



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO

Portada del Proyecto de Residencias Profesionales



Nombre del Proyecto:
Elaboración de cápsulas de harina de cáscara y semilla de aguacate

Nombre del Alumno:
Martínez García Jenny

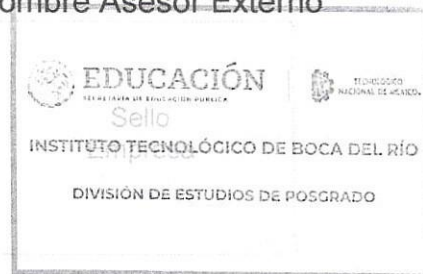
Numero de Control:
18990557

Nombre de la Carrera:
Ingeniería en Industrias Alimentarias

Especialidad:
Sistemas de calidad y mejora continua

José Bernardo Hernández Bernal
Nombre del Asesor Interno

Itzel Galaviz Villa
Nombre Asesor Externo



Boca del Río, Veracruz a 9 de Junio del 2023

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

AGRADECIMIENTO

A Dios, por acompañarme en cada paso que doy, dándome salud, sabiduría, fortaleza, por guiarme y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y felicidad.

A mi madre Clara García Marín, por creer y confiar en mí, apoyarme, darme consejos y ser mi mayor motivación.

A mis tíos, pero principalmente a Guillermo García Marín por todo el apoyo y comprensión en todo momento para que yo pudiera lograr esta meta y gracias a sus consejos me trajeron hasta esta etapa y por haber hecho el papel de una familia verdadera.

A mi hermano Hugo Enrique Martínez García, por su apoyo y a mis sobrinas Rouss Angelique y Katherine Clarissa por el cariño que me tienen.

A mi amiga Melina Niño Aguilar, que durante este tiempo de la carrera universitaria siempre estuvo apoyándome, aconsejándome, preocuparse y compartir cualquier sentimiento juntas.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

A mis asesores, Itzel Galaviz Villa y José Bernardo Hernández Bernal, por su sabiduría y virtud de enseñar siempre de la mejor manera, sus consejos, ayuda y tiempo para poder guiarme en este proyecto.

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

DEDICATORIA

A MI MADRE Y FAMILIA

Mil palabras no bastarían para agradecerles a mi madre, hermano, tíos y abuelos por su apoyo moral, económico y esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional, siendo para mí la herencia más valiosa que pudiera recibir. Agradezco por sus cuidados, amor, comprensión y por sus sabios consejos que me orientaron por el camino recto de la vida, pero principalmente gracias por nunca dejarme sola.

A ustedes y a Dios debo este logro, y con ustedes lo comparto.

Con todo cariño:

Jenny Martínez García

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

RESUMEN

La semilla de aguacate es rica en diversos compuestos nutricionales y bioactivos, especialmente proteínas, almidón, lípidos, fibra cruda, vitaminas, minerales y numerosos fitoquímicos. La cáscara de aguacate es rica en propiedades bioquímicas, potencialmente útiles para los humanos. Fitoquímicamente contiene metabolitos secundarios, incluidos flavonoides, taninos y antocianinas.

El consumo e industrialización del aguacate generan dos o tres subproductos: cáscara, semilla y residuo seco de la extracción del aceite (pulpa desgrasada). El alto contenido de antioxidantes hace que el hueso de aguacate sea usado para prevenir los efectos del envejecimiento.

Los suplementos alimenticios son productos a base de hierbas, extractos vegetales, entre otros. Que se puedan presentar en forma farmacéutica como cápsula, emulsión, suspensión, jarabe, polvo, soluciones y tabletas, cuya finalidad de uso sea incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir algún componente.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.....	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.2 Ubicación de la organización	4
2.3 Giro de la organización.....	4
2.4 Misión.....	5
2.5 Visión	5
2.6 Valores.....	5
2.7 Política de Calidad	6
2.8 Organigrama de la organización	7
2.9 Departamento donde se realizó el proyecto.....	8
3. PROBLEMAS A RESOLVER.....	9
4. OBJETIVOS	11
4.1 Objetivo general	11
4.2 Objetivos específicos.....	11
5. JUSTIFICACIÓN	12
6. MARCO TEÓRICO.....	14
6.1 Aspectos generales del aguacate	14
6.1.1 Composición general del aguacate	14
6.1.2 Semilla de aguacate.....	17
6.1.3 Cáscara de aguacate	19

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

6.1.4 Partes del aguacate	21
6.2 Diversidades de aguacate en México	23
6.3 Postcosecha	24
6.4 Valor económico, importación y exportación	24
6.5 Productos del aguacate	27
6.6 Subproductos del aguacate.....	28
6.6.1 Harina	28
6.6.2 Té	29
6.6.3 Suplementos alimenticios	29
6.7 Ingesta o dosis diaria admisible.....	30
7. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	31
7.1 Recolección de materia prima	31
7.2 Lavado y secado de materia prima	31
7.3 Molienda y preparación de análisis bromatológicos	32
7.3.1 Determinación de humedad Método Dsecación por estufa (NMX-F-083, 1986)	35
7.3.2 Determinación de cenizas por el método de calcinación.....	35
7.3.3 Determinación de grasa por el Método de extracción Soxhlet (NMX-AA-005-SCFI, 2000)	36
7.3.4. Determinación de proteína Método de Kjeldahl (NOM-F-68-S, 1980)	37
7.3.5 Determinación de fibra (NOM-F-90-S, 1978)	39
7.4 Determinación de la dosificación adecuada para consumo humano	41
7.5 Encapsulado	41
8. RESULTADOS	42
9. CONCLUSIONES	47
10. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y APLICADAS	48
11. FUENTES DE INFORMACIÓN	49
12. ANEXOS	54

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición proximal del aguacate por 100g (pulpa).	15
Tabla 2. Composición nutricional del aguacate.....	16
Tabla 3. Composición nutricional de las semillas de aguacate	17
Tabla 4. Análisis Bromatológico de la cáscara de aguacate de tres variedades diferentes.	20
Tabla 5. Propiedades, aplicaciones y beneficios del aguacate	21
Tabla 6. Resultados de los análisis bromatológicos.....	42
Tabla 7. Contenido de micronutrientes y compuestos bioactivos en la semilla de aguacate	43
Tabla 8. Contenido de micronutrientes y compuestos bioactivos en la cáscara de aguacate	44
Tabla 9. Contenido de dosis recomendada de micronutrientes presentes en las cápsulas de harina de cáscara y semilla de aguacate	45

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la organización	7
Figura 2. Partes de un aguacate	21

	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

1. INTRODUCCIÓN

El término aguacate (*Persea americana*) proviene del náhuatl ahuácatl (testículo), dado que los aztecas lo asociaban con los genitales masculinos; y guacamole o ahuacamolli deriva de ahuácatl y molli, que significa mole o salsa. Existen diferentes variedades, entre ellas la Hass, la más difundida en el mundo, y la criolla, que se consume con todo y su delicada cáscara delgada (Badui, 2012).

El aguacate pertenece a la familia de las Lauraceae que es una planta perenne dicotiledónea, autóctona de México, pero recientemente producida y consumida a nivel mundial (Akan, 2021). La variedad 'Hass', una cepa mexicana, es el tipo más importante, bien reconocido y comercialmente importante, existe una alta demanda y México se posiciona como líder mundial en la exportación de esta variedad de aguacate.

Su origen data de más de 10 mil años, de acuerdo con vestigios encontrados en una cueva de Coxcatlán, Puebla, donde se detectaron restos de la especie *Persea americana* Mill. Al igual que muchos otros frutos y hortalizas mexicanas, el aguacate fue introducido al mundo por los españoles durante la época de la Colonia, para convertirlo en uno de los alimentos básicos del planeta, además de constituirse en una de las botanas más tradicionales gracias a la salsa conocida como guacamole (SEMARNAT, 2021).

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

El aguacate es uno de los productos más exitosos de la exportación agroalimentaria nacional. México es el principal proveedor del mercado internacional con una aportación de 45.95% del valor de las exportaciones mundiales (SAGARPA, 2017).

El aguacate es una fruta valorada por sus propiedades organolépticas, nutritivas y medicinales, determinadas por su aspecto, sabor y contenido en proteínas, vitaminas, minerales y grasas. Su consumo previene afecciones coronarias y problemas digestivos; favorece la producción de glóbulos rojos y cura afecciones de la piel. Tonifica el sistema nervioso y estabiliza el pH de la sangre, limpia el hígado y estimula la diuresis. El aguacate también tiene una actividad antioxidante, los cuales previenen daños oxidativos para la salud humana.

Se caracterizan por su alto contenido de aceite, hasta 20%, razón por la que se les llama mantequilla vegetal; son productos ricos en energía y, junto con el coco (35% de aceite) son los vegetales más abundantes en lípidos. Su ácido oleico equivale a 65% del total de sus ácidos grasos y con sus fibras soluble e insoluble tiene un efecto preventivo contra enfermedades cardiovasculares porque reducen el colesterol y las lipoproteínas de baja densidad, al tiempo que favorecen las de alta densidad (Badui, 2012).

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

2.1 Antecedentes

Se puede afirmar con toda certidumbre, que la educación en Ciencia y Tecnología del Mar, tuvo su origen a nivel nacional en el año de 1957, en la ciudad de Veracruz en el seno de una prestigiada institución educativa, que hoy es el Instituto Tecnológico de Veracruz.

La creación del Instituto Tecnológico del Mar es el resultado de la evaluación de dos etapas previas para consolidarse:

Primero, la creación de la Estación Marina, que funcionó como el origen (de 1957 a 1965), con su adscripción al Instituto Tecnológico Regional de Veracruz. Segundo, su transformación para convertirse en el Centro Nacional de Ciencias y Tecnologías Marinas (de 1966 hasta 1974).

A partir de septiembre de 1975, la institución por Acuerdo Presidencial, se transformó en el Instituto Tecnológico de Pesca, cuyo nombre cambió a Instituto de Estudios Superiores en Ciencia y tecnología del Mar, y en 1981 finalmente se designó como Instituto Tecnológico del Mar; con la reestructuración de la SEP, como parte del proceso integrador en octubre del 2005 nuestro plantel posee una nueva imagen institucional, tomando su nuevo nombre de INSTITUTO

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO, siendo parte del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, el cual posteriormente cambia a Tecnológico Nacional de México.

Su creación se justificó con base en que nuestro país esta bordeado por dos grandes océanos mundiales: el Pacífico y el Atlántico, además cuenta con un extenso litoral de 11,593 Km. de longitud y posee una zona económica exclusiva (INEGI, 1995), cuya superficie es de 2,717,252 Km² Propin (1998), que ocupa el 9º lugar en extensión a nivel mundial.

2.2 Ubicación de la organización

El Instituto Tecnológico de Boca del Río es una institución de educación superior ubicado en; Carretera Veracruz-Córdoba Km. 12, Col. Centro. Boca del Río, Ver. C.P. 94290.

Teléfono 229 690 5010

Email contacto@bdelrio.tecnm.mx

Sitio Web <https://bdelrio.tecnm.mx/>

2.3 Giro de la organización

Institución de Educación Pública Federal

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

2.4 Misión

Contribuir a la conformación de una sociedad más justa, humana y con amplia cultura científico-tecnológica, mediante una educación equitativa en su cobertura y de alta calidad.

2.5 Visión

Ser un Instituto Tecnológico de alto desempeño que sea soporte del desarrollo acuícola e industrial sostenido, sustentable y equitativo de la región, de la nación y del fortalecimiento de su diversidad cultural.

2.6 Valores

A fin de guiar y orientar las acciones cotidianas de todo su personal, el Instituto Tecnológico de Boca del Río define los siguientes valores Institucionales:

- Respeto: Miramiento, consideración, deferencia.
- Puntualidad: Disciplina de estar a tiempo para cumplir nuestras obligaciones.
- Honestidad: Cualidad humana por la que la persona se determina a elegir actuar siempre con base en la verdad y en la auténtica justicia, dando a cada quien lo que le corresponde, incluida ella misma.
- Tolerancia: Respeto a las ideas, creencias o prácticas de los demás cuando son diferentes o contrarias a las propias.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

- Responsabilidad: Es una obligación, ya sea moral o incluso legal de cumplir con lo que se ha comprometido.

2.7 Política de Calidad

En el Instituto Tecnológico de Boca del Río nos comprometemos a proporcionar permanentemente enseñanza que satisfaga los requisitos legales y reglamentarios pertinentes de las partes interesadas definidos mediante el contexto interno, y externo: logrando el aumento de su satisfacción, a través de la aplicación eficaz del sistema de gestión, mejorando continuamente, apoyando al logro de la planeación estratégica de la institución.

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

2.9 Departamento donde se realizó el proyecto

Este proyecto de residencia profesional se realizó en la División de Estudios de Posgrado e Investigación, en el laboratorio de Ecotecnologías del Laboratorio Multidisciplinario de Ciencias Ambientales, a cargo de la Dra. Itzel Galaviz Villa.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

3. PROBLEMAS A RESOLVER

El aprovechamiento de los residuos que surgen durante el proceso de comercialización del aguacate, deben explorarse desde diferentes alternativas que permitan dar valor a sus residuos, convirtiéndolos en subproductos de interés para diferentes industrias.

Se entiende que solo la pulpa del fruto es consumida; la semilla y la cáscara de aguacate es considerada como basura agrícola y es desechada sin remotos usos, generando grandes cantidades de residuos orgánicos y es bien conocido que los desechos de alimentos como semillas, cascotes, madera, corteza, raíces y hojas son las fuentes potenciales de compuestos de antioxidantes. Los subproductos del aguacate a pesar de que no tienen una aplicación en la industria contienen una amplia gama de compuestos bioactivos (SANTOS, 2017).

También se busca reducir la contaminación de residuos, desde una perspectiva ambiental, reducir la contaminación generada por la acumulación de los desechos de cáscara y semilla de aguacate. Desde un punto de vista social, se trata de cambiar productos e ingredientes en la industria alimentaria que son de origen sintético y causar problemas de salud a través de biomoléculas de origen natural para su aplicación en el sector alimentario.

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

Las cáscaras y semillas de las frutas que se desechan, tienen efectos contaminantes en el aire cuando se pudren o descomponen, ya que desprenden gases tipo invernadero, que afectan a la fauna y flora del ecosistema.

La obtención de la harina de cáscara y semilla de aguacate surge como una alternativa de aprovechamiento del aguacate para poder fortalecer la cadena productiva y dejar de tomarlo en cuenta como un desecho.

El uso de cáscaras de aguacate, un subproducto de desecho, muestra un gran potencial para su posterior procesamiento; la cáscara de aguacate se identifica como una fuente de fitoquímicos que contribuyen a los antioxidantes (Rahman, Sabang, Abdullah, & Bohari, 2022).

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar la dosificación recomendada en la encapsulación de harina de cáscara y semilla de aguacate para consumo humano.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar las etapas del proceso para la elaboración de harina a partir de cáscara y semilla de aguacate.
- Analizar la composición bromatológica de la harina de la cáscara y semilla de aguacate.
- Determinar la dosificación adecuada de harina de cáscara y semilla de aguacate para consumo humano como suplemento alimenticio.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

5. JUSTIFICACIÓN

El aguacate es un fruto que ha establecido su aceptación en el mercado debido a su valor nutritivo y sabor agradable. Es importante mencionar que, actualmente solo la pulpa es consumida; la semilla y la cáscara de aguacate son consideradas como desecho agroindustrial, lo cual genera grandes cantidades de residuos orgánicos (SANTOS, 2017).

En Estados Unidos, durante el Super Bowl; el guacamole se ha posicionado como uno de los snacks favoritos de los fanáticos estadounidenses. El nivel de exportación de aguacate mexicano a Estados Unidos presentó un crecimiento constante, pasando de unas 121,600 toneladas métricas en 2019 a cerca de 135,000 en 2022. México es actualmente el mayor productor y exportador de aguacate en América Latina y el mundo (Statista, 2023).

Según datos oficiales presentados por la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México (Apeam, 2023), productores mexicanos enviaron al mercado estadounidense hasta 130 mil toneladas de aguacate por motivo de la edición 57 del Super Bowl. El estado que se coloca como el principal exportador de aguacate, es Michoacán. Pues desde el mes de enero ya habían comenzado con el envío de las primeras 64,101 toneladas del

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

fruto rumbo a los festejos del Supertazón en el que se coronará al nuevo campeón del fútbol americano en EE.UU. (Salvador, 2023).

El enfoque de este trabajo se debe a la importancia y beneficios de la cascarilla y semilla o hueso de aguacate, ya que la cáscara y semilla son desechos que por sus beneficios nutricionales pueden aprovecharse en la generación de nuevos productos. Algunos de los beneficios es su alto contenido de compuestos fenólicos con actividad antioxidante y se pueden obtener ingredientes funcionales para su uso en la industria alimentaria.

En este trabajo contiene información recabada acerca de la diversificación que tiene la semilla y cáscara de aguacate para la industria alimentaria, pudiéndose producir diferentes subproductos a base de esta materia prima. Por lo cual, se considera su alto valor nutritivo, y compuestos con propiedades medicinales para determinar la dosis adecuada de consumo.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Aspectos generales del aguacate

El fruto de aguacate *Persea americana* Mill es la baya de una semilla, oval, de superficie lisa o rugosa, con rango de peso amplio (entre 120 y 500 g). Es de color verdoso y piel fina o gruesa; cuando está maduro, la pulpa tiene una consistencia como de mantequilla dura y su sabor recuerda levemente al de la nuez. Es muy rico en proteínas y en grasas con un contenido en aceite de 10 a 20% (SAGARPA, 2017).

El fruto de aguacate cv. 'Hass' es uno de los cultivares más populares en el mundo. Contiene gran variedad de nutrientes esenciales como ácidos grasos insaturados, proteínas, vitaminas, minerales y fibra dietética. Adicionalmente, proporciona diferentes fitoquímicos antioxidantes como carotenoides, fitoesteroles, tocoferoles y compuestos fenólicos. El consumo de aguacate se ha relacionado con efectos protectores de la salud humana (Salmerón, 2014).

6.1.1 Composición general del aguacate

El aguacate es una fuente de energía debido a su alto contenido de carbohidratos y de grasas monoinsaturadas. Estas no elevan el colesterol sanguíneo y su contenido depende de la raza: la mexicana tiene una concentración del 12 al 15%, la guatemalteca del 15 al 30% y en la antillana es inferior al 10%.

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

Las vitaminas más importantes que aporta el aguacate a la dieta alimenticia son las del complejo B, la A, C y E. También contiene proteínas, calcio, magnesio, potasio, hierro y fósforo. Estos elementos favorecen el crecimiento, la formación de dientes y huesos, fortifican los ojos, la piel y evitan infecciones (Amórtegui, 2001).

En la tabla 1 se muestra la composición proximal del aguacate tomada de la United States Department of Agriculture (USDA).

Tabla 1. Composición proximal del aguacate por 100g (pulpa).

Nutriente	Valor por 100g
Agua	72,33 g
Energía	167 Kcal
Proteína	1,96 g
Lípidos totales (grasas)	15,41 g
Carbohidratos por diferencia	8,64 g
Fibra dietética total	6,8 g
Azúcares totales	0,30 g

Fuente: Aymacaña (2018).

Entre los minerales el aguacate es fuente de potasio, el cual contribuye al funcionamiento normal del sistema nervioso y de los músculos (Valero Gaspar, Rodríguez Alonso, Ruiz Moreno, Ávila Torres, & Varela Moreiras, 2018).

En la tabla 2, se muestra el contenido del aguacate en energía y nutrientes.

Tabla 2. Composición nutricional del aguacate

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (200 g)	Recomendacio nes día- hombres	Recomenda ciones día- mujeres
Energía (kcal)	141	200	3.000	2.300
Proteínas (g)	1,5	2,1	54	41
Lípidos totales (g)	12	17,0	100-117	77-89
AG saturados (g)	1,41	2,00	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	9,01	12,79	67	51
AG poliinsaturados (g)	1,04	1,48	17	13
v-3 (g)*	0,046	0,065	3,3-6,6	2,6-5,1
C 18:2 Linoleico (v-6) (g)	0,986	1,400	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono	5,9	8,4	375-413	288-316
Fibra (g)	1,8	2,6	>35	>25
Agua (g)	78,8	112	2.500	2.000
Calcio (mg)	16	22,7	1.000	1.000
Hierro (mg)	0.7	1,0	10	18
Yodo (µg)	2	2,8	140	110
Magnesio (mg)	41	58,2	350	330
Zinc (mg)	0,3	0,4	15	15
Sodio (mg)	2	2,8	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	400	568	3.500	3.500
Fósforo (mg)	28	39,8	700	700
Selenio (µg)	Tr	Tr	70	55
Tiamina (mg)	0,09	0,13	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,12	0,17	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	1,5	2,1	20	15
Vitamina B ₆ (mg)	0,42	0,60	1,8	1,6
Folatos (µg)	11	15,6	400	400
Vitamina B ₁₂ (µg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	17	24,1	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	25	35,5	1.000	800
Vitamina D (µg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	3,2	4,5	12	12

Fuente: Valero Gaspar (2018).

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

6.1.2 Semilla de aguacate

La semilla de aguacate es rica en diversos compuestos nutricionales y bioactivos, especialmente proteínas, almidón, lípidos, fibra cruda, vitaminas, minerales y numerosos fitoquímicos. El perfil nutricional de la semilla de aguacate en varios estudios se resume en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición nutricional de las semillas de aguacate.

Grupo	Composición
Análisis aproximado	
Contenido de humedad	13,09 %
Materia seca	86,01 %
Fibra cruda	2,87 %
Ceniza	3,82 %
Componentes del azúcar	(mg/g de PS)
Hexosa	1.9
Glucosa	5.62
Fructosa	12.93
Sacarosa	7,86- 18,5
D -mannuheptulosa	10,5-63,8
Perseitol	12,54-88,3
Carbohidrato (%)	64,9
Proteína	%
Contenido de proteína bruta (AOAC, método 1990)	2.64
Contenido de proteínas	15.55
Perfil de lípidos	
Acido grasos de cadena larga	(µg/g)
Ácido tetracosanoico	4.29
Ácido nervónico	2.88
Ácido behénico	3.63
Ácido erúcico	2.44
Ácido araquídico	2.39
Ácido esteárico	5.06
Ácido oleico	5.32

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

Ácido linoleico	4.06
Ácido palmítico	7.1
Ácido mirístico	2.49
Derivados de ácidos grasos (acetogeninas alifáticas)	
Aguacate	32.28
Ácidos grasos polihidroxilados	24.26
Pahuatines	4.26
Persinas	10.12
Minerales	mg/100 g
Calcio	0.82
Potasio	4.16
Fósforo	0.09
Zinc	0.18
Sodio	1.41
Hierro	0.31
Cobre	0.98
Vitaminas	mg/100 g
Vitamina a	10
Tiamina	0.33
Riboflavina	0.29
Niacina	0.06
Ácido ascórbico	97.8
Vitamina E	0.12

Fuente: Punia Bangar (2022)

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

6.1.3 Cáscara de aguacate

La cáscara de aguacate es una rica fuente de fitoquímicos en cuanto a su contenido fenólico total oscila entre 0.6 y 6.8 mg de ácido gálico equivalente/g de muestra (mg GAE/g de muestra) para la cáscara de aguacate fresco, y entre el intervalo de 4.3-120.3 mg GAE/g para la cáscara seca de aguacate con las alteraciones intervarietales (Akan, 2021).

Los antioxidantes de origen vegetal, como el caroteno, la vitamina E, la vitamina C y los fenoles (polifenoles y flavonoides), reducen potencialmente el riesgo de enfermedades degenerativas causadas por los radicales libres. Los compuestos antioxidantes se pueden obtener de vegetales y frutas que consumimos a menudo, como los aguacates (Rahman, Sabang, Abdullah, & Bohari, 2022).

La cáscara de aguacate es rica en propiedades bioquímicas, potencialmente útiles para los humanos. La cáscara de aguacate probada fitoquímicamente contiene metabolitos secundarios, incluidos flavonoides, taninos y antocianinas. Además, los estudios sobre el impacto positivo de fitoquímicos específicos muestran resultados prometedores en la salud, por lo que se predice que este desperdicio de aguacate también será beneficioso. Las plantas, como los aguacates, aportan principalmente actividad antioxidante, conteniendo

metabolitos secundarios o compuestos activos, incluidos flavonoides, fenoles, taninos y antocianinas (Rahman, Sabang, Abdullah, & Bohari, 2022).

De acuerdo con Aymacaña (2018), el contenido bromatológico de la cáscara de aguacate puede variar con la variedad (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis Bromatológico de la cáscara de aguacate de tres variedades diferentes.

Parámetro	Variedad		
	Booth8	Trinidad	Papelillo
% Humedad total	70,79	73,36	86,68
% Materia seca	29,21	26,64	13,32
% Nitrógeno total	0,93	0,93	1,48
% Proteína Bruta	5,81	5,81	9,25
% Grasa Total	4,24	10,14	8,67
% Fibra Bruta	53,40	57,13	17,21
% Cenizas Totales	3,69	3,86	9,93
% Fósforo	0,06	0,06	0,08
% Calcio	0,03	0,01	0,04
% Magnesio	0,03	0,03	0,05
% Potasio	0,46	0,59	1,16
% Sodio	0,00	0,01	0,00
Hierro ppm	67,80	65,30	53,30
Magnesio ppm	3,13	0,33	0,05
Zinc ppm	13,68	12,38	20,28
Cobre ppm	2,78	4,88	6,78

Fuente: Aymacaña (2018).

6.1.4 Partes del aguacate

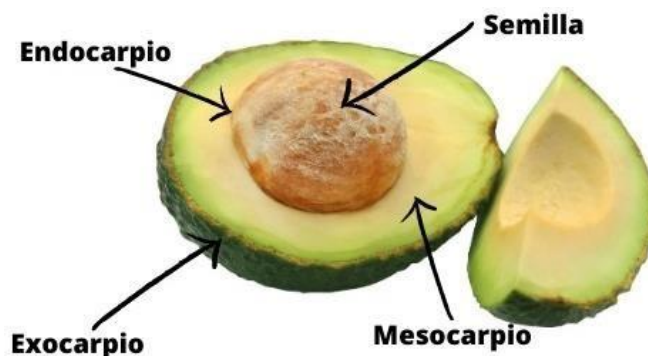


Figura 2. Partes de un aguacate

Tabla 5. Propiedades, aplicaciones y beneficios del aguacate.

Parte del fruto	Compuesto(s) funcionales	Propiedades/aplicaciones/beneficios
Cáscara o exocarpio	Clorofilas, carotenoides y compuestos fenólicos	Uso potencial en la prevención y el tratamiento de diferentes enfermedades humanas
	Fibra	Suplementos de dieta animal o como recuperador de suelos para la producción agrícola.
	Carbohidratos insolubles (Celulosa)	Materia prima en procesos de fermentaciones de diversos productos de uso industrial, como azúcares fermentables para la producción de etanol. Producción de ácidos orgánicos, estatinas, colorantes, aditivos alimenticios, fármacos, entre otros.
	Vitaminas A, D y E y ácidos grasos	Elasticidad y humectación de la piel
Cáscara de la semilla o endocarpio	En el aceite: Docosanol, heptacosano	Antiviral, tratamiento contra el cáncer y enfermedades del corazón
	En la cera: 1) Ftalato de benzilo y butilo	1) Plastificante utilizado para mejorar la flexibilidad de numerosos productos

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

	2) Bis (2-butoxietil) ftalato 3) Hidroxitolueeno butilado (BHT)	sintéticos, desde cortinas de ducha a dispositivos médicos. 2) Se usa en cosmética 3) Aditivo alimentario
Pulpa o mesocarpio	Proteínas, ácidos grasos omega 3, 6 y 9 Vitaminas de los grupos A, B5, B6, C, D, E y K. Magnesio, hierro, cobre, zinc, potasio, folato y otros minerales	Alimentación (nutrición) humana. Regulación de colesterol y prevención de problemas cardiovasculares. Regulador de los niveles de azúcar y flora intestinal. Antioxidantes importantes para una buena salud. El aceite de aguacate se caracteriza por contener un bajo porcentaje de ácidos grasos saturados (10 al 19%, dependiendo de la variedad y madurez), hasta un 80% de ácido oleico, un nivel aceptable de ácidos grasos poliinsaturados (11-15%), sin colesterol.
Semilla o hueso	Fuente de fibra Aminoácidos esenciales (70% se encuentra en el hueso) Antioxidantes Compuestos fenólicos Agentes antiinflamatorios Extracto acuoso de semilla de aguacate Flavonoides y antioxidantes	Estimula el movimiento intestinal Proviene y combaten enfermedades Previene el daño oxidativo Rejuvenecimiento de la piel y cabello Fortalece el sistema inmune Combaten el dolor y la inflamación Protege contra la inflamación y la nefrotoxicidad inducida por cadmio Detienen el daño causado por los radicales libres e incrementan la producción de colágeno para lograr una piel joven y firme.

Fuente: Galaviz (2022)

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

6.2 Diversidades de aguacate en México

El género *Persea* incluye al menos 150 especies distribuidas principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

Según el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS-FSSC-CICTAMEX, 2017) existen al menos 20 especies emparentadas con el aguacate común (*Persea americana* Mill) y crecen desde nivel del mar hasta los 2500 msnm. La diversidad del aguacate en México (*Persea spp.*) es la siguiente:

P.americana var. *drymifolia*

Raza Mexicana: Es el aguacate mexicano más antiguo usado como alimento por el hombre. Se encontraron semillas fosilizadas en cuevas de Tehuacán, Puebla, México. Tiene como principales características resistencia a bajas temperaturas, hojas con un fuerte olor a anís. Longitud de fruto de 4 a 12 cm.

Variedad «HASS»

Es la variedad más popular en el mercado internacional y nacional. Tiene un sabor a nuez y avellana, con textura suave-cremosa y una semilla de pequeña a mediana. Disponible durante todo el año. El aguacate «Hass» proviene de injerto, mezcla de un híbrido de la raza mexicana y guatemalteca, desarrollado por Rudolph Hass agricultor estadounidense. Longitud de fruto promedio de 8.8 cm.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

6.3 Postcosecha

El aguacate continúa con sus funciones metabólicas después de la cosecha. Muchos cambios ocurren desde que la fruta se cosecha hasta que llega al consumidor, algunos de estos cambios son deseables, como el color, sabor y textura que se alcanzan al llegar a la madurez de consumo; y otros son indeseables, como las alteraciones que deterioran la calidad y vida de anaquel del producto (manchas en la pulpa, áreas acuosas o excesivamente blandas, enfermedades y otros) (Galaviz, 2022).

6.4 Valor económico, importación y exportación

México es el principal productor y exportador de aguacate en el mundo. La producción de aguacate Hecho en México representa más del 30% de la cosecha mundial.

- México exporta aguacate a diversos países; principalmente a China, Chile y Australia.
- Estados Unidos es el principal importador de aguacate mexicano, seguido por Francia, Japón y Canadá.
- Michoacán es el estado de la República Mexicana que más aguacates produce: aporta además cuatro quintas partes del total nacional de la producción de este fruto.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

- Existen más de 400 variedades de aguacate en el mundo según el clima en el que se cultiven; éstas dan frutos con formas, sabores, texturas, colores y olores de gran diversidad. El aguacate Hass es la variedad que más se consume en el mundo (SE, 2016).

El aguacate es uno de los productos más exitosos de la exportación agroalimentaria nacional. De los cultivos agrícolas, el aguacate es uno de los más relevantes para la economía mexicana por ser uno de los principales productos exportables, generador de divisas.

En 2022, la producción, alcanzó los dos millones 603 mil toneladas (ton), 160,554 (6.6%) mayor al año previo, lo anterior se puede explicar, por el incremento en su superficie cosechada (SIAP, 2023). Michoacán es líder productor del fruto, con un millón 932 mil toneladas, que representa 74.2% del total nacional, le sigue en importancia Jalisco con 298 mil (11.4%), ambos estados aportan 85.6%. En 2022, las exportaciones de aguacate mexicano alcanzaron poco más de un millón 151 mil toneladas, cifra menor en 17.4% (241 mil 632 toneladas) respecto al año anterior (SIAP, 2023).

En 2022, México exportó a Estados Unidos poco más de un millón 28 mil toneladas del fruto, del que 94.7 por ciento correspondió al aguacate entero en fresco, 3.8 por ciento a guacamole y 1.6 por ciento a pulpa. El valor comercial

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

anual conjunto de los productos cifró tres mil 138 millones de dólares (Portal Fruticola , 2023).

Consumo y producción

En el 2030, se estima un aumento en la demanda mundial (importaciones mundiales estimadas más consumo nacional estimado) de 2.84 a 4.24 MMt (un crecimiento acumulado de 48.98%), mientras que la producción nacional de aguacate tiene la capacidad de incrementarse de 1.89 a 3.16 MMt, lo cual representa un crecimiento acumulado de 67.28%. Ante este escenario es factible destinar 1.02 MMt al consumo nacional y 2.14 MMt a las exportaciones (SAGARPA, 2017).

Estimación del consumo nacional aparente en 2030 con base en la población calculada por el CONAPO y preferencia de los consumidores de acuerdo con la elasticidad ingreso de México reportada por el USDA, por grupo de producto.

El volumen, calidad y productividad del aguacate mexicano ha permitido al país destacar como líder productor y exportador internacional de entre las más de 64 naciones productoras del fruto, con ventas al exterior por tres mil 188 millones de dólares el año pasado, informó la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

El éxito exportador del aguacate mexicano se ha sustentado en su calidad, inocuidad y una mayor superficie destinada al cultivo, cuidando el uso de suelo y al aprovechamiento sustentable, eficiente y eficaz del recurso agua, lo que ha permitido generar volúmenes excedentes de manera sostenible que anualmente imponen récord en el mercado internacional (Portal Fruticola , 2023).

6.5 Productos del aguacate

Se reportan esfuerzos de diferentes empresas por buscar formas cada vez más creativas de aprovechar el aguacate, comercializándolo en diferentes presentaciones:

Aguacate fresco, guacamole, cubos, rebanadas, y mitades de aguacate, son las presentaciones comercializadas por la empresa mexicana CUPANDA, que emplea tecnología de Alta Presión (High Pressure Food Processing Applications o HPP), en el procesamiento de sus productos.

Porciones individuales. En Estados Unidos y en Europa se promueve el aguacate “mini” (de menos de 100 gramos), que se vende en mallas.

Rebanadas de aguacate. Una empresa estadounidense procesa el aguacate utilizando un sistema de baja presión, para hacer rebanadas y venderlas en pequeños paquetes en los supermercados premium de Estados Unidos.

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

Guacamole congelado. La empresa estadounidense Wholly Guacamole vende guacamole congelado y dips para botanas. (Galaviz, 2022)

6.6 Subproductos del aguacate

Un subproducto es un residuo de la producción que se puede utilizar directamente sin ningún otro tratamiento, o bien, puede ser transformado para otra aplicación industrial. Existe el interés en el aprovechamiento de los subproductos vegetales para obtener mayores beneficios económicos y reducir el impacto ambiental (Salmerón, 2014).

El consumo e industrialización del aguacate generan dos o tres subproductos: cáscara, semilla y residuo seco de la extracción del aceite (pulpa desgrasada). Las distintas fracciones del fruto podrían ser aprovechadas para la obtención de compuestos bioactivos con aplicaciones en el desarrollo de suplementos alimenticios o como ingredientes funcionales para el desarrollo de alimentos saludables (Salmerón, 2014).

6.6.1 Harina

Harina de hueso de aguacate. La empresa española Biopowder (Biopowder.com) procesa y comercializa la harina de hueso de aguacate como remedio herbal para enfermedades vasculares, niveles excesivos de colesterol, inflamaciones y otras

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

enfermedades. El alto contenido de antioxidantes hace que el hueso de aguacate sea usado para prevenir los efectos del envejecimiento. (Galaviz, 2022)

6.6.2 Té

Té de semilla de aguacate. Cuenta con propiedades astringentes, por lo que es ideal para combatir las diarreas e inflamaciones gastrointestinales. Esta semilla favorece la producción de colágeno por lo que retrasa el envejecimiento. Es una gran fuente de fibra, por lo que mejora tu digestión y combate el estreñimiento. (Galaviz, 2022)

6.6.3 Suplementos alimenticios

Los suplementos alimenticios son productos a base de hierbas, extractos vegetales, alimentos tradicionales, deshidratados o concentrados de frutas, adicionados o no, de vitaminas o minerales, que se puedan presentar en forma farmacéutica y cuya finalidad de uso sea incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir algún componente. Las formas farmacéuticas aceptadas son aquellas que se ingieren por vía oral como: cápsula, emulsión, suspensión, jarabe, polvo, soluciones y tabletas. (cofepris, 2016)

Un suplemento alimenticio aporta nutrimentos como proteínas, grasas, carbohidratos o hidratos de carbono, vitaminas, minerales.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

6.7 Ingesta o dosis diaria admisible

El concepto de dosis diaria admisible (DDA) o también denominada ingesta diaria admisible (IDA), se refiere a la expresión simplificada del conjunto de datos toxicológicos de que se dispone para un determinado agente xenobiótico. En sí la DDA corresponde a la cantidad de una sustancia que pueda ser ingerida diariamente por un individuo durante toda su vida, sin que le produzca un daño a la salud (VALLE, 2000).

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

7. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

7.1 Recolección de materia prima

Se obtuvo la recolecta de cáscaras y semillas de aguacate de consumo propio, pidiéndoles a familiares y amigos, que cuando consumieran aguacate ayudaran en la recolección de dichas materias primas para llevar a cabo las actividades y poder obtener y cumplir con el objetivo. (ANEXO A)

7.2 Lavado y secado de materia prima

Una vez recolectada la materia prima, se llevó a la etapa de lavado donde se tiene que enjuagar toda la cáscara y semilla recolectada solamente con agua y con mucho cuidado quitando todo el residuo de estos.

Posteriormente las semillas de aguacate lavadas, se metieron al horno de secado a 40°C por 1 hora, en ese tiempo se comienza a desprender la cascarilla de la semilla y hace que sea más fácil el rallado para la molienda.

Las cáscaras se metieron a 60°C por 30 minutos entre 3-4 veces hasta que su peso fuera constante y así saber que estuvieran completamente secas. (ANEXO B)

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

7.3 Molienda y preparación de análisis bromatológicos

Molienda

Una vez secadas las materias primas, se realizó la molienda para la obtención de harina, moliendo la misma cantidad de cáscara, semilla y cáscara de semilla de aguacate, se molió 200g de cada uno de estos y se revolvieron para obtener 600g de harina.

Análisis bromatológicos

La determinación de humedad por el método de pérdida de peso, se basa en la reducción de peso que experimenta un alimento cuando se elimina el agua que contiene por calentamiento, bajo condiciones normalizadas de presión, temperatura y tiempo, después de haber pesado previamente. La diferencia entre el peso del alimento y el peso resultante después de eliminar el agua, es la humedad. En este método se emplea, por tanto, una técnica gravimétrica de volatilización.

Las cenizas se representan la fracción correspondiente a los minerales de la alimento. El cual, al ser pesado y colocado en un horno para su combustión a 550°C, toda la materia orgánica del alimento se incinera y solo quedan los compuestos inorgánicos. A estas temperaturas, se produce una pérdida de

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

ciertos minerales como el calcio y el fósforo, y la volatilización de otros como el sodio, potasio y cloro. De esta forma, a la fracción resultante se le denominan cenizas.

La fracción denominada extracto etéreo (E) se obtiene por destilación de una muestra de alimento con un disolvente polar, como es el éter de petróleo, en condiciones preestablecidas. Esta fracción, además de los lípidos, incluye ceras, alcoholes, pigmentos y ácidos grasos orgánicos. El valor obtenido es una muy buena aproximación del contenido de grasa de los alimentos analizados, aunque incluya otras sustancias.

Los métodos de Kjeldahl, macro y micro, se basan en que la materia orgánica se digiere con ácido sulfúrico, y el nitrógeno obtenido en forma de sal estable (sulfato de amonio), se valora previa destilación en medio alcalino para descomponer la sal y convertirla en amoníaco. El amoníaco se titula para su determinación con ácido clorhídrico valorado. Por este procedimiento se convierten todos los componentes del nitrógeno oxidados, tales como; nitratos y nitritos a nitrógeno reducido a sulfato de amonio.

La "Fibra cruda" es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos con ácido sulfúrico diluido

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

hirviente, hidróxido de sodio diluido hirviente, ácido clorhídrico diluido, alcohol y éter de petróleo. Este tratamiento de la muestra extrae la fibra cruda, que contiene principalmente celulosa además de lignina y hemicelulosa. Este método se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales, que con calcinación posterior se eliminan y se obtiene la fibra cruda.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

7.3.1 Determinación de humedad Método Dsecación por estufa (NMX-F-083, 1986)

Preparación de la muestra: Muela la muestra para homogeneizarla y guárdela en un frasco perfectamente limpio y seco, que tenga un cierre hermético.

Método de secado en estufa: Pesar de 3 a 5 gr. de muestra en cualquiera de los dispositivos puestos a peso constante, secar en la estufa a 90-105°C hasta peso constante. (ANEXO C)

Cálculos:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Pérdida de la masa en gramos}}{\text{Peso de la muestra en gramos}} \times 100$$

Posteriormente, se guarda la muestra, ya que parte de ella se emplea para la determinación de cenizas y grasas.

7.3.2 Determinación de cenizas por el método de calcinación

Metodología:

Se homogeneiza la muestra y se pesa en el crisol de 1 a 2 gr. Con ayuda de un mechero quemar la muestra evitando que se prenda la flama hasta que la muestra esté totalmente carbonizada. Posteriormente se coloca el crisol dentro de una mufla durante 2 horas cuidando que la temperatura no pase de 550°C

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

para evitar que los cloruros se volaticen. Después se suspende el calentamiento cuando las cenizas estén totalmente blancas o grises (si se observan algunos puntos negros se humedecen con unas gotas de agua destilada, se secan y se vuelve a calcinar. Enfriar en desecador y pesar. (ANEXO D)

Cálculos:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{Peso de las cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

7.3.3 Determinación de grasa por el Método de extracción Soxhlet (NMX-AA-005-SCFI, 2000).

Se pesan de 3 a 4 gramos de muestra seca y se transfieren cuantitativamente a un cartucho para extracción, al cual se le colocará previamente una cama de algodón o lana de vidrio. Posteriormente, se tapa con la misma fibra y se coloca en el extractor del aparato, cuyo matraz se ha puesto previamente a peso constante, se añade sobre la muestra suficiente disolvente (éter etílico o de petróleo, hexano, tricloroetano, etc.), es conveniente seleccionar el más adecuado. Al servir el disolvente, este deberá hacer sifón 2 veces. Una vez preparado, se enciende la parrilla de calentamiento y se deja calentar el matraz hasta completar un periodo de extracción de aproximadamente 8 hrs. Después de este tiempo, se retira de la fuente de calor se saca el cartucho con pinzas (se

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

seca al aire y se guarda para determinación de fibra cruda). El matraz se vuelve a calentar con el fin de recuperar el disolvente evitando que se haga sifón.

Eliminando el disolvente se saca a 80 - 90°C hasta peso constante. La manipulación del matraz soxhlet deberá hacerse con pinzas para evitar adherir grasa al mismo, evitando que ésta interfiera con el peso constante del matraz y con el peso del extracto etéreo de la muestra. (ANEXO E).

Cálculos:

$$\% \text{de grasa} = \frac{\text{gramos de residuo en el matraz (grasa)}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

7.3.4. Determinación de proteína Método de Kjeldahl (NOM-F-68-S, 1980)

Se pesaron 1g de muestra y colocó en el matraz Kjeldahl, agregó 1g de sulfato de cole pentahidratado y 10g de sulfato de sodio anhidro, más 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. Posteriormente, se colocó en el digestor y se puso a calentamiento hasta que el color de la solución sea verde claro transparente (fin de la digestión) se deja enfriar. Una vez enfriado se agregaron lentamente 400 ml de agua destilada y unas granallas de Zinc, se colocó en matraz en el destilador y añada 75 ml de la solución de NaOH al 40%, y se tapó inmediatamente para recibir el destilado. Para recibir el destilado se colocó un matraz Erlenmeyer de 500 ml, 75 ml de HCl al 0.1 N y 3 gotas de indicador rojo

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

de metilo. La destilación termina cuando se hayan recibido 250 ml. El color final de la solución recibida es rosa.

NOTA: Es necesario llevar un blanco como referencia de control, además de que éste de emplea también en los cálculos para obtener el resultado.

Titular el destilado con NaOH al 0.1 %. (ANEXO F)

Cálculos:

$$\%N = \frac{(V2-V1)(N)(\text{meq})}{\text{p.m.}} \times 100$$

$$\%P = (\%N2) (6.25)$$

V2= ml de NaOH gastados en el blanco.

Vi= ml de NaOH gastados en el problema

N= normalidad de NaOH

meq= miliequivalente de Nitrógeno (0.014)

p.m = peso de la muestra

P= Proteína total

Factor= 6.25

	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

7.3.5 Determinación de fibra (NOM-F-90-S, 1978)

A 2.0 g de muestra se le extrae la grasa, la cuál si es menor del 1%, la extracción puede ser omitida, se transfiere a un vaso Berzelius de 600ml y agregar 100ml de ácido sulfúrico al 1.25% hirviendo. Posteriormente se coloca el vaso Berzelius en el aparato sobre la placa caliente preajustada para que hierva exactamente 30 minutos, girar el vaso periódicamente para evitar que los sólidos se adhieran a las paredes. Después se retirar el vaso y filtrar con tela de lino, una vez filtrado, se enjuaga el vaso con 50-70 ml de agua hirviendo y verterla sobre el la tela de lino. Lavar el residuo tantas veces como sea necesario, hasta que el agua de lavado tenga un pH igual al del agua destilada. (El gasto de agua depende del tipo de alimento). El pH se valora con el indicador anaranjado de metilo, este se torna de color amarillo, es decir, cuando el agua es alcalina. Se vuelve a transferir el residuo al vaso con ayuda de 100 ml de NaOH al 3.52% hirviendo y calentar a ebullición exactamente 30 minutos, luego se filtra y se lava nuevamente hasta que las aguas de lavado tengan un pH igual al del agua destilada (Gasto de agua de 500 a 600 ml). Lavar con 25ml de solución de ácido sulfúrico al 1.25% y después con 3 porciones 50ml de agua y posteriormente con 25 ml de alcohol etílico. Después transferir el residuo a un crisol a peso constante y secar a $130 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas. Enfriar en el desecador y pesar, se calcina a 600°C durante 30 minutos. Enfriar en el desecador y volver a pesar (ANEXO G).

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

Cálculos:

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{P_c - P_f}{P_n} \times 100$$

P_c= peso crisol con muestra seca

P_f= peso del crisol con residuo incinerado

P_n= gramos de muestra (2g aprox.)

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

7.4 Determinación de la dosificación adecuada para consumo humano

De acuerdo con las literaturas citadas de (Punia, Sneh, Sanju, Anil, Dhull, Changan, Vasile, 2022) (Aymacaña, 2018) (Chiamaka Frances & Enoch, 2023) (Rahman, Sabang, Mulyani, Abdullah, Bohari, 2022) (Salmerón, 2014), se determinó el contenido de minerales, vitaminas, fotoquímicos y polifenoles, de la cáscara y semilla de aguacate (Tabla 7 y Tabla 8), para proponer la ingesta diaria admisible y posteriormente para llevar a cabo la encapsulación.

7.5 Encapsulado

Una vez determinada la dosis diaria admisible, se encapsula la harina de cáscara y semilla de aguacate (Véase en los resultados) y (ANEXO H).

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

8. RESULTADOS

En la tabla 6, se muestran los resultados de los análisis bromatológicos de la harina de cáscara y semilla de aguacate, cada una de las cantidades que aparecen en las muestras se realizaron de acuerdo con los cálculos de cada determinación que se muestran en el inciso 7.3.1.

Tabla 6. Resultados de los análisis bromatológicos

Porcentaje (%)	Número de Muestra			Media (%)
	1	2	3	
Humedad	6.12	6.08	6.16	6.12
Cenizas	2.96	2.96	2.98	2.97
Grasas	3.37	3.61	3.48	3.49
Proteína	20.73	22.22	21.61	21.52
Fibra	18.3	18.5	17.8	18.2

Para determinar la dosis diaria para consumo humano, se tomó el compuesto químico de mayor valor, considerando la ingesta diaria admisible de cada uno de estos.

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

Tabla 7. Contenido de micronutrientes y compuestos bioactivos en la semilla de aguacate.

Micronutrientes y compuestos biactivos	Contenido mg en la semilla	Contenido en la cápsula	IDA
Calcio	0.0082	0.00715	2,500
Potasio	0.0416	0.036275	4,700
Fósforo	0.0009	0.000785	700
Zinc	0.0018	0.00157	08-nov
Sodio	0.0141	0.012295	2000
Hierro	0.0031	0.002703	18
Cobre	0.0098	0.008546	10
Vitamina A	0.1	0.0872	0.7
B1(Tiamina)	0.0033	0.002878	1.2-1.4
B2(Riboflavina)	0.0029	0.002529	1.3
B3(Niacina)	0.0006	0.000523	14-18
C (Ác. ascórbico)	0.978	0.852816	65-90
E	0.0012	0.001046	10
Flavonoides	0.2033	0.177278	2000
Taninos	0.0076	0.006627	100
Saponinas	0.0052	0.004534	350
Oxalatos	0.044	0.038368	50
Fitatos	0.004	0.003488	300 a 900
Alcaloides	0.054	0.047088	200
Catequina	0.243	0.211896	250
Ác. cafeico	0.137	0.119464	500
Ác. Clorogénico	0.0005	0.000436	240-3000
Ác. Ferúlico	0.0009	0.000785	150-250
Procianidinas	1.52	1.32544	250-450
Rutina	0.0022	0.001918	500-4000

Tabla 8. Contenido de micronutrientes y compuestos bioactivos en la cáscara de aguacate

Micronutrientes y compuestos biactivos	Contenido mg en la cáscara	Contenido en la cápsula	IDA
Calcio	0.03488	0.03488	2,500
Potasio	1.01152	1.01152	4,700
Fósforo	0.06976	0.06976	700
Zinc	17.68416	17.68416	8
Sodio	0.00872	0.00872	2000
Hierro	59.1216	59.1216	18
Cobre	5.91216	5.91216	10
Vitamina A	0.001744	0.001744	0.7
C (Ác. ascórbico)	0.00436	0.00436	65-90
D	0.001744	0.001744	0.015
E	8.72E-05	8.72E-05	10
Flavonoides	2273.304	2273.304	2000
Taninos	33.4473	33.4473	100
Saponinas	7738.128	7738.128	350
Alcaloides	8.066	8.066	200
Catequina	1.297536	1.297536	250
Ác. Clorogénico	119.9872	119.9872	240-3000
Ác. Ferúlico	4.4036	4.4036	150-250
Procianidinas	33.9208	33.9208	250-450

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

El ácido clorogénico, por ser el compuesto de mayor toxicidad se tomó referencia (1.74 g) para calcular la ingesta diaria admisible (IDA) de los demás micronutrientes presentes en las cápsulas de harina de aguacate, lo cual se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Contenido de dosis recomendada de micronutrientes presentes en las cápsulas de harina de cáscara y semilla de aguacate.

Micronutrientes	Contenido mg en la cápsula	IDA
Ác. Clorogénico	119.987636	240-3000
Calcio	0.0420304	2,500
Potasio	1.0477952	4,700
Fósforo	0.0705448	700
Zinc	17.6857296	8
Sodio	0.0210152	2000
Hierro	59.1243032	18
Cobre	5.9207056	10
Vitamina A	0.088944	0.7
C (Ác. ascórbico)	0.857176	65-90
E	0.0011336	10
Flavonoides	2273.48128	2000
Taninos	33.4539312	100
Saponinas	7738.13253	350
Alcaloides	8.113088	200
Catequina	1.509432	250
Ác. Ferúlico	0.0009	150-250
Procianidinas	35.24624	250-450

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

De acuerdo con las literaturas citadas de los autores que se mencionan en el inciso 7.4, se obtuvieron el contenido de micronutrientes y compuestos bioactivos por cada gramo de cáscara y semilla de aguacate, y con base en la ingesta diaria recomendada se determinó un consumo máximo de 1744 mg. Por lo cual, la dosis recomendada de harina de cascara y semilla de aguacate encapsulada es de 436mg. Lo cual se obtiene al ingerir dos cápsulas de 436mg por la mañana y dos por la noche, acompañado de alimentos.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

9. CONCLUSIONES

La composición de la cáscara y la semilla de aguacate muestran que podrían ser importantes para su utilización como suplemento alimenticio o cualquier otro subproducto. Estas materias primas forman una parte importante de la fruta del aguacate, pero normalmente se consideran desechos sin procesamiento adicional. Este proyecto se llevó a cabo con el fin de aprovechar esta fruta y no haya más desecho contaminando el medio ambiente, y ahora conociendo en todo lo que nos puede beneficiar, hacer un buen uso de esta fruta.

De acuerdo a los análisis bromatológicos realizados a la harina de cáscara y semilla de aguacate se obtuvo que de humedad contiene 6.12%, cenizas 2.97%, grasas 3.49%, proteína 21.52% y fibra 18.2%.

De acuerdo a la dosificación de las cápsulas de harina de cáscara y semilla de aguacate, la ingesta diaria es de 1744 mg, por lo tanto se debe tomar 4 cápsulas al día de 436mg (2 cápsulas en la mañana y 2 cápsulas en la noche) con los alimentos.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

10. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y APLICADAS

Formé parte del equipo Té Oro verde en el proyecto llamado: Aprovechamiento de las propiedades de la semilla de aguacate Hass como infusión medicinal. Dicho proyecto consta de un subproducto del aguacate (té o infusión) a base de un proceso de secado de la ralladura de la semilla o hueso de aguacate. Participamos en la etapa Local el día Viernes 28 de Abril del presente en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Boca del Río, quedando en 2do Lugar del sector Agroalimentario y logramos pasar a la etapa Regional que se llevará a cabo en la Ciudad de Poza Rica, Veracruz en el mes de Septiembre.

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

11. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Chiamaka Frances, E., & Nnamdi Enoch, N. (2023). Análisis proximal de aguacate, pera y mango verde: evaluación del contenido de macro y micronutrientes de cáscaras, frutos y semillas. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 8, pág. 131. doi:10.9734/AJRCS/2023/v8i4193
- cofepris. (31 de agosto de 2016). *gob*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/suplementos-alimenticios-62063#:~:text=Son%20productos%20a%20base%20de,complementarla%20o%20suplir%20alg%C3%BAAn%20componente%2C>
- Cruz-López, D. F., Caamal-Cauich, I., Pat-Fernández, V. G., & Reza Salgado, J. (31 de Marzo de 2022). *Competitividad de las exportaciones de aguacate Hass de México en el mercado mundial*. Obtenido de Ciencias agrícolas : <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2885/4723>
- Cruz-Mendivil, A. (NOVIEMBRE de 2021). *MANUAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE AGUACATE EN LA ZONA CENTRO NORTE DE SINALOA*. Obtenido de CODESIN: https://codesin.mx/file/4/128_Manual%20del%20Aguacate%20-%202017%2011%202021%20.pdf_1637099646.pdf
- Alfonso, J. A. (Junio de 2008). *MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DEL AGUACATE HASS (Persea americana L.)*. Obtenido de FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA).
- Akan, S. (21 de 03 de 2021). Fitoquímicos en la cáscara del aguacate y sus usos potenciales. *FOOD and HEALTH*. doi:<https://doi.org/10.3153/FH21015>
- Amórtegui, I. (MAYO de 2001). *El Cultivo de Aguacate*. (L. A. Cabrera P., E. Montes, D. L. Martínez Espitia, & L. C. Amórtegui Campos, Edits.) Obtenido de biblioteca digital: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4911/1/EI%20cultivo%20del%20aguacate.pdf>
- Angel. (21 de noviembre de 2020). *Partes de un aguacate*. Obtenido de <https://huertosymas.com/partes-de-un-aguacate/>

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

Aymacaña, A. E. (noviembre de 2018). *Caracterización bromatológica de la cáscara de aguacate (Persea americana) y posterior extracción e identificación de la fracción con mayor actividad antimicrobiana y antioxidante*. Obtenido de UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Galaviz, I. (2022). *Estado del Actual y Alternativas de Procesamiento Postcosecha del Aguacate*. Avocateria Sunrise. Chroma Estudio Creativo.

NMX-AA-005-SCFI. (2000). *ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES RECUPERABLES EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-005-1980)*. Obtenido de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/01/nmx-aa-005-scfi-2000.pdf>

NMX-F-083. (1986). *NMX-F-083-1986. ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS. FOODS. MOISTURE IN FOOD PRODUCTS DETERMINATION. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS*. Obtenido de https://nanopdf.com/download/nmx-f-083-1986-alimentos-determinacion-de-humedad-en_pdf

NMX-F-083-1986. (s.f.). *ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS. FOODS. MOISTURE IN FOOD PRODUCTS DETERMINATION. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS*. Obtenido de https://nanopdf.com/download/nmx-f-083-1986-alimentos-determinacion-de-humedad-en_pdf

NOM-F-68-S. (1980). *Norma Oficial Mexicana NOM-F-68-S-1980 Alimentos Determinación de Proteínas, (esta Norma cancela la NOM-F-68-1977)*. Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4858024&fecha=04/08/1980#gsc.tab=0

NOM-F-90-S. (1978). *NORMA Oficial Mexicana NOM-F-90-S-1978 Determinación de Fibra Cruda en Alimentos*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4799842&fecha=27/03/1979#gsc.tab=0

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

Padilla Camberos, E., Martínez-Velázquez, M., Flores Fernández, J. M., & Villanueva-Rodríguez, S. (5 de noviembre de 2013). Toxicidad aguda y actividad genotóxica del extracto de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill., cv Hass). *ScientificWorldJournal*. doi:10.1155/2013/245828

Portal Fruticola . (15 de Febrero de 2023). *México y su producción sustentable y exportación de aguacate*. Obtenido de Portal Fruticola: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2023/02/15/mexico-y-su-produccion-sustentable-y-exportacion-de-aguacate/>

Punia Bangar, S., Sanju, K., Anil Kumar, D., Changan, S., Maqsood, S., & Vasile Rusu, A. (30 de diciembre de 2022). *Descubrimientos de semillas de aguacate: composición química, propiedades biológicas y aplicaciones alimentarias industriales* . Obtenido de ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590157522003054#b0565>

Rahman, N., Sabang, S., Abdullah, R., & Bohari, B. (5 de julio de 2022). Propiedades antioxidantes del extracto metanólico de la cáscara del fruto del aguacate (*Persea americana* Mill.) de Indonesia. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*. doi:10.4103/japtr.japtr_22_22

Salmerón, M. L. (Agosto de 2014). *FRACCIÓN INDIGESTIBLE, BIOACCESIBILIDAD in vitro Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE, DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA CÁSCARA DE AGUACATE CV. 'HASS'*. Obtenido de Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.: <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/391/1/SALMERON-RUIZ-ML14.pdf>

Salvador, C. (12 de Feb de 2023). *El impacto del Super Bowl 2023 en el cultivo de aguacate en México*. Obtenido de infobae: <https://www.infobae.com/mexico/2023/02/12/el-impacto-del-super-bowl-2023-en-el-cultivo-de-aguacate-en-mexico/>

SAGARPA. (2017). *AGUACATE Mexicano*. Obtenido de PLANEACIÓN AGRÍCOLA NACIONAL 2017-2030: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257067/Potencial-Aguacate.pdf>

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

SANTOS, I. A. (Enero-Junio de 2017). *SECADO DE RESIDUOS DE AGUACATE HASS (Persea americana Mill. Var. Hass) Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FUNCIONALES*. Obtenido de INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ: <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2929/MDRPIQ2017034.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SE. (06 de febrero de 2016). *México es el principal productor y exportador de aguacate en el mundo*. Obtenido de GOBIERNO DE MÉXICO: <https://www.gob.mx/se/articulos/mexico-es-el-principal-productor-y-exportador-de-aguacate-en-el-mundo>

SEMARNAT. (11 de enero de 2021). *Aguacate, un delicioso fruto con más de 10 mil años de historia*. Obtenido de GOBIERNO DE MÉXICO: <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/aguacate-un-delicioso-fruto-con-mas-de-10-mil-anos-de-historia?idiom=es#:~:text=Su%20nombre%20proviene%20del%20n%C3%A1huatl,la%20especie%20Persea%20americana%20Mill.>

SIAP. (14 de febrero de 2023). *Aguacate. Escenario mensual de productos agroalimentarios*. Obtenido de AGRICULTURA: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/807474/Aguacate_Enero.pdf

SNICS-FSSC-CICTAMEX. (2017). *Diversidad de Aguacate en México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/385096/P-Aguacate-high.pdf>

Statista. (20 de feb de 2023). *Volumen de exportación de aguacates mexicanos a Estados Unidos durante la Super Bowl de 2019 a 2023*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/1263627/exportaciones-de-aguacate-mexicano-durante-sb-eeuu/#:~:text=Por%20ello%2C%20el%20nivel%20de,Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20mundo.>

VALLE, P. (2000). *TOXICOLOGÍA DE ALIMENTOS*. México, D.F.

Valenzuela, B. (NOVIEMBRE de 2021). *MANUAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE AGUACATE EN LA ZONA CENTRO NORTE DE SINALOA*. Obtenido de CODESIN: https://codesin.mx/file/4/128_Manual%20del%20Aguacate%20-%202017%2011%202021%20.pdf_1637099646.pdf

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	

Valero Gaspar, T., Rodríguez Alonso, P., Ruiz Moreno, E., Ávila Torres, J. M., & Varela Moreiras, G. (2018). *LA ALIMENTACIÓN ESPAÑOLA. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LOS PRINCIPALES ALIMENTOS DE NUESTRA DIETA* (2ª EDICIÓN ed.). (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica, & Centro de Publicaciones, Edits.) Madrid: FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN (FEN). Obtenido de <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/2018/libro-la-alimentacion-espanola.pdf>

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

12. ANEXOS

ANEXO A. Recolección de materia prima



Recolección de cáscaras de aguacate.



Recolección de semilla de aguacate.

ANEXO B. Lavado y secado de materia prima



Cáscaras y semillas lavadas.



Secado de las cáscaras y semillas en horno.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

ANEXO C. Determinación de Humedad



Muestra molida (cáscara y semilla de aguacate)



Muestra en frasco limpio, seco y con cierre hermético.



Peso de muestra 5gr (harina de cáscara y semilla de aguacate).



Peso de muestras en crisoles hasta peso constante.

ANEXO D. Determinación de Cenizas



Muestra en crisol carbonizada



Crisol dentro de la mufla



Enfriar crisoles con muestra carbonizada en el desecador.



Pesar muestras.

ANEXO E. Determinación de Grasa



En un cartucho con algodón se pesaron de 3 a 4 gramos de muestra seca, mientras los matraces ya estaban en peso constante.



Se colocó el aparato de extracción de soxhlet con el cartucho y se le añadió el disolvente éter de petróleo.



Se instaló bien el aparato de extracción soxhlet y la extracción fue aproximadamente 6 horas.



Matraces con el extracto etéreo de la muestra.

ANEXO F. Determinación de Proteína



Matraz Kjeldahl con muestra, sulfato de cobre pentahidratado, sulfato de sodio anhidro y ácido sulfúrico concentrado de acuerdo a las cantidad de la metodología.



Matraces Kjeldahl en el digestor.



Después de la digestión, matraz Kjeldahl con agua destilada, granallas de Zinc y NaOH.



Recibo de destilado en matraz Erlenmeyer.

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	<i>Portada del Proyecto de Residencias Profesionales</i>	



Titulación del destilado con NaOH al 0.1%

ANEXO G. Determinación de Fibra



Muestra en vaso Berzelius.



Vaso Berzelius en el aparato sobre la placa caliente.



Filtrado con tela de lino y lavado hasta obtener pH neutro con NaOH, ácido sulfúrico, alcohol etílico.



Residuos transferidos a crisoles a peso constante para secar.

	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO		
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO		
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales		



Calcinado en mufla.



Enfriar en desecador y pesar.

ANEXO H. Encapsulado



Se colocó la harina de cáscara y semilla de aguacate en la cápsula.



Se pesó 426mg de harina.

