análisis efectuados al mismo.

5.5.1 Análisis Físicoquímicos.

1. Acidez titulable. (Rodríguez 2009, Vinha 2013, Henriques 2012)
2. Actividad antimicrobiana.
3. Carotenoides totales.

4. CUPRAC reducción del cúprico (Shela Gorinstein 2010) (capacidad antioxidante).
5. Degradación del aceite:
 - Índice de Kreis (producción de aldehídos obtenidos de la degradación oxidativa).
 - Índice de peróxidos.
6. Densidad relativa.
7. Extracción con Soxhlet.
8. Determinación de capacidad antioxidativa. NADPH⁶⁴.
10. Determinación colorimétrica con DTNB (di-tio-bis-2-nitrobenzoico).
11. Determinación de lípidos por Soxhlet. (Rodríguez 2009)
12. Ensayo ORAC.
13. Fenoles totales en semilla (TPC).
14. FRAP poder reductor antioxidante de ion férrico.
15. Glutación.
16. Gravimetría.
17. Incineración de muestras.
18. Índice de refracción.
19. Índice de saponificación.
20. Índice de yodo.
21. Materia insaponificable.
22. Método de Kjeldahl.
23. Perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases. (Rodríguez 2009)
24. Punto de humo.
25. Refractometría sólidos solubles totales °BRIX.
26. TEAC capacidad antioxidante equivalente trolox. Reducción de la actividad de los extractos contra ABTS^{•+}.
27. Titulación con reactivo Tillmans. (Reducción de 2, 6 dicloroindofenol).

28. UPLC.

29. Valores de AHB.

5.5.2 Técnicas.

1. Columna cromatográfica de gel de sílice con eluyentes: controladas con TLC.
2. Cromatografía de gases CG. (Massafera)
3. Cromatografía en capa fina (TLC).
4. Espectrofotometría
 - a. Ensayo Folin-Ciocalteu. (Wang 2010)
 - b. -Método de Francis (1982) etanol/HCl. (Henriques 2012)
5. Ensayo DPPH*radical de captación de actividad o capacidad antioxidante (2,2-difenil-1-picrihidrazilo).
6. Espectrofotometría UV/VIS). (Wang 2010)
7. Espectrofotocolorimétrica
 - a. Reducción de azul de tetrazolio (determinación colorimétrica).
8. Espectrometrías de masas MS.
10. HPLC-ESI-MS. (Wang 2010)
11. HPLC-MS.
12. RMN¹³C.
13. Transmetilación.
14. UV y MS.

6. Toxicidad.

El extracto de aceite de la semilla es muy amargo. La semilla produce fluido lechoso con olor y sabor a almendra. Se vuelve rojo al aire dando una tinta indeleble de color marrón casi negra. (Flores 2009, Segal 2012)

Algunas personas han desarrollado reacciones alérgicas al combinarlo con látex natural, plátanos, melones, mangos, nueces y kiwis. (Flores 2009)

Hernán recomienda una cantidad no mayor de té (3 al día) pues produce constipación o estreñimiento por los taninos que contiene⁵⁰. Se recomienda no tratamientos largos a más de 5g/l por su toxicidad en tés, por ejemplo una semilla por medio litro de agua hervida por 2 minutos para parásitos intestinales y las dosis bajan, hasta por 15 días de tratamiento dependiendo lo que se combata^{52,53}. (Flores 2009). Los extractos de la semilla no son potencialmente tóxicos o nocivos (Rodríguez-Carpena 2011).

En ratas de laboratorio por ingesta vía oral se encontró de acuerdo a tres autores, diferencias en los informes de Ozolua (2009) que reporta de 2-10 g/kg como dosis no tóxica, Dabas (20013) op.cit. Michaelakis (2009) reporta 2.5 g/ por peso con cambios hematológicos no extremos observables y Ramos (2012) reporta un LD₅₀ = 1.767 g/kg por peso.

Pahua reporta que los animales (ratas de laboratorio) con los que se trabajó no presentaron señales de toxicidad como depresión, diarrea, hipermotilidad, agresión, retortijones, no murieron en los 14 días de estudio. Ligeramente baja de peso a menos del 4%. (Pahua 2012)

Por vía hipodérmica no se observó absceso ni síntoma tóxico⁵¹.

En el caso de Bressani se alimentó a las ratas con ingesta oral con 35% de harina de la semilla, hubo pérdida de peso y murieron a los 2 y 3 días. (Bressani 2009)

Dió positivo en irritación oftálmica en conejos ⁵¹.

Tabla No.12 Toxicidad

DOSIS LETAL Y CONCENTRACIÓN MEDIA	TOXICIDAD³⁶ Y ADMINISTRACIÓN ORAL	PROBABLE DOSIS LETAL PARA EL HOMBRE³⁶	INVESTIGADOR
LC ₅₀ =2370 ppm extracto con hexano	Ligeramente tóxico	600 ml	Giffoni 2009
LC ₅₀ =24 130 ppm extracto con metanol	Prácticamente no tóxica	1 litro	Giffoni 2009
300 mg/kg	No significativa (moderadamente tóxica)	30 ml	(Asaolu 2010)
LD ₅₀ = 1767 mg /kg	Ligeramente tóxica	600 ml	(Pahua 2012)
LD ₅₀ > 2000 mg/kg	Ligeramente tóxica.	600 ml	(Estrada 2009)
8830 mg/kg	Vía intraperitoneal. Prácticamente no tóxica	1 litro	www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx
10 000 mg / kg BW extracto de éter	Intraperitoneal. Prácticamente no tóxica	1 litro	(Pahua 2012)
LD ₅₀ =10 000 mg / kg	Prácticamente no tóxica	1 litro	(Jimenez-Arellanes 2013)

7. Uso industrial y Patentes.

Los diversos componentes de la semilla han llevado a algunos investigadores a proponer el empleo de algunos de sus componentes en:

Culinaria: Emulsiones, conservador, colorante. (Estrada 2009, Bressani 2009, Flores 2009, **Kosińska 2012**)

Dermocosmética. (Henriques 2012, Vinha 2013, Estrada 2009 op.cit Brown 2001)

Farmacéutica: antioxidante, medicamento. (Vinha 2013)

Fijador del color. (Flores 2009)

Inducir la difusión de preparaciones liposolubles. (Henriques 2012)

Componente en Protector vs rayos UV.

En el ámbito de las patentes, existen dos nacionales registradas:

Adsorbente químico: depura aguas residuales, elimina materiales tóxicos, elimina contaminantes orgánicos e inorgánicos, elimina el color del agua contaminada con colorantes de la industria textil, elimina metales pesados (Pb, Cr, Ni) y por combustión se elimina el adsorbente ya utilizado. (Elizalde 2013)

Plásticos biodegradables: La semilla se ocupa como uno de los componentes que integran su elaboración de plástico biodegradable. (Munguía 2014)

En USA se encuentra registrado Método de extracción y obtención del PFA. Con el extracto de la semilla del aguacate se pueden hacer preparados cosméticos o medicinales (Segal 2012).

8. Resultados.

El ácido oléico es el componente principal dentro de los ácidos grasos monoinsaturados en la semilla del aguacate. (Massafera 2010)

Los ácidos grasos poliinsaturados en la semilla están presentes de un 4-5% del aceite. Los ácidos grasos linoléico y linolénico se encuentran en proporción adecuada para la salud cardiovascular. (Massafera 2010)

El ácido palmítico es el principal componente de los ácidos grasos saturados. (Bressani 2009)

La cantidad de material insaponificable en la semilla va del 2-7% y además con actividad farmacológica (Segal 2012).

El porcentaje en cenizas en la semilla es del 1.29% (Henriques 2012, Rodríguez-Carpena 2011)

La cantidad de proteína en la semilla está presente en un 4.27 % siendo el ácido glutámico el principal aminoácido encontrado. Algunos otros como el triptófano y lisina podrían sustituir al maíz que es deficiente en éstos, o del frijol deficiente en metionina (Bressani 2009, Henriques 2012)

La semilla contiene un 79.54% de carbohidratos (Bressani 2009).

El contenido fenólico total en la semilla es de 602.5 mg/100g y Taninos un 332.82 mg/100g (Rodríguez-Carpena 2011, Bressani 2009)

La actividad antioxidante *in vitro* es del 43% en semilla (Vinha 2013, Pahua 2012).

Es abundante en procianidinas B y A, catequinas, epicatequinas (estas dos últimas en una proporción cercana al 50%), ácido hidrocínámico, flavonoides, flavonoles y vitamínicos. (Henriques 2012, Rodríguez-Carpena 2011)

El extracto de hexano presenta $LC_{50} = 8.87$ mg/ml, activo vs larva *aedes aegypti* y activo vs levadura *candida*, *Malassezia pachydermatis*, *Cryptococcus neoformans*, (Giffoni2009)

El extracto de metanol y acetato de etilo presentaron actividad antimicrobiana vs *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* en 9.20 mm, 8.33 mm y 9.27 mm respectivamente, por difusión de disco de agar.

El extracto de metanol presenta $LC_{50} = 24.13$ mg/ml (Giffoni 2009) gran potencial bioactivo. Inhibe a *M.tuberculosis* (Jiménez-Arellanes 2013)

Los alcoholes grasos poli-hidroxiados (PFA) después de la precipitación con hexano en frío está listo para uso cosmético o terapéutico.(Segal 2014)

Los ácidos hidroxibenzoicos están en presencia muy baja en la semilla.

Con la adición de extracto de semilla aumentó la actividad en queratinocitos de un 18-25% y su metabolismo no se ve afectado. (Ramos-Jerz 2013).

El extracto de la semilla disminuye el número de células quemadas por el sol, al reducir la secreción de mediadores inflamatorios (interleucina-6, prostaglandina E2).

El extracto de la semilla aumenta la expresión del gen receptor del factor de crecimiento epidérmico. (Ramos-Jerz 2013).

Se ha comprobado Actividad antimicrobiana *In vitro* contra Bacterias gram (+), que mostraron ser más sensibles a los extractos que las gram (-).

Los extractos etanólicos y con triclorometano presentan actividad antiprotozoaria contra parásitos intestinales. (Jiménez-Arellanes 2013)

Los extractos acetónicos seguidos de los metanólicos y de los hechos con acetato de etilo permiten extraer fenoles que previenen la oxidación de los lípidos presentes en la carne molida (Rodríguez-Carpena 2011).

En el tegumento de la semilla se encontró que tiene más proteína y fibra que la semilla y menos grasa de la misma, sin importar la variedad. (Bressani 2009)

CONCLUSIONES

- 1.-El aceite de la semilla de aguacate es un residuo orgánico que según la literatura aquí presentada es fuente de nutrientes, fármacos y cosméticos.
- 2.-Aun cuando los niveles de componentes químicos en la semilla se ven influenciados por los cambios edafoclimáticos, las variedades de la semilla del aguacate no cambian en composición química, valor nutritivo y capacidad antioxidativa.
- 3.-Es importante caracterizar e identificar los componentes bioactivos de esta semilla.
- 4.-La extracción del aceite de la semilla es accesible y no tóxica.
- 5.-Se sugiere como resultado del presente trabajo la utilización de acetona 70: agua 30 como mejor disolvente de extracción.
- 6.-Hace falta varios estudios y ensayos clínicos para identificar los compuestos bioactivos, por su actividad microbiana, fúngica o en algunos tipos de cánceres; con esta información podrán aplicarse en la industria farmacológica.
- 7.-Es recomendable continuar con los estudios químicos y ensayos clínicos del aceite de la semilla de aguacate y de otros compuestos presentes en dicha semilla, puesto que México es el primer productor mundial, es deseable establecer la relación estructura-actividad de los compuestos bioactivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anaka O.N., et.al., Effect of the aqueous seed extract of *Persea americana* Mill (Lauraceae) on the blood pressure of sprague-dawley rats. *African Journal Pharm Pharmacol*; 3, 485-490(2009)
2. Asaolu M.F.et.al.Hypolipemic effects of methalonic extrac of *Persea americana* seeds in hypercholesterolemic rats. *Journal Medical Sciences* 1[4]126-128(2010)
3. Bressani Ricardo Dr. La composición química, capacidad antioxidativa y valor nutritivo de la semilla de variedades de aguacate. UVG, Concyt, Senacyt, Fonacyt. Proyecto Fodecyt 02-2006.Guatemala marzo 2009.
4. Dabas, Deept; et.al. Avocado (*Persea americana*)Seeds as a Source of Bioactive Phytochemicals. *Current Pharmaceutical Design* 19, [34] oct. 6133-6140(2013)
5. Edem D.O.Hypoglycemic effects of ethnaolic extracts of alligator pear seed(*Persea America* Mill) in rats.*European Journal Science Res.*3, 3669-678(2009)
6. Edem, Ekanem y Ebong. Effect of aqueous extracts of alligator pear seed (*Persea americana* mil) on blood glucose and histopathology of páncreasin alloxan-induced diabetic rats.*Pakistan Journal Pharm Science*22,272-276(2009)
7. Elizalde González et.al. Process for obtaining and adsorbent from a waste material and use of the adsorbent. Patente Número: US8,501,663B2 agosto 6,2013
8. Estrada Zapata Mercedes Montserrat. Propuesta Tecnológica para el aprovechamiento Integral del Aguacate (*Persea americana*): Cuautitlán Izcalli Estado de México. UNAM, 2009.
9. Flores García Rosario Eugenia. Diplomado de Tlahui-Educa. Herbolaria y medicina Tradicional Mexicana. Morelia Michoacán, Tlahuic-Medic, 28 II/2009

10. Fulgencio Negrete Rodolfo. Determinación del contenido de Persina de diferentes accesiones de aguacate criollo Mexicano y evaluación de la actividad antimicrobiana. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología: Morelia Michoacán 2011.
11. Giffoni Leite Joao Jaime, et.al. Chemical composition, toxicity and larvicidal and antifungal activities of Persea americana (avocado) seed extracts. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 2009.
12. Henriques Moreira Joana Catarina. Agentes Fitoquímicos da Persea Americana Mill e seu potencial contributo na dermocosmética. Tesis Mestre em Ciências Farmacêuticas 2012 .Portugal. Universidade Fernando Pessoa.
13. Imafidon E.K. Okunrobo O.L. Biochemical evaluation of the tradomedicinal uses of the seeds of Persea Americana Mill (Family: Lauraceae).Word Journal of Medicinal Sciences. 4[2]143-146(2010)
14. Jiménez- Arellanes Adelina, et.al. Antiprotozoal and antimycobacterial activities of Persea American seeds. Complementary and Alternative Medicine [13] 109 (2013)
15. Kate I. E., et.al. Biochemical evaluation of the tradomedicinal uses of the seed Persea Americana Mill, (Family Lauraceae). World Journal Medical Science 4,143-146(2009)
16. **Kosińska A.et.al. Phenolic Compound Profiles and Antioxidant Capacity** of Persea Americana Mill, Peels and Seeds of two varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 60[18] 4613-4619(2012)
17. Leite J.J.G., et.al. Chemical composition, toxicity and larvicidal and antifungal activities of Persea americana (avocado) seed ex-

- tracts. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 42110-113 (2009)
18. Massafera G. et. Al., Composição de ácidos graxos do óleo do mesocarpo e da semente de cultivares de abacate (*Persea americana*, Mill.) da região de Ribeirão Preto, SP Brasil. Alimentos e Nutrição Araraquara (abril-junio) 21[2]325-331(2010)
 19. Melo Hernández Yohana Patricia. Respuesta de la inoculación de Micorrizas en plántulas de aguacate *Persea Americana* Mill. Variedad Hass en diferentes sustratos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira 2011.
 20. Mohammad Yasir, et.al. , El perfil fitoquímico y farmacológico de *Persea Americana* Mill. Pharmacogn Reviews. (enero-jun) 4[7]77-84 (2010).
 21. Munguía Olvera Scott. Process for obtaining biopolymers from a solid isolated from avocado pits and obtained biopolymers. Patente Número: MX20120089962-2014-02-25
 22. Pahua- Ramos, M.E., et.al. Hypolipideic effect of avocado (P.A.M) seed in a hypercholesterolemic mouse model. Plant Foods Human Nutrition 6710-16(2012)
 23. Pan et. al. Epigenetic and Polyphenols. Current Pharmaceutical Design, 19[34]6161-6171(2013)
 24. Ramos Linares, et.al., Incidencia de resultados negativos de medicación en un servicio de urgencias hospitalario y factores asociados. Farm. Hosp. 34[6] 271-278(2010)
 25. Ramos-Jerz, María del R., et.al., *Persea Americana* Mill. Semilla: Fraccionamiento, caracterización y efectos sobre queratinocitos humanos y fibroplastos. Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine art.10.391247: 1-12(2013)

26. Rodríguez-Carpena J., et. al., Avocado (Persea Americana Mill) Phenolics, in vitro antioxidante and antimicrobial activities, and inhibición of lipid and protein oxidation in porcine patties. Journal of Agricultural and food Chemistry, 59 5625-5635 (2011)
27. Rodríguez Zamora Teresa Melisa. Tesis. Extracción y Caracterización del aceite de la pulpa de aguacate tipo Hass (Persea Americana Miller).UNAM. 2009
28. Rosenblat G., et.al., Polyhydroxilated fatty alcohols derived from avocado suppress inflammatory response and provide non-sunscreen protection against UV induced damage in skin cells. Archives of Dermatological Research303[4]239-246(2011)
29. Segal Joseph y Rosenblat Gennady. Method for obtaining polyhydroxilated fatty alcohols from avocado seeds, their composition and use for cosmetic and therapeutic applications.Patente Número:US61/669,685 julio 10.2012
30. Shela Gorintein, et.al., Algunos ensayos analíticos para la determinación de la bioactividad de frutas exóticasPhytochemical Analysis21[4] 355-362(2010)
31. Vinha Ana, Moreira Joana y Barreira Sergio. Physicochemical Parameters, Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of the Algarvian Avocado (Persea Americana Mill). Journal of Agricultural Science, 5[12](2013)
32. Wang Meng, et.al., Effect of harvest date on the nutritional quality and antioxidant capacity in "Hass" avocado during storage. Food Chemistry [135] 694-698 (2012)
33. Wang W. et.al., Antioxidant capacities procyanidins and pigment in avocados of different strains and cultivars. Food Chemistry 122[4]1193-1198(2010).
34. www.aproam.com.

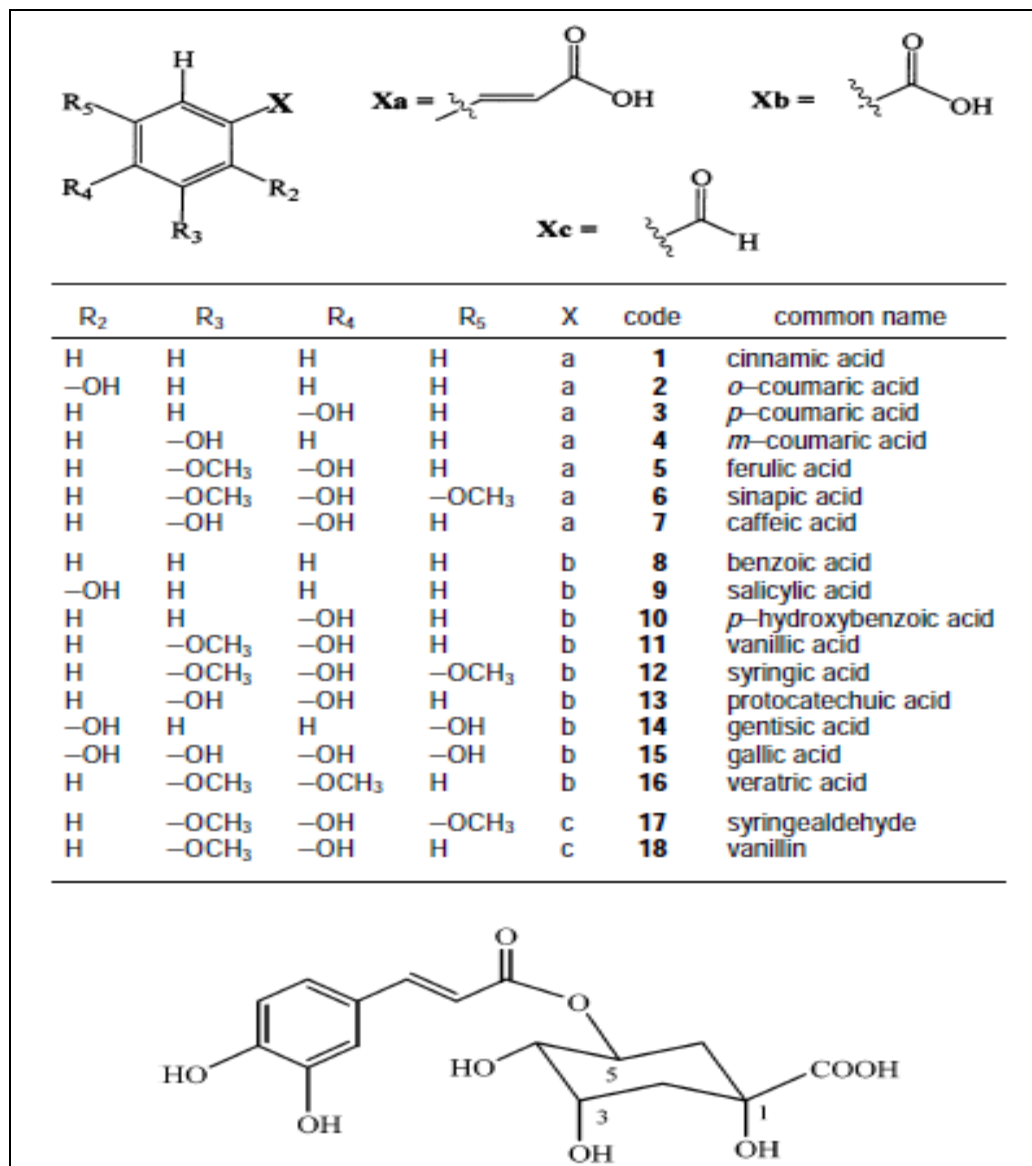
35. www.aguacate.gob.mx
36. http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/ld50.html#_1_2
consultado 27/10/2014
37. <http://www.cyd.conacyt.gob.mx> 02/2014
38. www.docencia.izt.uam.mx/.28/10/2014
39. www.economia.gob.mx
40. <http://www.ecured.cu> 01/2014
41. <http://www.economia.gob.mx/files/MonografiaAguacate.pdf>. febrero 2012
42. <http://faostat.fao.org/ProduccióndeaguacateenMéxico>.
43. <http://www.iconio.com/ABCD/F/INDEX.PDF>
(20/10 /2014; 14: 10 hrs.)
44. <http://www.inegi.org.mx/prodserv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sectorial/biosa/biosa.pdf>
45. www.inifap.gob.mx.
46. [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/158D17AC5FE4ABEC06256AE80059F98C/\\$file/fertilizacion+del+aguacate.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/158D17AC5FE4ABEC06256AE80059F98C/$file/fertilizacion+del+aguacate.pdf)
47. www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r23843
48. <http://www.jornada.unam.mx/2014/02/10/>
49. http://www.mcahonduras.hn/documentos/publicacioneseda/Manuales%20de%20produccion/EDA_Manual_Produccion_Aguacate_FHIA_09_08.pdf 10/2014
50. www.medicinanatural.com.py Hernán Candia Román.
51. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?1=3&t=Persea%20americana&id=7088> 01/2014
52. [www.plantas-medicinales.es/semilla-de-palta-hueso-aguacate-rejuvenece-](http://www.plantas-medicinales.es/semilla-de-palta-hueso-aguacate-rejuvenece-.).10/2014
53. <http://www.plantasparacurar.com/te-de-aguacate/> 10/2014

54. http://www.porquebiotecnologia.com.ar/adc/uploads/elcuaderno_127.pdf
55. <http://www.siap.gob.mx/atlas2013/index.html>
56. [www.sagarpa.gob.mx/2011.Monografia de cultivos. Aguacate](http://www.sagarpa.gob.mx/2011.Monografia%20de%20cultivos.%20Aguacate)
57. www.scbt.com/es/datasheet-206006-tetrazolium-blue-chloride.html
58. www.slideshare.net/Nachotorre/Tema-1-la-semilla
59. <http://www.w4.siap.sagarpa.gob.mx/appestado/monografias/frutales/aguacateH.html> 24/06/2014
60. <http://w4.siap.gob.mx/sispro/indmodelos/spag/aguacate/circuito.pdf>

APÉNDICE.

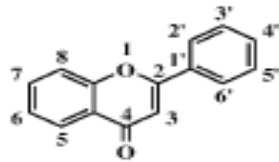
Estructuras químicas

Estructura química de los ácidos fenólicos:



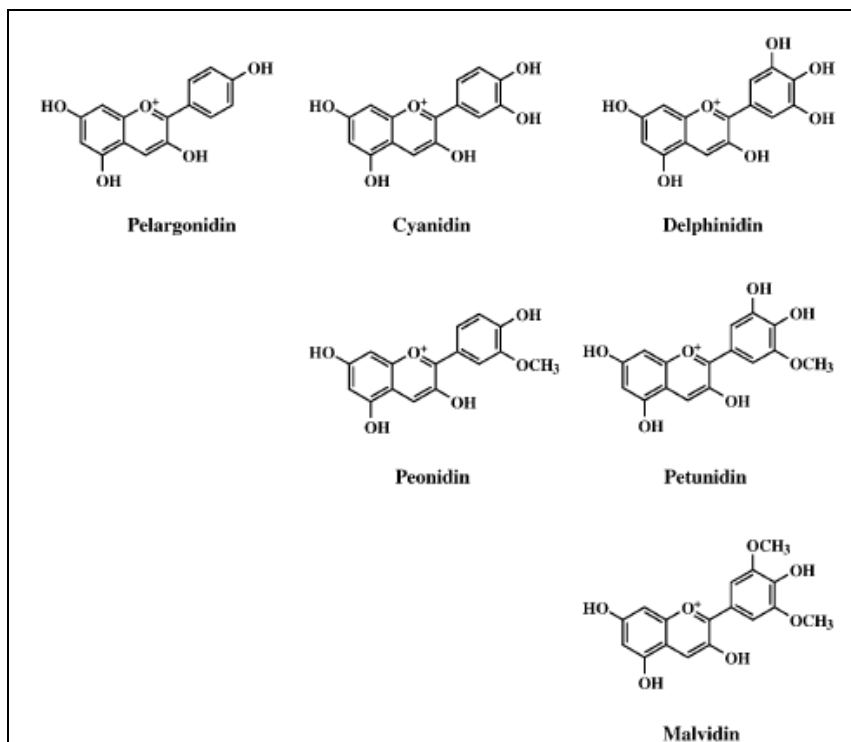
Estructura del ácido 5.cafeoilquinico (ácido clorogénico)

Estructura química de los flavonoides:

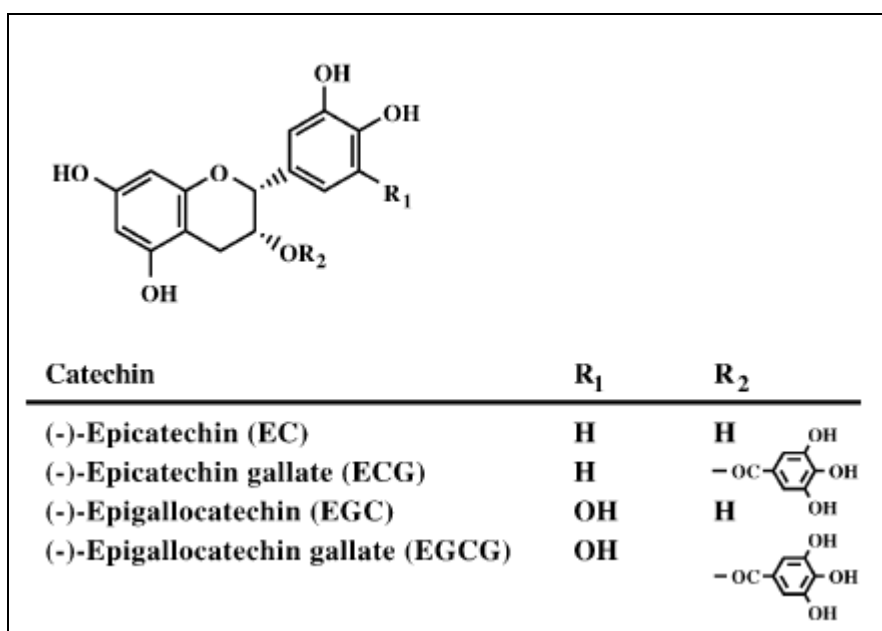


Class	Name	Substitutions
Chalcone (ring C noncyclized)	Butein	2, 4, 3', 4' - OH
	Okanin	2, 3, 4, 3', 4' - OH
Flavone	Chrysin	5, 7 - OH
	Apigenin	5, 7, 4' - OH
Flavonone	Naringin	5, 4', - OH; 7 - rhamnoglucose
	Naringenin	5, 7, 4' - OH
	Taxifolin	3, 5, 7, 3', 4', - OH
	Eriodictyol	5, 7, 3', 4' - OH
	Hesperidin	3, 5, 3' - OH, 4' - OMe; 7 - rutinose
	Isosakuranetin	5, 7 -OH; 4' - OMe
Flavonol	Kaempferol	3, 5, 7, 4' - OH
	Quercetin	3, 5, 7, 3', 4' - OH
	Rutin	5, 7, 3', 4' - OH; 3 - rutinose
Flavononol	Engeletin	3, 5, 7, 4' - OH; 3 - O-rhamnose
	Astilbin	3, 5, 7, 5', 4' - OH; 3 - O-rhamno
	Genistin	5, 4' - OH; 7 - glucose
	Taxifolin	3, 5, 7, 3', 4' - OH
Isoflavone	Genistein	5, 7, 4' - OH
	Daidzin	4' - OH, 7 - glucose
	Daidzein	4', 7 - OH
Flavanol	(+)-Catechin	3, 5, 7, 3', 4' - OH
	(+)-Gallocatechin	3, 5, 7, 3', 4', 5' - OH
	(-)-Epicatechin	3, 5, 7, 5', 4' - OH
	(-)-Epigallocatechin	3, 5, 7, 3', 4' - OH
	(-)-Epicatechin gallate	3, 5, 7, 3', 4' - OH; 3 - gallate
Anthocyanidin	Epigenidin	5, 7, 4' - OH
	Cyanidin	3, 5, 7, 4' - OH; 3, 5 - OMe
	Delphinium	3, 5, 7, 3', 4', 5' - OH
	Pelargonidin	3, 5, 7, 4' - OH

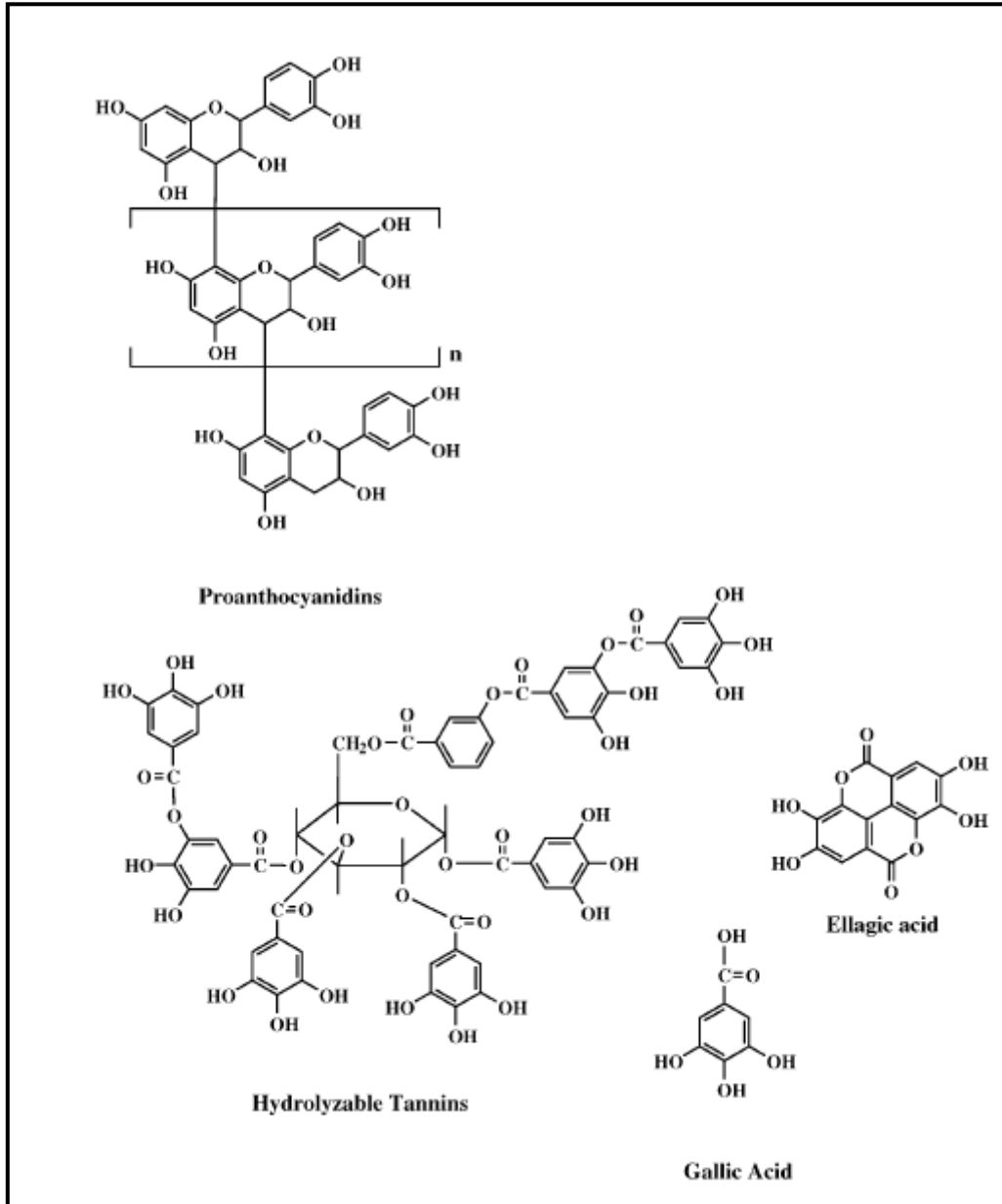
Estructuras de antocianidinas:



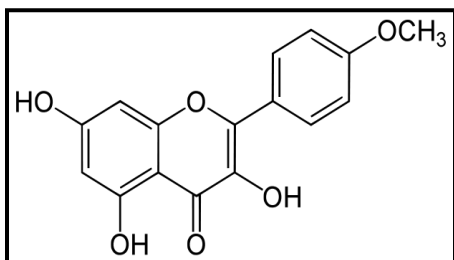
Estructura química de Catequinas:



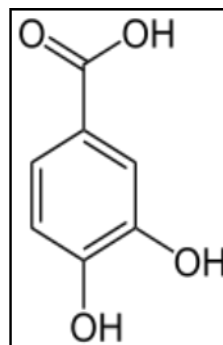
Estructura Química de los Taninos:



Estructura de algunos compuestos identificados en el aceite de la semilla del aguacate:



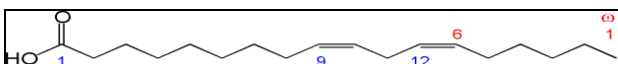
kaempferide



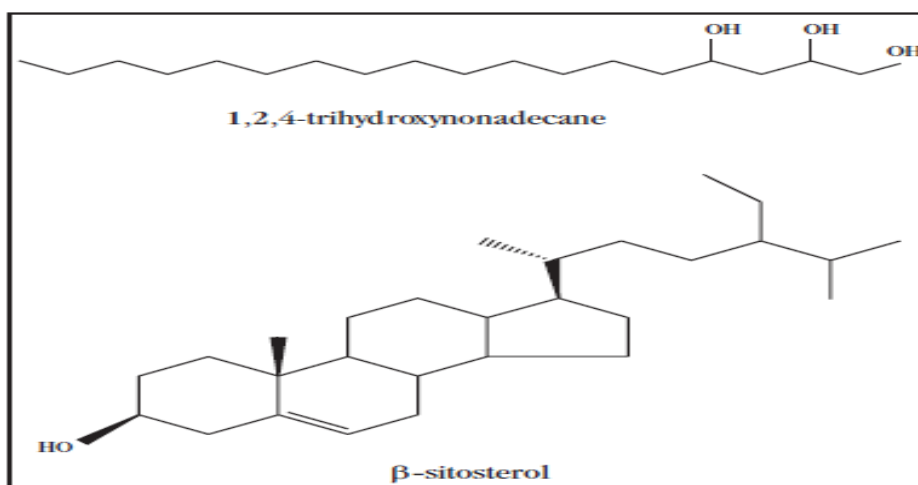
ácido protocatéuico

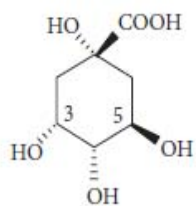


ácido oléico C₁₈H₃₄O₂

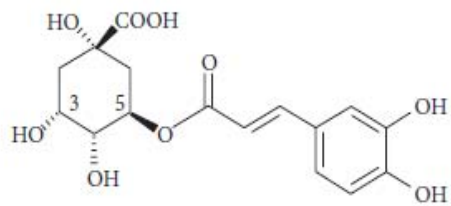


ácido linoléico C₁₈H₃₂O₂

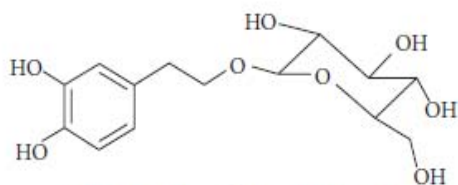




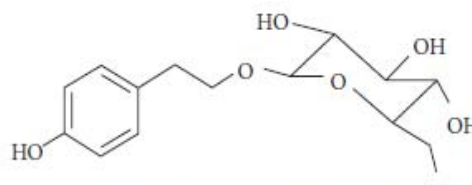
(-) Quinic acid (1)



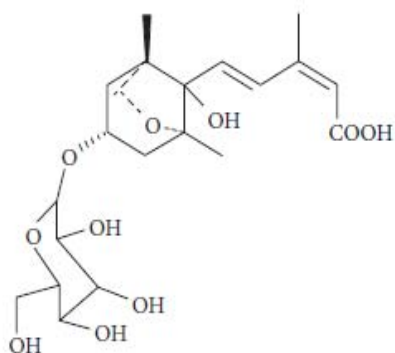
Chlorogenic acid (16)



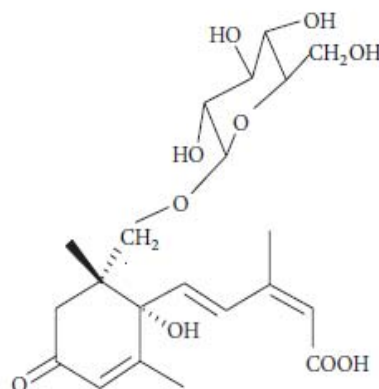
3-Hydroxy-tyrosol-1'- β -D-O-glucoside (13)



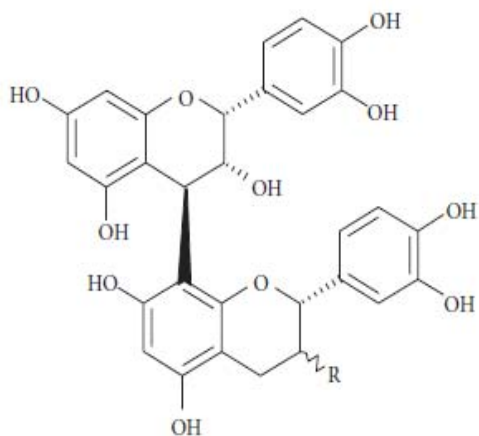
Tyrosol-1'- β -D-O-glucoside (17)



(1'R, 3'R, 5'R, 8'S)-epi-Dihydrophaseic acid β -D-glucoside (18)



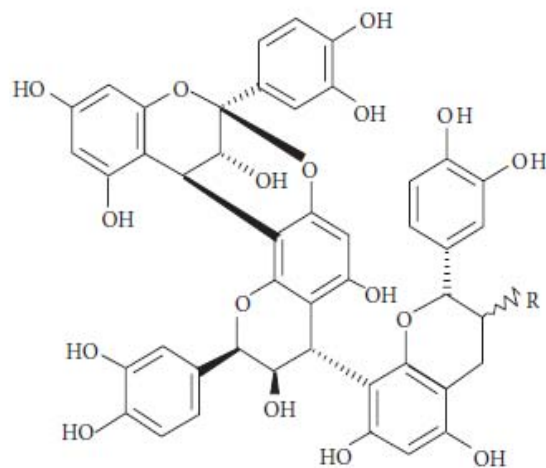
(1'S, 6'R)-8'-Hydroxyabscisic acid β -D-glucoside (21)



Proanthocyanidin

B1: R \blacktriangleright (19)

B2: R \cdots (20)



R: \blacktriangleright OH A2-(+)-catechin

R: \cdots OH A2-(-)-epicatechin