



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE QUÍMICA

Alimentos No Convencionales A Base De Aguacate:  
Puré y Dulce de Aguacate.

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA

ILIANA YÁÑEZ TIRADO



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F.

DICIEMBRE 2009



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	PROF. BENJAMIN RUIZ LOYOLA
Vocal	PROF. FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS
Secretario	PROF. MARÍA DE LOURDES OSNAYA SUÁREZ
1er. SUPLENTE	PROF. RODOLFO FONSECA LARIOS
2do. SUPLENTE	PROF. FRANCISCO JAVIER CASILLAS GOMEZ

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:  
LABORATORIO 4 – B EDIFICIO A,  
FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM

ASESOR DEL TEMA

SUSTENTANTE

---

Q. BENJAMÍN RUIZ LOYOLA.

---

ILIANA YÁÑEZ TIRADO

# ÍNDICE

<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....</b>	<b>8</b>
2.1 Reseña Histórica del Aguacate.....	8
2.1.1 Origen.....	8
2.2 Descripción Botánica.....	10
2.2.1 Taxonomía del Aguacate.....	10
2.2.2 Razas.....	10
2.2.3 Características del Fruto.....	12
2.2.4 Aguacate Hass.....	14
2.2.5 Cultivo de Aguacate Hass.....	14
2.3 Composición Química.....	17
2.3.1 Proceso de Oxidación.....	19
2.4 Importancia socioeconómica.....	21
2.4.1 Producción en México.....	22
2.4.2 Exportación.....	25
2.4.3 Importación.....	26
2.5 Control de Calidad.....	27
2.5.1 Calidad Post-cosecha.....	27
2.5.2 Materias Primas.....	31
2.5.3 Análisis Sensorial.....	36
<b>3 ALIMENTOS NO CONVENCIONALES A BASE DE AGUACATE.....</b>	<b>40</b>
3.1 Generalidades.....	40
3.1.1 Puré de Aguacate.....	40
3.1.2 Dulce de Aguacate.....	42
3.2 Componentes.....	43
3.2.1 Puré de Aguacate.....	43
3.2.2 Dulce de Aguacate.....	44
<b>4 METODOLOGÍA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>51</b>
4.1 Puré de Aguacate.....	52
4.2 Dulce de Aguacate.....	54
4.3 Material y Equipo.....	55
4.4 Análisis Microbiológico.....	56
4.5 Análisis Sensorial (Test Hedónico).....	59
4.6 Conservación del Producto Final.....	60
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>63</b>
5.1 Producto Final.....	63
5.1.1 Puré de Aguacate.....	63
5.1.2 Dulce de Aguacate.....	64
5.2 Análisis Microbiológico.....	66
5.2.1 Puré de Aguacate.....	66
5.2.2 Dulce de Aguacate.....	68
5.3 Análisis Sensorial.....	70
5.3.1 Puré de Aguacate.....	71
5.3.2 Dulce de Aguacate.....	78
5.4 Propuesta de Envase.....	85
5.4.1 Puré de Aguacate.....	85
5.4.2 Dulce de Aguacate.....	85

<b>5.5 Propuesta de Etiqueta</b> .....	<b>86</b>
5.5.1 Puré de Aguacate.....	87
5.5.2 Dulce de Aguacate.....	88
<b>6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>89</b>
<b>7 CONCLUSIONES</b> .....	<b>92</b>
<b>8 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>94</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>97</b>

# 1 INTRODUCCIÓN.

Nuestro país es productor y consumidor de aguacate. Existe evidencia de que éste se originó en México y Centroamérica. Presenta un sabor muy característico, textura agradable y peculiar consistencia, características muy apreciadas a nivel mundial. Es un fruto muy versátil, por lo que puede ser utilizado como acompañamiento en muchos platillos y presenta propiedades antioxidantes debido a su alto contenido en aceites insaturados y tocoferoles.

Para el ser humano es importante el consumo de aguacate, ya que contiene una concentración de ácidos grasos no saturados que son indispensables para el organismo y que solo se pueden incorporar a través de la ingesta de algunos alimentos, además tiene un alto valor nutrimental en comparación con otras frutas<sup>1</sup>. Una característica extraordinaria del aguacate es su efecto benéfico adicional al ayudar a eliminar el colesterol dañino a la salud humana (lipoproteínas de baja densidad) y reducir el riesgo de desarrollar arterosclerosis <sup>2</sup>.

El cultivo del Aguacate Hass en México ha experimentado un espectacular crecimiento ya que durante las dos últimas décadas, se ha impulsado su consumo a nivel mundial. Actualmente se ha observado un aumento en la demanda de productos procesados a partir de este fruto, los cuáles deben presentar propiedades organolépticas (olor, sabor, color) adecuadas, así como mayor durabilidad, accesibilidad y que sean de fácil consumo. Los grandes volúmenes de producción, su comercialización e industrialización, así como el creciente número de

---

<sup>1</sup> National Institute for Health and Welfare, Nutrition Unit. Based on the Fineli Food Composition Database Release 9 (February 19, 2008)

<sup>2</sup> (J. Carranza, resúmenes IV Congreso Mundial del Aguacate).

investigaciones enfocadas a la conservación de este alimento altamente perecedero, han motivado a la elaboración de dos productos a base de aguacate (dulce tipo ate y puré) con el objetivo de aumentar su demanda.

Esto representa un reto tecnológico debido a la tendencia considerable del fruto a la oxidación, y principalmente a su falta de popularidad entre el consumidor.

Por ello se pretende generar dos productos a base de Aguacate que presenten características sensoriales de gran aceptación por parte de los consumidores, la propuesta es elaborar un Puré y un Dulce de Aguacate .

La metodología propuesta consiste en realizar pruebas de elaboración para ambos productos utilizando aguacates en distintas etapas de maduración (ésto con el fin de determinar si es posible utilizar aguacates maduros o muy maduros), obtener la consistencia característica tanto del puré como del ate utilizando espesantes y gelificantes adecuados y la determinación de los aditivos necesarios para prevenir o controlar el oscurecimiento enzimático característico del aguacate.

También se llevarán a cabo pruebas sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas para caracterizar los productos terminados. Esto con el fin de determinar el nivel de aceptación que podrían tener ambos productos en el mercado.

Además, con este desarrollo se provee un apoyo al sector agrícola no solo al fortalecer el consumo de aguacate Hass y aumentar su vida de anaquel, sino que también se fomentará su presencia mercados nacionales e internacionales.

## **Objetivos.**

- Desarrollar dos productos (Ate y Puré) a base de Aguacate.
- Hacer una revisión bibliográfica sobre el aguacate.

Los Alcances de éste trabajo son:

- Desarrollar un puré utilizando la pulpa de aguacate Hass, el cuál pueda ser la base para elaborar diversos productos y platillos.
- Producir un dulce de aguacate con el puré desarrollado.
- Determinar la formulación adecuada (aditivos que retarden la oxidación y enranciamiento) así como las condiciones de elaboración óptimas para ambos productos.
- Realizar pruebas sensoriales y microbiológicas que permitan la caracterización de los productos terminados.
- Diseñar la etiqueta y proponer la campaña publicitaria para el Puré y el Dulce de Aguacate.



## **2 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.**

### **2.1 *Reseña Histórica del Aguacate.***

#### **2.1.1 Origen.**

El aguacate es nativo de América. El árbol se originó en México y Centro América hasta Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. La antigüedad registrada de restos fósiles de aguacate encontrados en el Valle de Tehuacán en el Estado de Puebla es de 8,000 años, antigüedad cercana a los 10,000 años del Hombre de Tepexpan, cuyos restos y los de algunos mamuts fueron encontrados en el Valle de México. Los primeros pobladores de América Central y del Sur y del área central de México probablemente domesticaron al aguacate al descubrir su exquisito sabor.

De acuerdo con *Barrientos y López (1995, 1998)*, el aguacate pertenece al género *Persea*, del cual el mayor número de especies se encuentran en el territorio de México y Brasil. Estos autores enfatizan, que en México se han encontrado en estado salvaje especies pertenecientes a la variedad mexicana en Tula-Ocampo, Tamaulipas, Tantima y Veracruz además de que en este último estado es probable que también existan en estado salvaje especímenes de la variedad antillana. En Chiapas se recolectó un tipo de *Persea* que crece de manera salvaje, el cual podría ser un ejemplar primitivo de la raza guatemalteca o incluso ser una nueva especie de este género.

También en el territorio mexicano, se han recolectado genotipos de otros tipos de *Persea*: *P. nubigena*, *P. donnell-smithii*, *P. borbonia*, *F. schiedeana*, *P. steyermarkii*, *P. vesticula*, *Beilschmiedia anay*. Ambos autores concluyen que la gran gama de

especies del género *Persea*, se podrían aprovechar para realizar una selección en cuanto a tolerancia en varios aspectos fitosanitarios y de calidad de fruta, lo cual ubica a México ante un gran compromiso de conservación de recursos genéticos del aguacate.

*Williams (1976)*, apoyándose en evidencia arqueológica de semillas encontradas en Tehuacán Puebla, apunta que el origen de las *Persea*, al cual pertenece el aguacate, tuvo lugar en el centro y este de México y partes altas de Guatemala. Está estimado que dichas semillas tienen una antigüedad de entre 8000 – 7000 años a. C.

Ya para el período Clásico Maya, la domesticación del aguacate se había llevado a cabo y era muy bien conocido como registran los manuscritos de la época de la Colonia, tal es el caso del Códice Florentino –(*compilado por Fray Bernardino de Sahagún en el siglo XVI*) el cual hace referencia a tres variantes de aguacate que por su descripción, podrían corresponder a las actuales razas Mexicana, Guatemalteca y Antillana y que fueron señaladas bajo los nombres de “*Aoácatl*”, “*Quilaoácatl*” y “*Tlacacoloácatl*” respectivamente.

Diversos autores afirmaron que el aguacate era nativo del sur de México, desde donde fue extendido por los Aztecas, después de haber conquistado a los Tarascos y a los Zapotecas en los siglos XIII, XIV y XV. Aparentemente también fue llevado al Perú, desde el Ecuador, por los Incas entre 1450 – 1465 <sup>1</sup>.

En 1600 a través de las Islas Canarias fue introducido en España y de ahí se diseminó a todo el mundo con las condiciones ambientales para su desarrollo. Fue llevado a Cuba en 1700, y gracias a los portugueses, comenzó a cultivarse en Brasil en el año de 1809. En Florida, los primeros huertos fueron plantados entre 1833 y

---

<sup>1</sup> *Ochse et al., 1972.*

1860; en California no se cultivó sino hasta 1871. Los franceses empezaron sus ensayos de cultivo del aguacate en el Jardín Botánico de Hamman, Argelia siendo así introducido a África en 1870, luego a la India en 1892, a Nueva Zelanda en 1910 y a la región que hoy ocupa Israel en 1931 <sup>2</sup> .

## **2.2 Descripción Botánica.**

### **2.2.1 Taxonomía del Aguacate.**

Superreino: *Eucariota*

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Lurales*

Familia: *Lauraceae*

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana* (Mill) o *Persea gratissima* (Gaertu)

Variedades: *P.a.var.americana*- *P.a.var.drymifolia*– *P.a.var.nubigena*

### **2.2.2 Razas <sup>3</sup>.**

Los diferentes tipos de aguacate existentes se encuentran clasificados en tres razas o grupos ecológicos:

- La Raza Mexicana que es originaria de los valles de México, de regiones con altura de 1 500 a 2 000 *m.s.n.m.*<sup>4</sup>; se caracteriza por su gran resistencia al frío y a su alto contenido de aceite.

Produce frutos chicos, con un peso que va de los 80 a los 300 g. su semilla es grande y el contenido de aceite llega al 30 %.

---

<sup>2</sup> Ibar, 1986.

<sup>3</sup> Ochse et al., 1972; Ibar, 1986; Jackson, et al., 2005.

<sup>4</sup> *m.s.n.m.* Metros sobre el nivel del mar.

La piel es lisa y delgada, de color verde o violeta intenso y en su mayoría es comestible. El follaje de los árboles de raza mexicana desprende un aroma a anís cuando sus hojas son frotadas.

De las tres razas, es la más resistente al frío pero se adapta a climas templados cálidos y subtropicales, con temperaturas medias anuales de 15 a 18 °C y precipitación de 800 a 1200 mm, ubicados en zonas de 1500 a 2500 metros sobre el nivel del mar.

El grupo mexicano requiere de suelos con pH neutro pero puede soportar una alcalinidad de hasta 7.5.

Algunas variedades mexicanas son:

Duke  
Puebla  
Topa-Topa

Gottfried  
Zutano  
Mexicola

Northrop  
Atlixco  
Azteca

- La Raza Guatemalteca es de zonas con altura de 500 a 1500 m.s.n.m.; caracterizada por su cáscara gruesa lo que le permite mayor resistencia al manejo y transporte.

Los frutos de esta raza pueden pesar entre 340 y 560 g.; la piel es gruesa y rugosa y de colores oscuros cuando maduran.

Presenta características intermedias a las de los otros dos grupos en sus exigencias climáticas; se adapta a climas subtropicales y tropicales, con temperaturas medias anuales de 18 a 22 °C y precipitación de 1200 a 1800 mm, ubicados en zonas de 500 a 1500 metros de altitud.

Al igual que la raza antillana, tolera un pH de 5.5 a 6.5.

Algunas variedades guatemaltecas son:

Nabal  
Linda  
Wagner  
Itzamna

Taylor  
Hass  
Benik  
Dickinson

Edranol  
Hazzard  
Lyon  
Pinkerton

- La Raza Antillana cuyo país de origen no ha sido precisado, se desarrolla en lugares con menos de 500 m.s.n.m. Y tiene como principal ventaja su adaptabilidad a clima tropical y su tolerancia a los suelos salinos, además de su corto periodo de floración.

Produce frutos de hasta 2.5 Kg. y con poco contenido de aceite; piel gruesa y correosa o lisa de colores claros o verde intenso. Su semilla es grande y suelta. Su sabor es insípido.

El grupo antillano se adapta a climas tropicales, con temperaturas medias anuales de 22 °C y precipitación de más de 1800 mm. en zonas a nivel del mar y hasta los 500 metros de altitud. Toleran un pH ligeramente ácido de 5.5 a 6.5 .

Algunas variedades antillanas son:

Trapp  
Waldin  
Pollock

Fairchild  
Princesa  
Simmonds

Russel  
Nelán

### 2.2.3 Características del Fruto.

El nombre de Aguacate (*Persea gratissima*, *Persea americana*) deriva de la palabra nativa "aoacatl" o "ahuacatl" (que significa testículo) y recibe otros nombres como "palta" en Sudamérica, "avocado" en la lengua inglesa, "avocatier" en francés y

“*abacate*” en portugués. El Aguacate es un alimento que puede ser consumido en fresco, garantizando la ingesta total de sus nutrientes; evitando la pérdida de vitaminas, y la desnaturalización de las proteínas, que habitualmente sufren la mayoría de los alimentos durante su procesamiento y cocción. Es un excelente alimento, rico en nutrimentos, ya que los contiene tanto en cantidad, calidad y un armónico balance que permite su óptimo aprovechamiento <sup>5</sup>.

- Tamaño

Abarca todo el rango, la fruta promedio es de mediana a grande. El rango de tamaño va de las 5 a las 12 onzas.

- Características de Maduración

La cáscara se oscurece a medida que se madura. La fruta cede a una ligera presión cuando está madura. Climatérico, es decir durante su maduración manifiesta una respiración acelerada después de haber alcanzado su madurez aproximadamente a los 14 días en promedio después de haber sido cosechados. Información para su manejo: Buena vida en estantes; se almacena bien. Características inmejorables para transportación. Excelente respuesta a un pretratamiento de etileno para madurar.

- Temporada

Es el único aguacate que se encuentra todo el año, sin embargo no presenta las mismas características sensoriales.

---

<sup>5</sup> Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) 2003. pp. 741-748.

#### **2.2.4 Aguacate Hass**

El aguacate *Hass* es la cruce entre la especie mexicana y la guatemalteca. Es la variedad más popular en todo el mundo. El árbol de este aguacate es sensible al frío y la humedad ambiental, por lo que se aconseja su establecimiento en regiones libres de heladas y de vientos calurosos y secos. Es una de las variedades más cultivadas en México y de mayor importancia económica, el fruto tiene un peso entre 150 a 400 g. posee una epidermis gruesa, arrugada y quebradiza de color verde que oscurece al madurar.

#### **2.2.5 Cultivo de Aguacate Hass <sup>6</sup>.**

- Propagación.

En los países productores existen variedades como *Gwen*, *Reed*, *Pinkerton*, *Bacon*, *Fuerte* y *Hass*, siendo ésta última la predominante en países como México.

La propagación se lleva a cabo a través de la producción de plantas por semillas, en México se utiliza la raza mexicana para tal efecto, ya que cuenta con una gran adaptabilidad a condiciones de clima y suelo, estas plantas servirán de porta injerto del cultivar *Hass*.

- Trazo del huerto.

El trazo del huerto es muy importante para el futuro del mismo, para realizarlo se debe determinar el tipo de trazo a elegir (marco real, tres bolillo o cinco de oros) y la distancia entre plantas para saber la densidad de plantación. Una vez realizado el

---

<sup>6</sup> Departamento de Recursos Naturales y Agrícolas. Universidad de California.

trazo se procede a la plantación, después de lo cual, aproximadamente en tres años el huerto iniciará su producción.

- Fertilización.

La nutrición de las plantas es muy importante desde el inicio de la plantación, ya que influirá de manera importante en el buen desarrollo y producción del huerto, para una buena fertilización es necesario realizar periódicamente (cada año) análisis de suelo y foliares.

- Floración.

Con la floración se inicia la etapa de producción en el árbol, si se tiene una buena floración y se llevó a cabo un buen programa de fertilización y un buen manejo del cultivo y si las condiciones de clima son favorables, seguramente se tendrá una buena producción.

- Riego.

Aunque existen huertos de temporal, lo más recomendable es que se cuente con agua para riego, ya que durante la temporada seca, el aguacate necesita agua, sobre todo si se encuentra en la etapa de floración o tiene fruta de corte.

- Control de plagas.

El cultivo del aguacate es atacado por varias plagas, las cuales si no se controlan a tiempo pueden causar daños de consideración afectando seriamente la calidad de la producción, como las más importantes se puede mencionar el "*trips*", barrenador de ramas, chicharrita, araña roja, mosquita blanca, falso medidor entre otras. Es muy importante realizar su control de manera oportuna.

- Control de enfermedades.



Otro factor que limita la productividad y longevidad del árbol del aguacate son las enfermedades, las cuales pueden afectar la raíz, el tallo, las hojas, la floración y el fruto. Entre las más importantes se encuentran la “*antracnosis*” en fruto, flor, tallo y hojas, la roña en fruto, la tristeza del aguacatero en la raíz, etc.

Es también muy importante su control, sobre todo de manera preventiva.

- Control de malezas.

Las malezas compiten con el cultivo por espacio, humedad y nutrientes y son además hospederas de plagas y enfermedades, para lo cual se utilizan control químico, control manual y control mecánico.

- Podas.

Desde el inicio del crecimiento de los árboles es necesario realizar podas de formación, las cuales servirán para ir guiando el crecimiento del árbol, en huertas adultas de 15 a 25 años.

Es necesario llevar a cabo podas según las necesidades en particular de cada huerto, en este caso el objetivo es bajar de porte los árboles, para proveerlos de luz solar y facilitar las labores en el huerto, con lo cual se logrará mayor calidad y cantidad de la cosecha; entre las podas más utilizadas se encuentran: las de ventaneo, media copa, rejuvenecimiento, palmeta, etc.

- Cosecha.

Con la cosecha, prácticamente termina el proceso de producción del aguacate, ésta debe de realizarse cuando la fruta alcance su punto de madurez y debe realizarse con ganchos con bolsa o red para que la fruta no se golpee y pueda llegar en buenas condiciones al consumidor.

### 2.3 Composición Química.

El aguacate es de forma ovalada, mide aproximadamente 10 centímetros de largo. Está compuesto en mayor proporción de pulpa (Tabla 1), la cuál es de textura cremosa suave, untuosa, casi insípida. Tiene una capa externa de color verde y una interna verde amarillento indicando que es de buena calidad, no tiene fibras y posee un contenido de aceite del 23 %. (Tabla 2)

La semilla y la cáscara representan aproximadamente el 21% del fruto, la cáscara del aguacate Hass es verde y se torna a morada-negra cuando está maduro. Tiene apariencia rugosa y gruesa pero flexible. La semilla es pequeña, de forma ovoide y esta protegida por una capa apergaminada.

**Tabla 1.** Composición del Aguacate *Hass*.

Concepto	% del Aguacate Hass
Pulpa	79.20
Semilla y Cáscara	20.8

Fuente: CITAMEX 1980.

Como se puede apreciar en la Tabla 2, la proteína y el aceite presentes en el aguacate, son de gran valor nutrimental, ya que la proteína tiene presentes en su aminograma, siete de los aminoácidos esenciales, de igual manera en el perfil cromatográfico del aceite, encontramos presentes los ácidos grasos esenciales, los triglicéridos presentes en el aguacate, no son grasas sino aceites, ya que estos permanecen líquidos a la temperatura ambiente, debido a que en su estructura predominan los ácidos grasos monoinsaturados e insaturados, que contienen vitaminas liposolubles en cantidad suficiente, y que no contienen colesterol.

**Tabla 2.** Valor alimenticio de 100 g de pulpa de aguacate Hass.

<b>Contenido energético de los componentes digestibles de 100g. de porción comestible</b>		KJ 932
		Kcal 221
Agua	70,0 g	Hidratos de carbono 0,4 g
Grasa	23,0 g	Fibra 3,3 g
Proteínas	1,9 g	Sales minerales 1,4 g

<b>Composición detallada de 100 g de porción comestible</b>			
<b>Sales minerales</b>		<b>Aminoácidos</b>	
Sodio	3 mg	Arginina	60 mg
Potasio	500 mg	Histidina	30 mg
Magnesio	30 mg	Isoleucina	110 mg
Calcio	10 mg	Leucina	195 mg
Manganeso	140 µg	Lisina	155 mg
Hierro	600 µg	Metionina	45 mg
Cobre	210 µg	Fenilalanina	110 mg
Fósforo	40 mg	Treonina	120 mg
Cloro	6 mg	Tirosina	75 mg
		Valina	170 mg
<b>Vitaminas</b>		<b>Hidratos de carbono</b>	
Carotenos	70 µg	Glucosa	100 mg
Vit. E	1,300 µg	Fructosa	200 mg
Vit. K	8 µg	Sacarosa	100 mg
Vit. B <sub>1</sub>	80 µg	<b>Lípidos</b>	
Vit. B <sub>2</sub>	150 µg	Ac. Palmítico	3,370 mg
Nicotinamida	1100 µg	Ac. Esteárico	Trazas
Ácido pantoténico	1100 µg	Ac. Oléico	15,6 mg
Vitamina B <sub>6</sub>	530 µg	Ac. Linoléico	1,970 mg
Biotina	10 µg	Ac. Linolénico	90 mg
Ácido fólico	30µg	<b>Otros : Ácido Salicílico</b>	600 µg
Vit. C	13 mg		

Fuente: Senser y Sherz, 1991

El aguacate aporta prácticamente todas las vitaminas requeridas por el organismo; a excepción de la vitamina B<sub>12</sub>, presente solo en el reino animal, destacándose dentro de las vitaminas hidrosolubles el importante porcentaje de ácido ascórbico, que potencializa el poder antioxidante de los tocoferoles presentes en la vitamina E<sup>7</sup>. (Tabla 2).

<sup>7</sup> Valor Nutricional de la pulpa fresca de Aguacate Hass. Miguel Ángel Ortega Tovar

Los mayores problemas en la conservación de aguacate son:<sup>8</sup>

- Obscurecimiento enzimático, catalizado por la enzima polifenoloxidasa.
- Pérdida del color verde debido a los cambios que se dan en las moléculas de clorofila a pH bajos.
- Generación de sabores desagradables y pérdida de textura como resultado de los tratamientos térmicos convencionales.

### **2.3.1 Proceso de Oxidación.**

El obscurecimiento enzimático del fruto comienza inmediatamente cuando las frutas son peladas, cortadas o trituradas y sus tejidos se exponen al contacto con el oxígeno del aire. Esto representa el mayor problema para la elaboración de productos derivados de aguacate.

Actualmente, se realizan numerosas investigaciones para retardar el pardeamiento del fruto. Una de las técnicas consiste en utilizar aquellas variedades de aguacate que presenten mayor resistencia al pardeamiento enzimático, se ha observado que el aguacate Hass es la variedad que tarda más tiempo en obscurecerse.

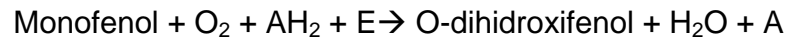
La enzima responsable es la *O*-difenol-oxígeno-oxirreductasa, también llamada *polifenol oxidasa* (PFO); es una oxidoreductasa ya que cataliza reacciones en las cuales un sustrato pierde un átomo de hidrógeno y gana un átomo de oxígeno o pierden un electrón. La PFO también conocida como tirosinasa o catecolasa (*E.C. 1.10.3.1*) cataliza reacciones en la que el oxígeno es el aceptor de hidrógeno y el grupo fenol actúa como donador de hidrógeno. La enzima cataliza la oxidación de ambos fenoles y es específica para la posición orto del difenilo.

---

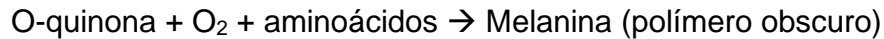
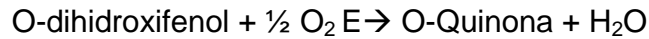
Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Michoacán

<sup>8</sup> Dorantes et al.

Las reacciones implicadas en el proceso de oxidación son:



(AH es un agente reductor)



Esta enzima está ampliamente distribuida en plantas y fue descubierta por primera vez en los champiñones. El rápido oscurecimiento de varias frutas y verduras después de ser cortadas indica la presencia de ésta junto con otras peroxidases, oxidasas y otras oxidoreductasas.

Es bien conocido que el oscurecimiento enzimático resulta de la polimerización de quinonas formadas a partir de fenoles simples o monohidratados. Estos junto con otros compuestos como taninos y flavonoides también se encuentran involucrados en reacciones oxidativas.

La prevención del oscurecimiento utiliza los mismos métodos que se aplican a la inhibición de cualquier enzima: inactivación de la enzima, eliminación de los sustratos y o la combinación de los anteriores<sup>9</sup>. Así, el oscurecimiento puede ser prevenido o disminuido con compuestos que formen complejos con quinonas como los tetraboratos.

El ácido ascórbico ayuda a prevenir esta reacción de oscurecimiento reduciendo los compuestos o-quinona antes de la polimerización, sin embargo se requieren grandes cantidades de ácido ascórbico para evitar dicha polimerización.

---

<sup>9</sup> Badui, 1990.

Este proceso se puede controlar o impedir por distintos medios, entre los cuales se encuentran:

1. Tratamiento térmico con agua hirviendo o vapor (escaldado) con lo que se inactiva la actividad enzimática.
2. Tratamiento con anhídrido sulfuroso o bisulfito.
3. Inmersión de las frutas en agua ligeramente acidulada, inmediatamente después de peladas o cortadas con lo que se evita el contacto con el oxígeno del aire y la penetración del mismo a los tejidos.
4. Uso de antioxidantes.

#### ***2.4 Importancia socioeconómica.***

La explotación intensiva del aguacate Hass en México, con perspectivas comerciales y de mercado, comenzó en 1932, y posteriormente se extendió a diversos países como Indonesia, Estados Unidos, Brasil, Israel, Chile, Colombia, Perú, Sudáfrica, Australia y República Dominicana. Debido a las bondades y a la exquisitez del fruto, el comercio internacional ha crecido considerablemente, por lo cual en varios países se puede ya disfrutar de esta deliciosa fruta.

En el mundo se produjeron en el año 2000 alrededor de 2.4 millones de toneladas de aguacate<sup>10</sup>, volumen que creció en un 63 % desde 1980. México es el principal productor mundial de esta fruta con un 40 % del total (Figura 1) y volúmenes que en los últimos años han variado entre las 850 y 907 mil toneladas. El segundo productor es EUA con el 7 % y Chile el tercero con 5 % que serían 120 mil toneladas.

---

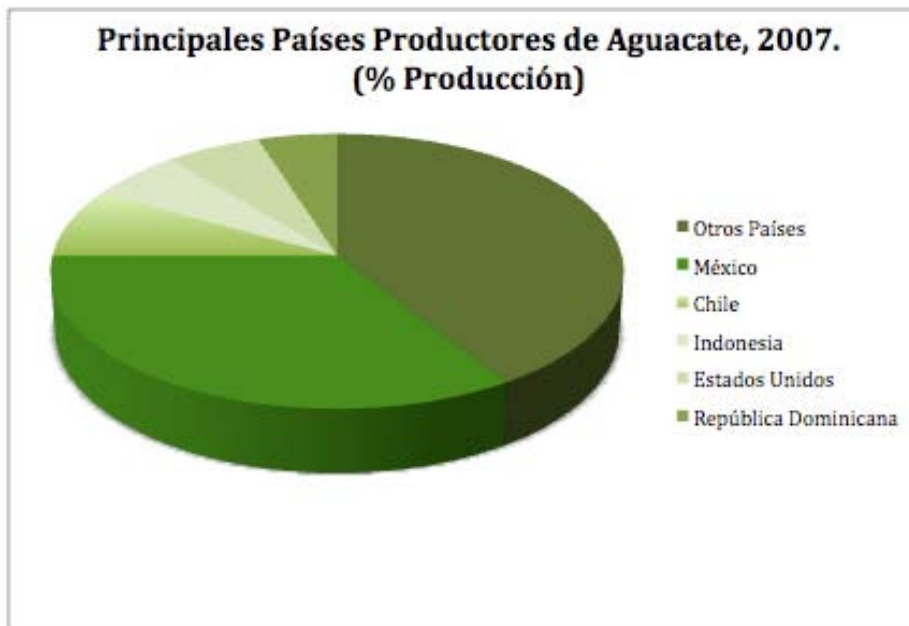
<sup>10</sup> Universidad de las Américas Puebla.

### 2.4.1 Producción en México

México es el país líder en producción de aguacate a nivel mundial, en nuestro país, el aguacate se cultiva en varios estados de la República, en la zona productora del Estado de Michoacán, el cultivo del aguacate es la principal actividad económica, generando una muy importante fuente de empleos.

De acuerdo con información disponible de la FAO del año 2007, nuestro país mantiene el liderazgo en la producción mundial de aguacate, con una participación en el mercado internacional de 34%, cifra muy superior a la de otros países productores como Chile, Indonesia, Estados Unidos y República Dominicana.

**Figura 1.** Principales Países Productores de Aguacate, 2007.



Fuente: FAO, 2007.

**Tabla 3.** Producción de Aguacate a Nivel Nacional.

Estado	Producción (Ton)	
	1996	2006
Aguascalientes	30,00	40,00
Baja California	168,00	53,00
Baja California Sur	1120,00	528,80
Campeche	601,00	519,50
Coahuila	22,00	-----
Colima	738,00	278,00
Chiapas	3087,00	1735,07
Chihuahua	-----	-----
Distrito Federal	-----	-----
Durango	1941,00	3129,73
Guanajuato	1877,00	1210,70
Guerrero	5967,00	9254,90
Hidalgo	1904,00	2,21500
Jalisco	6535,00	6337,60
México	15582,00	19675,50
Michoacán	705848,00	1003449,92
Morelos	19755,00	26089,10
Nayarit	22767,00	22941,36
Nuevo León	4138,00	5132,50
Oaxaca	7704,00	2956,75
Puebla	12589,00	10540,47
Querétaro	520,00	303,90
Quintana Roo	88,00	247,00
San Luis Potosí	889,00	111,00
Sinaloa	6399,00	1179,00
Sonora	7,00	412,50
Tabasco	1072,00	566,00
Tamaulipas	2202,00	348,50
Tlaxcala	-----	-----
Veracruz	4562,00	3482,89
Yucatán	9019,00	11191,90
Zacatecas	656,00	319,00

Fuente: Anuario Estadístico, SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2008

En 2008, a nivel nacional se cosechó aguacate en 18.4 miles de hectáreas más respecto a las cosechadas a principios de la década. Más específicamente, en el año 2000 la superficie cosechada fue de 94,104.1 hectáreas y en el año referido de 2008 aumentó a 112,478.8 hectáreas. El valor de la producción nacional de aguacate en el



2008 fue de \$12,459,371,000.00 pesos. El incremento notorio en la superficie cosechada, obedece a la necesidad de atender la creciente demanda internacional derivada de los cambios en los patrones de consumo que confieren al aguacate un lugar preponderante en la alimentación y dieta de algunas naciones, lo que además ha permitido a nuestro país mantener la participación a nivel mundial, ubicándolo como principal productor y exportador de este fruto prácticamente desde hace más de diez años.

**Figura 2.** Producción Nacional de Aguacate.



Fuente: SAGARPA, 2009.

El 92%<sup>11</sup> de la producción nacional de aguacate se ubica en el estado de Michoacán, seguido por los estados de Puebla, Estado de México, Morelos y Nayarit.

<sup>11</sup> SIAP, SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2009.

Los principales municipios productores de aguacate en el estado de Michoacán son: Uruapan y Tancítaro<sup>12</sup>.

La franja Aguacatera del estado de Michoacán está localizada en la sub-provincia fisiográfica Tarasca; ocupa 7752 kilómetros cuadrados y representa el 12,9% de la superficie estatal<sup>13</sup>. La mayor parte de su extensión está clasificada fisiográficamente como sierra volcánica con llanuras.

#### **2.4.2 Exportación.**

Las exportaciones mexicanas de este fruto representan alrededor del 40 por ciento del mercado internacional. México es también el exportador más importante internacionalmente. En el rubro de las exportaciones también el aguacate registra una evolución favorable, ya que sus ventas al exterior en términos de valor observan una tasa de crecimiento media anual de 35% durante el período 2000-2008. Esto significa que mientras en el año 2000 ingresaron 73.7 millones de dólares estadounidenses por este concepto, en 2008 la cifra se incrementó a 812.2 millones de dólares. El principal destino de las exportaciones de aguacate continúa siendo el mercado norteamericano: hasta agosto de 2009, el 80% de las 277 mil toneladas exportadas se colocaron en los Estados Unidos de América. La exportación en fresco a los Estados Unidos está creciendo en forma importante, al ampliarse las regiones exportadoras autorizadas e incrementarse los estados de ese país a los que se permite su importación. La participación de aguacate dentro del total exportado de

---

<sup>12</sup> APROAM, 2008.

<sup>13</sup> APROAM, Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan, Michoacán, 2008.

frutas y hortalizas se incrementó significativamente de 2003 a agosto de 2009, al pasar de 5.3% al 13.1%.

A nivel nacional son 29 estados que se dedican a la producción del aguacate, sin embargo, la explotación de aguacate a nivel comercial se practica solo en 16 Estados, entre los que participan Michoacán, Puebla, Chiapas, Estado de México, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Morelos, Guanajuato, Guerrero, Sinaloa, entre otros. Michoacán es el mayor estado exportador <sup>14</sup>.

La exportación en fresco mas la requerida para la producción de productos procesados de exportación (23,000) representan un volumen de alrededor del 25% de la producción nacional.

De acuerdo a la Comisión Michoacana de Aguacate (COMA), se estima que en el año 2001, 13 empresas produjeron cerca de 75 000 toneladas de productos de aguacate como guacamole, pasta, mitades congeladas y aceite crudo, que equivalen a unas 15 000 toneladas de aguacate fresco con un valor de 73. 7 millones de dólares.

### **2.4.3 Importación.**

En el ámbito de los países importadores, a pesar de que E.U. es el segundo productor de este fruto a nivel mundial, es también el principal importador, de acuerdo con (*Salazar 2004*), en la temporada 2003-2004, Japón se convirtió en el segundo mercado más importante seguido de Francia, Reino Unido, Holanda y Japón.

---

<sup>14</sup> SAGARPA, 2003.

## **2.5 Control de Calidad <sup>15</sup>.**

Los mayores problemas en la conservación de aguacate son:

- Obscurecimiento enzimático, catalizado por la enzima *polifenoloxidas*a.
- Pérdida del color verde debido a los cambios que se dan en las moléculas de clorofila a pH bajos.
- Generación de sabores desagradables y pérdida de textura como resultado de los tratamientos térmicos convencionales.

Algunos de los métodos de conservación del aguacate y pasta de aguacate son:

- Congelación: disminuye la actividad enzimática y microbiana.
- Tratamientos térmicos convencionales: disminuye o elimina la población microbiana e inactiva enzimas. Sin embargo se generan sabores desagradables, dependiendo del tiempo y temperatura del proceso.
- Secado-congelación: como disminuye la actividad acuosa para evitar el crecimiento microbiano y la actividad enzimática.
- Aditivos más refrigeración: compuestos que inhiben la actividad de la *polifenoloxidas*a.
- Presión hidrostática alta: a presiones entre 300 y 600 MPa se pueden inactivar la descomposición del aguacate y los microorganismos patógenos.

### **2.5.1 Calidad Post-cosecha <sup>16</sup>.**

- Índices de Cosecha.

El porcentaje de materia seca tiene un alto grado de correlación con el contenido de aceite y se usa como índice de madurez en la mayoría de las áreas

---

<sup>15</sup> Dorantes et al., 2003.

<sup>16</sup> Kader Adel A. y Arpaia Mary Lu. Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha aguacate.

productoras de aguacate. El mínimo requerido de materia seca varía de 19 a 25%, dependiendo del cultivar (20.8% para Hass)

- Índices de Calidad.
  - Tamaño (varía con la preferencia del consumidor).
  - Forma (depende del cultivar).
  - Color de la piel o cáscara.
  - Ausencia de defectos tales como malformaciones, quemaduras de sol, heridas y manchado (raspaduras, daño por insecto, daño por uñas y cicatrices causadas por el viento).
  - Rancidez y pardeamiento de la pulpa; y ausencia de enfermedades, incluyendo “*antracnosis*” y pudrición de la cicatriz del pedúnculo.

Algunos cultivares se dejan en el árbol por periodos prolongados después que han adquirido la madurez fisiológica o de cosecha. El almacenamiento en el árbol puede dar lugar al desarrollo de sabores desagradables o rancidez debido a sobre maduración.

Los sabores desagradables también pueden desarrollarse cuando las frutas se cosechan en periodos de clima cálido.

- Temperatura Óptima de almacenamiento.
  - 5-13°C (41-55°F)** Para aguacates verde-maduros (con madurez fisiológica o de cosecha), dependiendo del cultivar y de la duración a baja temperatura.
  - 2-4°C (36-40°F)** para aguacates con madurez de consumo.
- Humedad Relativa Óptima: 90-95%
- Tasa de Respiración del Aguacate Hass. (Tabla 4)

**Tabla 4.** Tasa de Respiración Aguacate.

<b>Temperatura</b>	<b>5°C (41°F)</b>	<b>10°C (50°F)</b>	<b>20° (68°F)</b>
mL CO <sub>2</sub> / kg·h	10-25	25-80	40-150
Calor Producido (kcal/ton métrica /día.)	1220-3050	3050-9760	4880-18300

Fuente: Kader Adel A. y Arpaia Mary Lu. Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha del aguacate.

- Tasa de Producción de Etileno<sup>17</sup>.

Los frutos de aguacate no adquieren madurez de consumo en el árbol y la producción de etileno comienza después de la cosecha y aumenta considerablemente con la maduración a más de 100µL C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg·h a 20°C (68°F).

- Efectos del Etileno

El tratamiento con 100 ppm<sup>18</sup> de etileno a 20°C (68°F) por 48 horas (frutas de estación temprana), 24 horas (frutas de estación media) o 12 horas (frutas de estación tardía) induce la maduración de consumo en 3-6 días, dependiendo del cultivar y del estado de madurez fisiológica.

Los indicadores de madurez de consumo incluyen ablandamiento de la pulpa y cambios del color de la piel del verde al negro en algunos cultivares como el *Hass*. Los aguacates maduros (blandos) requieren de cuidado en su manejo para minimizar los daños físicos.

- Efecto de las Atmósferas Controladas (AC)

La AC óptima (2-5% O<sub>2</sub> y 3-10% CO<sub>2</sub>) retarda el ablandamiento y los cambios del color de la piel y disminuye las tasas de respiración y de producción de etileno.

La AC reduce el daño por frío “*chilling injury*” del aguacate.

---

<sup>17</sup> Kader Adel A. y Arpaia Mary Lu. Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha aguacate.

<sup>18</sup> ppm : Partes por millón.

El aguacate Hass verde-maduro puede conservarse a 5-7°C (41-45°F) en 2% O<sub>2</sub> y 3-5% CO<sub>2</sub> por 9 semanas, y entonces madurarse en aire a 20°C (68°F) para alcanzar buena calidad.

Se recomienda la eliminación del etileno de los almacenes de AC.

Las concentraciones >10% CO<sub>2</sub> pueden incrementar el pardeamiento de la piel y pulpa y la generación de sabores desagradables, especialmente cuando el O<sub>2</sub> se encuentra en concentraciones <1%.

- Fisiopatías

Daño por Frío "*Chilling Injury*". Los principales síntomas externos en aguacates verde-maduros son picado "pitting" de la piel y ennegrecimiento cuando se les mantiene a 0-2°C (32-36°F) por más de 7 días antes de transferirlos a las temperaturas para la maduración de consumo. Los aguacates expuestos a 3-5°C (37-41°F) por más de dos semanas pueden presentar oscurecimiento interno de la pulpa (pulpa grisácea, pulpa manchada, pardeamiento de los haces vasculares), problemas para madurar y aumento de la susceptibilidad al ataque de microorganismos patógenos. El momento en que el daño por frío comienza a desarrollarse y la severidad con que se presenta dependen del cultivar, región productora y estado de desarrollo (madurez fisiológica-madurez de consumo).

- Enfermedades

1. *Antracnosis* "Anthracnose". Es causada por *Colletotrichum gloeosporioides* y aparece, cuando la fruta comienza a suavizarse, como manchas negras circulares, que se cubren de masas de esporas rosáceas en estadios más avanzados. La pudrición puede penetrar la pulpa e inducir pardeamiento y rancidez.

2. Pudrición de la Cicatriz del Pedúnculo “*Stem-end Rot*”. Es causada por *Botryodiplodia theobromae* y aparece como un pardeamiento oscuro o una coloración negra que se inicia en el pedúnculo y avanza hacia la punta floral, finalmente cubre la fruta completa. *Dothiorella gregaria* es otra causa de pudrición de la cicatriz del pedúnculo en aguacates con madurez de consumo.

Los métodos de control incluyen buena sanidad de la huerta, aplicación efectiva de fungicidas postcosecha, manejo cuidadoso para minimizar los daños físicos, enfriamiento inmediato a la temperatura óptima recomendada para el cultivar y la conservación de esta temperatura durante el mercadeo.

- Control de Insectos

Los aguacates no toleran los tratamientos por calor y/o las atmósferas controladas que se requieren para el control de insectos.

### **2.5.2 Materias Primas.**

Aguacate El aguacate es la materia prima principal , es determinante el uso de frutos que cumplan con las especificaciones de calidad adecuadas, con el fin de asegurar la calidad de de ambos productos.

---

CODEX STAN 197-1995 AMD. 1-2005	DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y CALIDAD DEL AGUACATE.
------------------------------------	--

---

Agua: El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y



radiactivas. Con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor, se debe someter a tratamientos de potabilización.

NOM-127-SSA1-1994	SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION
-------------------	---

**Tabla 5.** Límites permisibles de características bacteriológicas.

Características	Limite permisible
Organismos coliformes totales	2 NMP/ 100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable en NMP/100 ml

Fuente: NOM-127-SSA1-1994

**Tabla 6.** Límites permisibles de características físicas y organolépticas:

Característica	Limite permisible
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable. Se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico.
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

Fuente: NOM-127-SSA1-1994

Azúcar Refinada.

NMX-F-003-SCFI-2004	INDUSTRIA AZUCARERA ESPECIFICACIONES AZÚCAR (SACAROSA) CALIDAD REFINADA. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
CODEX STAN 212-1999	NORMA DEL CODEX PARA LOS AZUCARES

Se entiende por azúcar refinada como el producto sólido derivado de la caña de azúcar, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, en una concentración mínima de 99.9 % de polarización. Este tipo de azúcar se obtiene sometiendo el azúcar crudo (mascabado) o estándar a proceso de refinación.

**Tabla 7.** Especificaciones para Azúcar Refinada.

Polarización	99.9 %
Color (blanco)	U.I 45 000 max
Humedad (por titulación Karl-Fisher)	0.04 % max
Azúcares reductores directos	0.05 %
Materia insoluble	20 000 ppm max
Plomo	0.50 ppm max
Arsénico	1.00 ppm max

Fuente: NMX-F-003-SCFI-2004

**Polarización:** Medida de la pureza del azúcar. Los cristales de sacarosa permiten el paso de la luz que se propaga en una sola dirección y bloquea el paso del resto de las ondas incidentes que viajan en distintas direcciones.

**Color:** Expresado en grados ICUMSA para expresar la pureza del azúcar en la solución relacionado directamente con su color. Entre menores sean los grados ICUMSA, será un azúcar de mejor calidad, con menos impurezas, se estima para azúcar refinada de entre 0-45°.

**Humedad:** Debe ser muy baja, determinada mediante RMN o por Karl-Fisher.

**Azúcares reductores directos:** Determinación por método de Lane-Eynon.

---

DETERMINACIÓN DE REDUCTORES DIRECTOS Y TOTALES  
 NMX-F-312-1978 EN ALIMENTOS. METHOD OF TEST FOR TOTAL AND DIRECT  
 REDUCING SUBSTANCES IN FOOD. NORMAS MEXICANAS.

---

Materia insoluble: Método de ensayo gravimétrico (Método Hibbert y Phillipson) para determinar sustancias insolubles en azúcar blanco.

Arsénico y plomo: Método espectrométrico

---

NOM-117-SSA1-1994	MÉTODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACIÓN DE Ca, As, Pb, As, Cu, Fe, Zn Y Hg EN ALIMENTOS, AGUA POTABLE, AGUA PURIFICADA POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.
-------------------	---

---

**Tabla 8.** Métodos de prueba para la determinación de Ca, As, Pb, Cu, Fe, Zn y Hg en alimentos.

Metal	Método	Principio
Arsénico	AOAC 986.15	Espectrofotometría de absorción atómica
Cadmio	ISO 8288:1986	Espectrofotometría de absorción atómica con llama
Cloruro	ISO 9297:1989	Titulometría
Cobre	ISO 8288:1986	Espectrofotometría
Magnesio	ISO 6059:1984	Titulometría
Plomo	AOAC972.25	Espectrofotometría de absorción atómica

Fuente: NOM-117-SSA1-1994

### Calidad Microbiológica

**Tabla 9.** Especificaciones microbiológicas.

Mesofilos aerobios	20 UFC/g max
Hongos	<10 UFC/g
Levaduras	<10 UFC/g
Escherichia coli	Ausente por NMP/ g
Salmonella sp	Ausente en 25g

Fuente: NMX-F-003-SCFI-2004

Mesófilos aerobios:

---

NOM-092-SSA1-1994	BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.
-------------------	---

---

Hongos y levaduras:

---

NOM-111-SSA1-1994	BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS EN ALIMENTOS
-------------------	---

---

Escherichia coli

---

NOM-112-SSA1-1994	BIENES Y SERVICIOS. DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TÉCNICA DE NMP
-------------------	---

---

Salmonella

---

NOM-114-SSA1-1994	BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE SALMONELLA EN ALIMENTOS.
-------------------	--

---

Aditivos

Solo se permite el uso de los aditivos establecidos por el Codex Alimentarius, teniendo en cuenta que los niveles deben ser tan bajos como sea tecnológicamente posible.

---

CODEX STAN 192-1995	NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS
---------------------	--

---

### **2.5.3 Análisis Sensorial.**

Los métodos utilizados para evaluar calidad son:

- 1) Escalas objetivas basadas en instrumentos de medición.
- 2) Métodos subjetivos basados en el juicio humano (evaluación sensorial).

La evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por los sentidos humanos. Entre dichas características se pueden mencionar, por su importancia:

- Apariencia; color, tamaño, forma, conformación, uniformidad.
- Olor; los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma.
- Gusto; dulce, amargo, salado y ácido.
- Textura; las propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad.
- Sonido; aunque de poca aplicación en alimentos, se correlaciona con la textura; por ejemplo, crujido, tronido, efervescencia.

La evaluación sensorial en control de calidad determina pautas sensoriales de los productos, las cuales deben ser consideradas desde la manufactura, durante la manipulación y almacenamiento de los mismos, con el fin de mantener las normas comerciales, así como la aceptación por parte del consumidor. Ayuda en la formulación de nuevos productos al tratar de mantener las características sensoriales deseadas.

El análisis sensorial se transforma, en este caso, en una herramienta de suma

utilidad, dado que permite encontrar los atributos de valor importantes para los consumidores, que sería muy difícil de medir de otra manera.

El análisis sensorial existió desde los comienzos de la humanidad, considerando que el hombre eligió sus alimentos, buscando una alimentación estable y agradable. Sin embargo el surgimiento como ciencia es reciente, siendo establecida y aceptada como tal en la actualidad.

Sus usos son numerosos, y su utilidad indiscutida según muchos autores, especialmente hoy en día donde la calidad ha pasado a ser el factor muchas veces decisivo en la elección de alimentos. Sin embargo puede presentar algunas limitantes dado que las preferencias de los consumidores varían ampliamente según las perspectivas culturales o demográficas, de un consumidor a otro dentro de un grupo cultural o demográfico o incluso en el mismo consumidor dependiendo de muchos factores como el humor o el uso que le intenta dar al producto.

La calidad en frutas y hortalizas puede ser medida a través de:

Aspectos sensoriales: es decir aquellos que pueden percibir nuestros sentidos.

- Visuales: es uno de los aspectos más importante que caracterizan a la calidad comprende el tamaño, la forma, el brillo, el color y la ausencia de defectos visuales.
- Táctiles y auditivos: la textura de un producto es un atributo complejo percibido como sensaciones por los labios, la lengua, los dientes, el paladar y los oídos. La firmeza o ternura de un producto están relacionadas con la mayor o menor dificultad para desgarrar los tejidos y masticarlos.

- Olfatorios: el aroma de los productos frutihortícolas es un componente muy importante de la calidad y es producido por numerosos compuestos.
- Gusto: son los 4 gustos básicos: dulce, amargo, ácido y salado.

### Pruebas De Aceptación

Su objetivo es evaluar de acuerdo con un criterio personal-subjetivo, si la muestra presentada es aceptable o rechazable para su consumo. Requiere de por lo menos una muestra para evaluar. No requiere referencia para comparar, ya que el juez-afectivo utiliza su propio criterio y gusto personal para juzgar a la muestra como aceptable o rechazable para el consumo. La muestra debe presentarse en la forma y si es posible, dentro del contexto en que la evaluaría un consumidor normal.

Un Juez-afectivo es el consumidor al que va dirigido el producto. Las personas que participan en este tipo de pruebas no requieren entrenamiento alguno, y se aconseja que por lo menos deseen participar en dicha evaluación. La población elegida debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio.

### Prueba de Nivel de Agrado.

Su objetivo es localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se utiliza una escala no estructurada (también llamada escala hedónica), sin mayores descriptores que los extremos en la escala, en los cuáles se determina la característica de agrado. Esta escala requiere contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de un punto de indiferencia a la muestra.

Se utilizan escalas con entre 5 y 10 puntos que describen desde un extremo agrado hasta un extremo desagrado.

Se presentan una o más muestras según la naturaleza del estímulo, para que cada una se ubique por separado en la escala hedónica. Es recomendable que estas muestras se presenten como un consumidor las confrontaría habitualmente, procurando evitarle la sensación de que se encuentra en circunstancia de laboratorio o bajo análisis.

Cuestionario **(ANEXO 1)**.



### **3 ALIMENTOS NO CONVENCIONALES A BASE DE AGUACATE.**

#### **3.1 Generalidades.**

##### **3.1.1 Puré de Aguacate**

La idea de crear un puré de aguacate envasado surgió a partir de la necesidad de conservación del fruto de aguacate. Primero se determinaron las proporciones de pulpa y ácido cítrico adecuadas para la conservación de una pasta base y se observó que las propiedades organolépticas se conservaron durante varias semanas en refrigeración.

El puré envasado de aguacate además de mantener las cualidades del aguacate, aumenta la disponibilidad del fruto y puede utilizarse para elaborar salsas, aderezos o cualquier platillo a base de aguacate.

Un puré es la pasta que se logra al triturar un alimento para cambiar su consistencia. Se entiende por Puré o Pulpa de Aguacate, el alimento obtenido del fruto maduro *Persea americana (Mill)* molido, tamizado y concentrado pudiendo adicionarse de sal (cloruro de sodio) y envasado en recipientes sanitarios, de cierre hermético.

Actualmente, no existe una Norma Mexicana que especifique las características que debe presentar el Puré de Aguacate, sin embargo se cuenta con la NMX-F-033-1982. ALIMENTOS PARA HUMANOS. PURÉ DE TOMATE ENVASADO. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS. La cuál es de gran utilidad para establecer las

especificaciones del puré de aguacate.

El puré de Aguacate en su único tipo y un sólo grado de calidad debe cumplir con las siguientes especificaciones:

**Tabla 10.** Especificaciones Sensoriales para el Puré de Aguacate.

<b>Especificaciones</b>	
Color	El color del producto será característico de la fruta.
Olor	Debe ser característico, exento de olores extraños.
Sabor	Debe ser típico de la fruta y no tendrá ningún sabor extraño.

**Tabla 11.** Especificaciones Físicas y químicas para el Puré de Aguacate.

<b>Especificaciones</b>	
Color	Verde, característico del aguacate.
Sólidos solubles libres del sal en % mín.	10
Acidez como ácido cítrico en % máx.	2.0
pH	4.0-4.5

**Tabla 12.** Especificaciones Microbiológicas para el Puré de Aguacate.

<b>Especificaciones</b>	
Presencia de bacterias mesofílicas aerobias y anaerobias.	Negativo
Presencia de bacterias termofílicas aerobias y anaerobias.	Negativo
Cuenta de filamentos de hongos (téc. Howard) máx.	40 % de campos positivos

Materia extraña objetable

**Tabla 13.** Niveles actuales de defectos naturales e inevitables en el alimento para consumo humano, que no presentan ningún riesgo para la salud:

<b>Producto</b>	<b>Nivel de Acción del Defecto (Máximo)</b>
Puré de Aguacate	Promedio de 20 larvas de mosca por cada 100 gramos, o 10 de éstas y 1 larva de gusano por cada 100 gramos, o 2 larvas de gusanos por cada 100 gramos.

Contaminantes químicos: El producto no deberá contener ningún contaminante químico en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud.

**Tabla 14.** Límites de metales tóxicos presentes en el Puré de Aguacate.

<b>Límites máximos de metales tóxicos</b>	<b>Cantidad (mg/Kg)</b>
Plomo (Pb)	0.36
Arsénico (As)	0.1
Estaño (Sn)	250
Cobre (Cu)	5.0
Zinc (Zn)	5.0

#### Aditivos

Solo se podrán adicionar aquellos permitidos por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, dentro de los límites que fije.

No está permitido la adición de colorantes ni espesantes.

Reguladores de pH permitidos: Carbonato o bicarbonato de sodio o potasio, ácido cítrico, ácido málico, ácido láctico, ácido tartárico y otros.

#### **3.1.2 Dulce de Aguacate.**

Se define al dulce de frutas como un producto elaborado con la pulpa de la fruta y de consistencia espesa o gelatinosa, debido al alto contenido de pectina. La consistencia es obtenida por cocción y concentración de frutas sanas, adecuadamente preparadas, con adición de edulcorantes, con o sin adición de agua. La pulpa de fruta debe ir en partículas finas y estar dispersas uniformemente en todo el producto. La diferencia que existe entre el dulce y la jalea es que el primero se elabora utilizando la pulpa, y para elaborar el segundo sólo se usa el jugo.

La diferencia entre un dulce tipo jalea y la mermelada es que el dulce tipo jalea contiene pulpa de fruta, y es mas espesa mientras que la mermelada está hecha de una mezcla de trocitos de fruta y pulpa de frutas <sup>1</sup>.

Un dulce elaborado adecuadamente debe presentar un color brillante y atractivo, reflejando el color propio de la fruta. Además debe aparecer bien gelificado. Debe presentar un buen sabor afrutado. También debe conservarse bien cuando se almacena en un lugar fresco, preferentemente oscuro y seco.

Es un producto complejo, que requiere de un óptimo balance entre el nivel de azúcar, la cantidad de pectina y la acidez. Las frutas difieren según su grado de madurez. El tamaño y la forma de las cacerolas empleadas para la cocción influyen sobre el resultado final al variar la rapidez con que se evapora el agua durante la cocción.

## **3.2 Componentes.**

### **3.2.1 Puré de Aguacate**

Los ingredientes que se incluyen comúnmente en la elaboración de purés deben cumplir las especificaciones de la legislación vigente <sup>2</sup>.

#### **Antioxidantes.**

Durante el proceso de cocción, pueden agregarse ácidos para disminuir el pH y para

---

<sup>1</sup> ©/TM/® The J.M. Smucker Company

<sup>2</sup> No se cuenta con una norma para el puré de Aguacate, por lo que se deberá acudir a la referencia: NMX-F-033-1982. ALIMENTOS PARA HUMANOS. PURÉ DE TOMATE ENVASADO. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.

su conservación.

Los ácidos más usados son el cítrico, el tartárico y más raramente el láctico y el fosfórico. El ácido cítrico es considerado generalmente más satisfactorio por su agradable sabor<sup>3</sup>.

### **Conservadores.**

Los conservadores son sustancias que se añaden a los alimentos para prevenir su deterioro, evitando de esta manera el desarrollo de microorganismos, principalmente hongos y levaduras.

### **3.2.2 Dulce de Aguacate.**

Los ingredientes que se incluyen comúnmente en la elaboración de dulces son frutas, edulcorantes, gelificantes, acidificantes y otros aditivos, de acuerdo a la legislación vigente<sup>4</sup>.

### **Edulcorantes.**

Los azúcares más usados, tanto por su dulzor y costo, como por las características que imparten al producto final, son la sacarosa, glucosa, jarabe invertido y mieles. Estos solutos contribuyen a que se lleve a cabo la gelificación final, para lo cual suelen añadirse gelificantes, tanto para aumentar la concentración de agentes naturalmente presentes en la fruta o bien para compensar su ausencia.

- Sacarosa

El azúcar es un ingrediente esencial. Desempeña un papel vital en la

---

<sup>3</sup> Betancurt, 2007.

<sup>4</sup> NOM-130-SSA1-1995.

gelificación del dulce al combinarse con la pectina. Es importante señalar que la concentración de azúcar debe impedir tanto la fermentación como la cristalización.

Existe la posibilidad de que un dulce fermente debido a que contiene poca cantidad de azúcar, aunque también puede cristalizar si contiene demasiada azúcar. En los dulces tipo jalea por lo general la mejor combinación para mantener la calidad y conseguir una gelificación correcta y un buen sabor suele obtenerse cuando el 60 % del peso final del producto procede del azúcar añadido. El producto resultante contendrá un porcentaje de azúcar superior debido a los azúcares naturales presentes en la fruta. Cuando la cantidad de azúcar añadida es inferior al 60% puede fermentar la jalea y por ende se propicia el desarrollo de hongos y si es superior al 68% existe el riesgo de que cristalice parte del azúcar durante el almacenamiento.

El azúcar a utilizarse debe ser de preferencia azúcar refinada, por que permite mantener las características propias de color y sabor de la fruta.

Cuando el azúcar es sometida a cocción en medio ácido, se produce la inversión de la sacarosa, desdoblamiento en dos azúcares (fructosa y glucosa) que retardan o impiden la cristalización de la sacarosa en el dulce, resultando por ello esencial para la buena conservación del producto al mantener un equilibrio entre la sacarosa y el azúcar invertido. Una baja inversión puede provocar la cristalización del azúcar de caña, y una elevada o total inversión, la granulación de la dextrosa.

Por tanto el porcentaje óptimo de azúcar invertido está comprendido entre el 35 y 40 % del azúcar total en el dulce.

### **Gelificantes.**

La textura de los alimentos es uno de los atributos primarios que conforman su

calidad sensorial. Los hidrocoloides o gomas son conocidos como constructores de viscosidad o agentes gelificantes en sistemas acuosos.

Los tecnólogos llaman a ambos estabilizadores <sup>5</sup> .

Los gelificantes utilizados en la industria son: pectinas, agar-agar, goma arábica, goma guar, goma xantana y otros. Entre éstos, la pectina presenta mayor aceptación por estar naturalmente presente en muchas de las frutas.

- Pectina

La pectina es un polisacárido natural, polímero del ácido galacturónico, es un hidrocoloide que en solución acuosa presenta propiedades espesantes, estabilizantes y sobre todo gelificantes <sup>6</sup>. Es más barato que todos los otros gelificantes, con la excepción del almidón. Forman geles en medio ácido en presencia de cantidades grandes de azúcar, situación que se produce en los ates, una de sus aplicaciones fundamentales.

La fruta contiene pectina en las membranas de sus células. La cantidad y calidad de la pectina presente depende del tipo de fruta y de su estado. En el caso del aguacate, la cantidad de pectina presente es muy baja. Un aspecto que diferencia a las pectinas entre sí es su contenido de ésteres metílicos, o grado de esterificación, que disminuye al producirse la maduración de las plantas. El grado de esterificación (GE) es definido como el número de residuos de ácido D-galacturónico esterificados sobre el total de ellos, expresado en tanto por ciento.

La fruta verde contiene la máxima cantidad de pectina; la fruta madura contiene algo menos porque la pectina es atacada gradualmente por las enzimas que

---

<sup>5</sup> Garti; Leser, 2001.

<sup>6</sup> Betancurt, 2007.

son muy activas durante el proceso de maduración. Cuando la fruta aparece demasiado madura contiene muy poca pectina. La protopectina es la sustancia péctica presente en la pulpa de los frutos inmaduros. Los ácidos pectínicos son sustancias pécticas presentes en la pulpa de los frutos inmaduros. Los ácidos pectínicos son sustancias pécticas menos metiladas que la anterior, y se derivan de ella por acción de la protopectinasa y pectin-metilesterasa.

La pectina se extrae mas fácilmente cuando la fruta se encuentra ligeramente verde y este proceso se ve favorecido por la presencia de ácido. Las proporciones correctas de pectina, ácido y azúcar son esenciales para tener éxito en la preparación del dulce.

Las pectinas están formadas fundamentalmente por largas cadenas formadas por unidades de ácido galacturónico, son polímeros compuestos principalmente de unidades de (1→4)- $\alpha$ -D-galacturonapiranosilo, y se encuentran en las laminillas intermedias de las células vegetales.

En función del porcentaje de restos de ácido galacturónico esterificado, las pectinas se clasifican como "de alto metoxilo", cuando este porcentaje es superior al 50%, y "de bajo metoxilo", cuando es inferior.

Las pectinas, como muchos otros polisacáridos, se hinchan muy rápidamente con el agua, y por eso cuando se añaden de golpe, y especialmente si se añade agua sobre el sólido, forman agregados difíciles de disolver. La solución es separar las partículas cuando se mezcla el polisacárido con el agua, con sistemas mecánicos o mezclando previamente con otro material no acuoso.



Dependiendo del grado de polimerización y el de metilación los ácidos pectínicos pueden ser coloidales o solubles en agua. Los ácidos pectínicos solubles son conocidos como pectinas de bajo metoxilo. Las enzimas pecticas contribuyen al desarrollo de la textura deseable que se produce en los frutos durante la maduración.

Una propiedad específica de las pectinas es la capacidad de formar geles fuertes. Si una dispersión en agua caliente de 0.3-0.4% de pectina es enfriada hasta temperatura ambiente, no se forma el gel. Por el contrario, si el pH se ajusta a 2-3.5 y se añade sacarosa en una concentración de 60-65% se forma gel al enfriar, manteniendo sus características incluso si se calienta hasta casi 100°C. El hecho de ajustar el pH a 2-3.5 previene la ionización de los grupos carboxílicos, que se encuentran ionizados a pH=7. La sacarosa a altas concentraciones 60-65% deshidrata las moléculas de pectina neutralizadas y permite la formación de puentes de hidrógeno y por tanto, de un gel. Los puentes de hidrógeno existentes pueden ser hidroxilo-carboxilo, carboxilo-carboxilo o hidroxilo-hidroxilo.

Las pectinas de alto metoxilo producen geles óptimamente cuando su concentración es de alrededor del 1%, aunque esa concentración varía con el tipo de pectina.

Las pectinas de bajo GE (pectinas de bajo metoxilo) pueden formar geles estables en ausencia de azúcares, pero requieren la presencia de cationes divalentes, como es el calcio para formar entrecruzamientos moleculares. Geles de este tipo se producen en mermeladas y productos similares libres de azúcar o con baja concentración del mismo.

La pectina de bajo metoxilo (PBM) es menos sensible a los cambios de pH que los geles de pectinas de alto metoxilo. Los geles de PBM pueden ser formados

en el intervalo de pH 2.5-6.5, mientras que los de pectina normal están limitados al rango 2.7-3.5 con óptimo pH 3.2. Si bien los geles de PBM no requieren la presencia de azúcar, la adición de 10-20% de sacarosa proporciona geles con mejores características de textura.

#### Geles de pectina de alto metoxilo

La primera condición para obtener geles de pectina de alto metoxilo es que el pH sea bajo, para que los grupos ácidos, minoritarios, se encuentren fundamentalmente en forma no ionizada, y no existan repulsiones entre cargas. A pH 3-5, aproximadamente la mitad de los grupos carboxilo del ácido galacturónico se encuentran ionizados, pero por debajo de pH 2 el porcentaje es ya muy pequeño. Las cadenas de pectinas de alto metoxilo pueden entonces unirse a través de interacciones hidrofóbicas de los grupos metoxilo o mediante puentes de hidrógeno, incluidos los de los grupos ácidos no ionizados, siempre que exista un material muy hidrófilo (azúcar) que retire el agua. En consecuencia, las pectinas de alto metoxilo formarán geles a pH entre 1 y 3.5, con contenidos de azúcar entre el 55% como mínimo y el 85%. El grado de esterificación de las pectinas de alto metoxilo influye mucho sobre sus propiedades. En particular, a mayor grado de esterificación, mayor es la temperatura de gelificación. Por esto se llaman "pectinas rápidas". Son una concentración muy elevada de azúcar, hasta el 80% de sólidos, forman geles que pueden desmoldarse al poco tiempo. Para cada tipo de pectina con un grado de metoxilación concreto existe una combinación óptima de concentración de azúcar y pH, aunque se pueden obtener geles dentro de un cierto rango de pH.

La elección del tipo de pectina (alto o bajo metoxilo) depende de las características del producto que se desea obtener y del proceso de elaboración

seguido. Durante la cocción, el tiempo que transcurre antes de producirse la gelificación disminuye al aumentar la acidez, los °Brix y por el uso de pectinas de alto metoxilo.

#### Adición de pectina

Las frutas que carecen de pectina pueden servir para preparar dulces de forma satisfactoria si se les añade pectina.

La pectina extra puede incorporarse mediante alguno de los siguientes procedimientos:

1. Las frutas con bajo contenido de pectina pueden combinarse con frutas que son ricas en pectina, así la falta de pectina de la fruta principal es suplementada por la contenida en la segunda.
2. También puede añadirse zumo de fruta rico en pectina en forma de una reserva de pectina.
3. La mayoría de las frutas que son pobres en pectina carecen también de ácido, por lo que resulta beneficiosa la adición de zumo de fruta rico en ambos ingredientes. De esta manera se pueden añadir unos 50- 100 ml de reserva de pectina por cada 450 gramos de fruta.

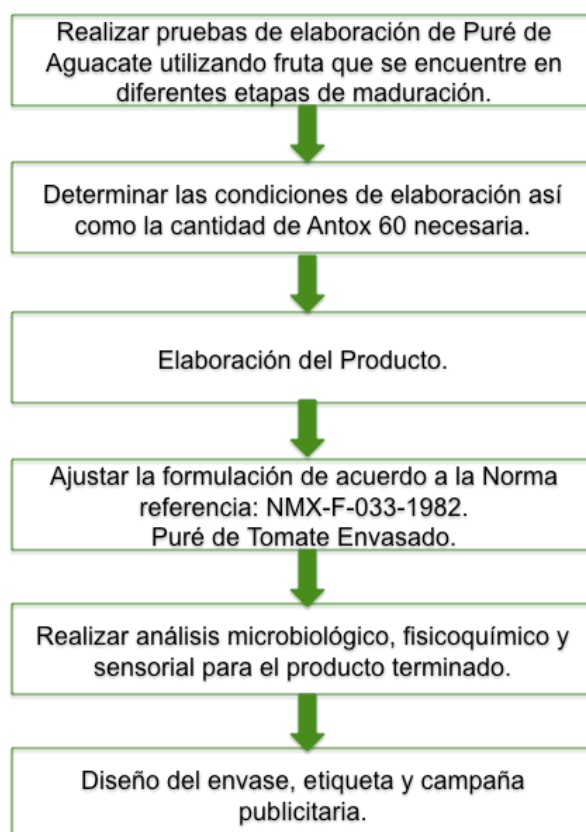
#### **4 METODOLOGÍA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL.**

El desarrollo de ambos productos implica la investigación en el tema del aguacate y los métodos de conservación del fruto. En la parte experimental se buscan las mejores condiciones para su elaboración, en función de la materia prima principal (el aguacate) así como de los aditivos y las condiciones experimentales que permitan la obtención de un producto de calidad. También se debe realizar una caracterización microbiológica, con el fin de asegurar su calidad y garantizar su inocuidad. Finalmente, es necesario realizar un Análisis Sensorial con consumidores para que el producto obtenga una gran aceptación en el sector al que será dirigido.

#### 4.1 Puré de Aguacate.

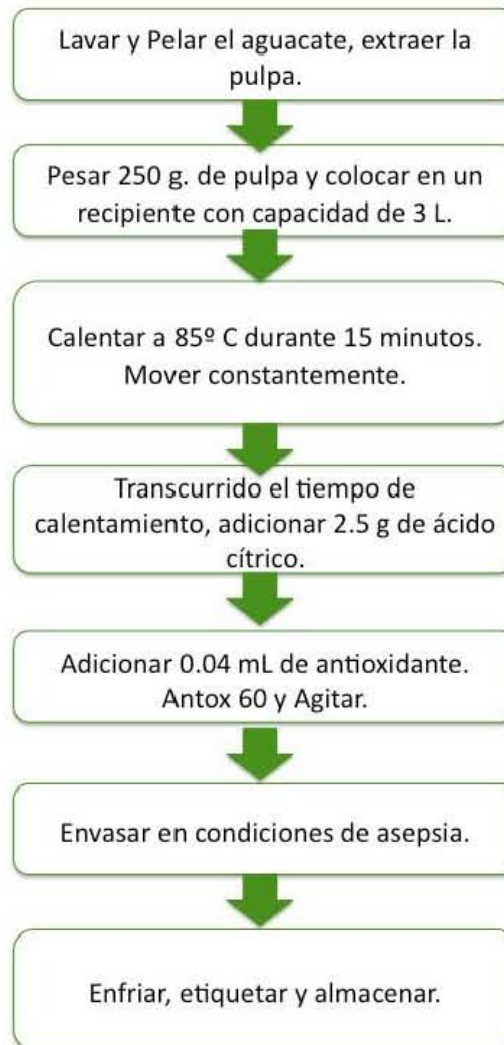
En la Figura 3 se muestra el Diagrama General de la investigación, incluye elaboración de Puré de Aguacate, determinación de los aditivos adecuados para el producto, el desarrollo del producto, análisis sensorial y diseño de envase y etiqueta.

**Figura 3.** Diagrama General del Desarrollo de Puré de Aguacate.



En la Figura 4 se muestra el diagrama de bloques para la Elaboración del Puré de Aguacate.

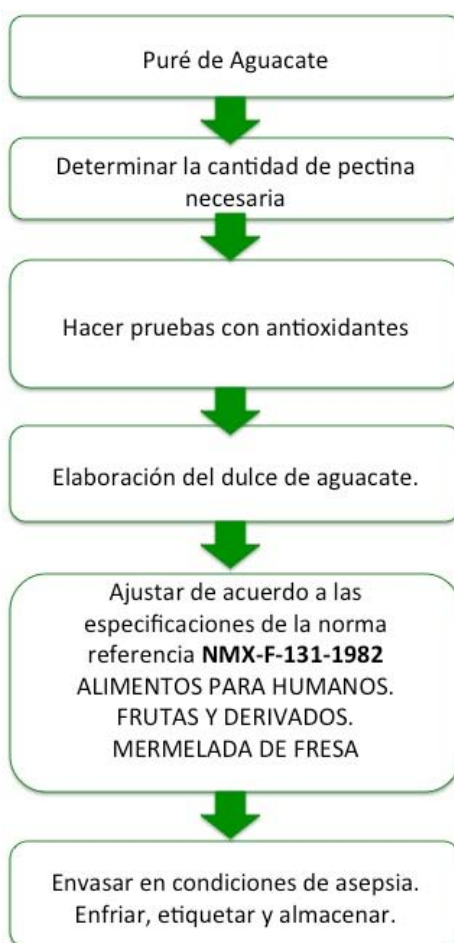
**Figura 4.** Diagrama de Elaboración de Puré de Aguacate.



## 4.2 Dulce de Aguacate.

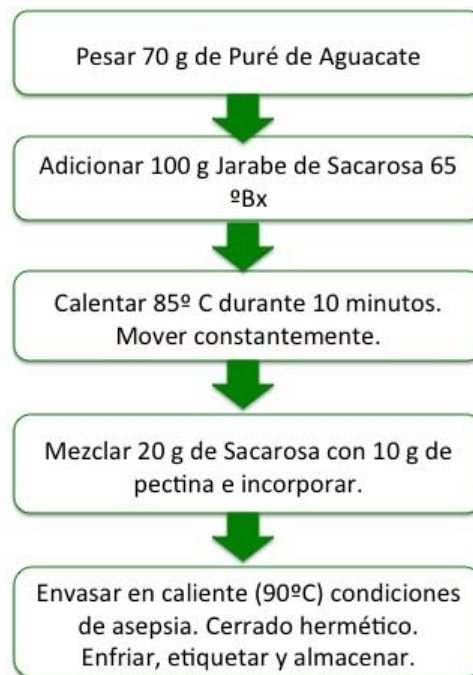
En la Figura 5 se muestra el Diagrama General de elaboración de Dulce de Aguacate, el desarrollo experimental del producto, análisis sensorial, envasado y etiquetado.

**Figura 5.** Diagrama General Elaboración del Dulce de Aguacate.



En la Figura 6 se muestra el diagrama de bloques para la Elaboración del Dulce de Aguacate.

**Figura 6.** Diagrama de Elaboración de Dulce de Aguacate.



#### **4.3 Material y Equipo.**

Material y equipo para la elaboración de ambos productos:

2 vasos de precipitados de 250 mL

1 Probeta de capacidad 1 L.

1 Balanza Granataria Marca Ohaus Capacidad 2610 g.

Refractómetro Marca Atago Modelo N3.

Batidora de Varilla Marca Moulinex Facil 450 W.

2 Recipientes de vidrio con capacidad de 3 litros.

Parrilla Eléctrica Marca Koehler Modelo Full Control.

1 Molde.

1 Espátula.



#### **4.4 Análisis Microbiológico**

Se realizó la determinación de bacterias aerobias en placa y la cuenta de mohos y levaduras en ambos productos terminados, se utilizaron dos muestras para cada producto, una nueva y otra manipulada. Ambas pruebas se realizaron por duplicado.

Muestreo por lotes realizado en condiciones asépticas.

##### **Puré de Aguacate**

Lote 1, Muestra Manipulada: 110 g de Puré de Aguacate abierto una semana antes y utilizado para el análisis sensorial con consumidores. Muestra conservada dentro del refrigerador a 4°C, en envase cerrado.

Lote 2, Muestra No Manipulada: 110 g de Puré de Aguacate en frasco cerrado de vidrio, elaborado 24 horas antes del análisis microbiológico, de acuerdo con la formulación y proceso de elaboración bajo estrictas normas de higiene y sanidad.

##### **Dulce de Aguacate.**

Lote 1, Muestra Manipulada: 113 g de Dulce de Aguacate abierto una semana antes y utilizado para el análisis sensorial con consumidores. Muestra conservada dentro del refrigerador a 4°C, en envase cerrado.

Lote 2, Muestra No Manipulada: 113 g de Dulce de Aguacate en frasco cerrado de vidrio, elaborado 24 horas antes del análisis microbiológico, de acuerdo con la formulación y proceso de elaboración bajo estrictas normas de higiene y sanidad.

Para realizar el análisis microbiológico, se consultaron las siguientes Normas mexicanas de la Secretaría de Salud. (ver **ANEXO 2**)

NOM-092-SSA1-1994 Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

NOM-109-SSA1-1994 Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.

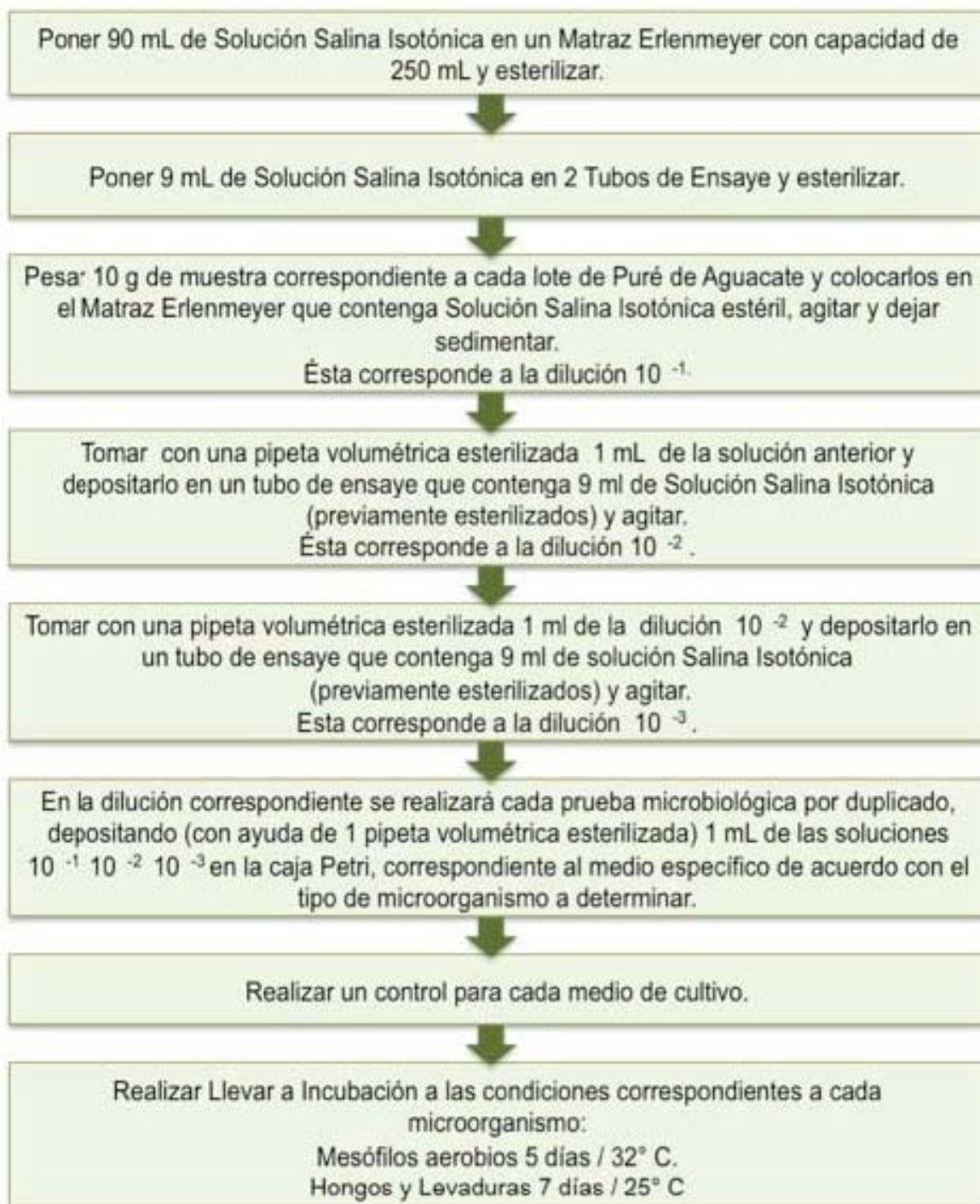
NOM-110-SSA1-1994 Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.

NOM-111-SSA1-1994 Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

NOM-120-SSA1-1994 Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.

NOM-001-STPS-1993 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo.

### Diagrama del Análisis Microbiológico para ambos productos.



#### **4.5 Análisis Sensorial (Test Hedónico).**

Para las pruebas con consumidores, se elaboró Puré y Dulce de Aguacate, de acuerdo a las formulaciones reportadas en tablas y siguiendo el diagrama de proceso, las muestras se presentaron sobre una cuchara de plástico. Se ofreció agua durante la prueba.

Se realizaron pruebas de nivel de agrado con consumidores. Se aplicaron cuestionarios (**ANEXO 1**) a 105 estudiantes, profesores y padres de familia del Colegio Williams, Colegio London y CUAM Morelos el día 29 de Octubre del 2009. Las pruebas se realizaron en estas instituciones ya que cuentan con consumidores de un amplio rango de edades, desde alumnos de 12 años hasta profesores y padres de familia de 69 años de edad, por lo que se puede apreciar el nivel de agrado dependiendo de la edad.

El cuestionario les permitió calificar los productos de acuerdo al nivel de agrado, con base a una escala hedónica de 5 puntos.

Escala hedónica

<b>Parte 1</b>	Gusta muchísimo	_____
	Gusta mucho	_____
	Moderadamente	_____
	Disgusta mucho	_____
	Disgusta muchísimo	_____

Se realizó el análisis de los datos utilizando un análisis de varianza, ANOVA.

## **4.6 Conservación del Producto Final**

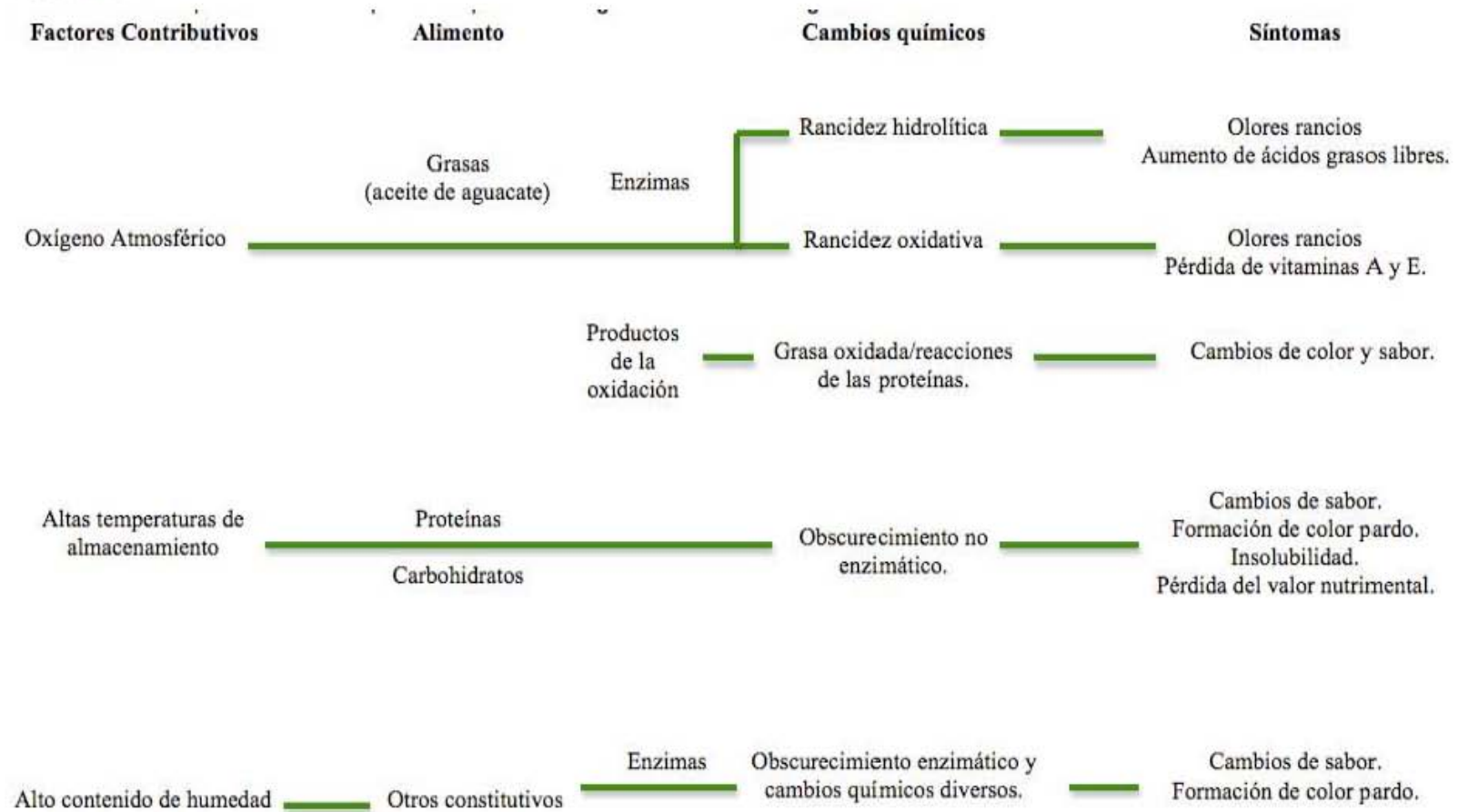
No cabe esperar que los alimentos almacenados incluso en condiciones de almacenamiento casi ideales, se conserven siempre en estado perfecto. El deterioro resultante que tiene lugar en estos alimentos lleva a una disminución de la calidad que afectan su apariencia y valor nutritivo.

Las posibles alteraciones de ambos productos son:

- Multiplicación de hongos, levaduras y bacterias.
- Alteración del aspecto, textura o sabor por acción de las enzimas de origen vegetal o microbiano.
- Alteración del aspecto, textura o sabor por acción de reacciones oxidativas.
- Alteración por acción de metales traza.
- Alteración (principalmente de aspecto) como resultado de interacciones físicas o químicas de las sustancias componentes.
- Presencia de materias extrañas o contaminantes de cualquier clase.
- Alteración como resultado de un envasado incorrecto o condiciones adversas de almacenamiento.

A continuación se presenta un esquema de las principales alteraciones que pueden presentarse en el Puré y Dulce de Aguacate.

**Figura 5.** Principales alteraciones que pueden presentarse en el Puré y Dulce de Aguacate.



Algunos factores que influirían sobre la vida útil de los productos de Aguacate son:

- Calidad inicial de las materias primas.
- Variación estacional y variación biológica normal.
- Tipo de envase.
- Integridad del envasado y disponibilidad de oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua.
- Temperatura de almacenamiento.
- Tiempo de almacenamiento.
- Tratamiento del producto y conveniencia del mismo.
- Actividad enzimática.
- Presencia de contaminantes.
- Empleo y Nivel de Aditivos.
- Previsión del consumidor.
- Exposición a la luz.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 *Producto Final.*

#### 5.1.1 Puré de Aguacate

Etapa Inicial.

**Tabla 15.** Control inicial.

	pH	°Brix
Fruto	6.5	2

Proceso de Elaboración.

**Tabla 16.** Control durante el proceso.

Proceso	Tiempo	Temperatura
Cocción	15 min.	83°C

El uso de antioxidantes BHT y BHA (Antox 60) fue necesario para evitar la rancidez oxidativa en el producto durante el proceso de cocción y conserva las características de sabor y olor característicos del aguacate durante más tiempo.

Etapa Final.

A continuación se presenta la Formulación del Puré de Aguacate.

**Tabla 17.** Formulación del Puré De Aguacate

Ingrediente	Porcentaje
Aguacate Hass	85 %
Agua	15 %
Acido cítrico	0.16%
Antox 60	0.015 %



**Tabla 18.** Características del Puré de Aguacate.



**Producto:** Puré de Aguacate

**Aspectos Sensoriales.**

**Apariencia:** Pasta de color verde.

**Olor:** Característico del aguacate

**Color:** Típico brillante. Verde.

**Gusto:** Característico del aguacate.

**Sabor:** Distintivo del aguacate, libre de sabores extraños.

**pH:**4

**°Brix:** 2

**Acidez:** 0.6% (ácido cítrico)

### 5.1.2 Dulce de Aguacate

Etapas Iniciales.

**Tabla 19.** Control inicial.

	<b>pH</b>	<b>°Brix</b>
Fruto	6.5	2

La cantidad de pectina presente en el aguacate se considera nula.

Para la elaboración del producto, se realizaron varias pruebas para conocer la proporción de fruta y azúcar adecuadas, así como el estado de madurez óptimo. Se tomó en cuenta que el producto debía presentar °Bx 72-75.

Proceso de Elaboración.

**Tabla 20.** Control durante el proceso.

Proceso	Tiempo	Temperatura
Cocción	10 min.	83°C

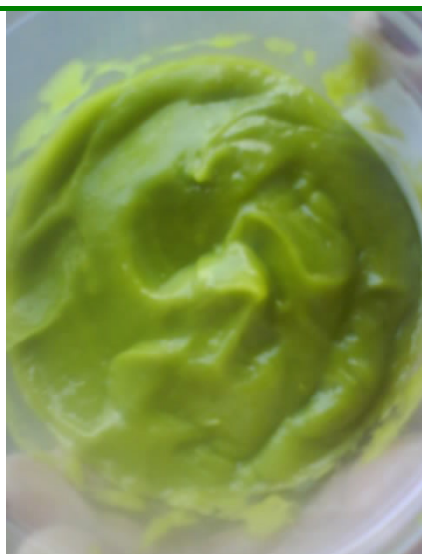
Etapas Final.

A continuación se presenta la Formulación del Dulce de Aguacate.

**Tabla 21.** Formulación del Dulce De Aguacate

Ingrediente	Porcentaje
Puré de Aguacate	35 %
Jarabe de Sacarosa 65°Bx	60 %
Pectina	5%

**Tabla 22.** Producto Terminado.



**Producto:** Dulce de Aguacate

**Aspectos Sensoriales.**

**Apariencia:** Gel uniforme de color verde.

**Olor:** característico del aguacate

**Color:** Típico brillante. Verde.

Gusto: dulce.

**Sabor:** Distintivo y característico del aguacate.  
Libre de sabores extraños.

**pH:**4

**°Brix:** 74

**Acidez:** 0.6% (ácido cítrico)

## 5.2 Analisis Microbiológico.

### 5.2.1 Puré de Aguacate

- Determinación de Mesófilos Aerobios: Medio Cuenta Estándar.

Condiciones de incubación: 31°C / 5 días.

Lote 1, Muestra Manipulada

Dilución	Crecimiento (UFC/ mL)				Control
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	
10 <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-2</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-2</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-

0 UFC/mL, de bacterias aerobias en 10 g de Muestra de Puré de Aguacate manipulada.

Lote 2, Muestra No Manipulada.

Dilución	Crecimiento (UFC/ mL)				Control
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	
10 <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-2</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-2</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-

0 UFC/mL, de bacterias aerobias en 10 g de Muestra de Puré de Aguacate no manipulada.

- Determinación de HONGOS Y LEVADURAS: Medio Sabouraud

Condiciones de incubación: 25°C / 4 días

Lote 1, Muestra Manipulada

Dilución	Crecimiento (UFC/ ml)				Control
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	
10 -1	-	-	-	-	-
10 -1	-	-	-	-	-
10 -2	-	-	-	-	-
10 -2	-	-	-	-	-
10 -3	-	-	-	-	-
10 -3	-	-	-	-	-

0 UFC/g de mohos en 10 g de muestra de Puré de Aguacate manipulada.  
0 UFC/g de levaduras en 10 g de muestra de Puré de Aguacate manipulada.

Lote 2, Muestra No Manipulada

Dilución	Crecimiento (UFC/ ml)				Control
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	
10 -1	-	-	-	-	-
10 -1	-	-	-	-	-
10 -2	-	-	-	-	-
10 -2	-	-	-	-	-
10 -3	-	-	-	-	-
10 -3	-	-	-	-	-

0 UFC/g de mohos en 10 g de muestra de Puré de Aguacate no manipulada.  
0 UFC/g de levaduras en 10 g de muestra de Puré de Aguacate no manipulada.

### 5.2.2 Dulce de Aguacate

- Determinación de Mesófilos Aerobios: Medio Cuenta Estándar.

Condiciones de incubación: 31°C / 5 días.

Lote 1, Muestra Manipulada

Dilución	Crecimiento (UFC/ mL)				Control
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	
10 <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-2</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-2</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-

0 UFC/mL, de bacterias aerobias en 10 g de Muestra de Dulce de Aguacate manipulada.

Lote 2, Muestra No Manipulada.

Dilución	Crecimiento (UFC/ mL)				Control
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	
10 <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-2</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-2</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-
10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-

0 UFC/mL, de bacterias aerobias en 10 g de Muestra de Dulce de Aguacate no manipulada.

- Determinación de HONGOS Y LEVADURAS: Medio Sabouraud

Condiciones de incubación: 25°C / 4 días

Lote 1, Muestra Manipulada

Dilución	Crecimiento (UFC/ ml)				Control
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	
10 -1	-	-	-	-	-
10 -1	-	-	-	-	-
10 -2	-	-	-	-	-
10 -2	-	-	-	-	-
10 -3	-	-	-	-	-
10 -3	-	-	-	-	-

0 UFC/g de mohos en 10 g de muestra de Dulce de Aguacate manipulada.

0 UFC/g de levaduras en 10 g de muestra de Dulce de Aguacate manipulada.

Lote 2, Muestra No Manipulada

Dilución	Crecimiento (UFC/ ml)				Control
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	
10 -1	-	-	-	-	-
10 -1	-	-	-	-	-
10 -2	-	-	-	-	-
10 -2	-	-	-	-	-
10 -3	-	-	-	-	-
10 -3	-	-	-	-	-

0 UFC/g de mohos en 10 g de muestra de Dulce de Aguacate no manipulada.

0 UFC/g de levaduras en 10 g de muestra de Dulce de Aguacate no manipulada.

### 5.3 Análisis Sensorial.

Para las pruebas con consumidores, se elaboraron ambos productos, de acuerdo a las formulaciones de las tablas y siguiendo el diagrama de proceso, las muestras se presentaron sobre una cuchara de plástico. Se ofreció agua durante la prueba. Se realizaron pruebas de nivel de agrado con consumidores.

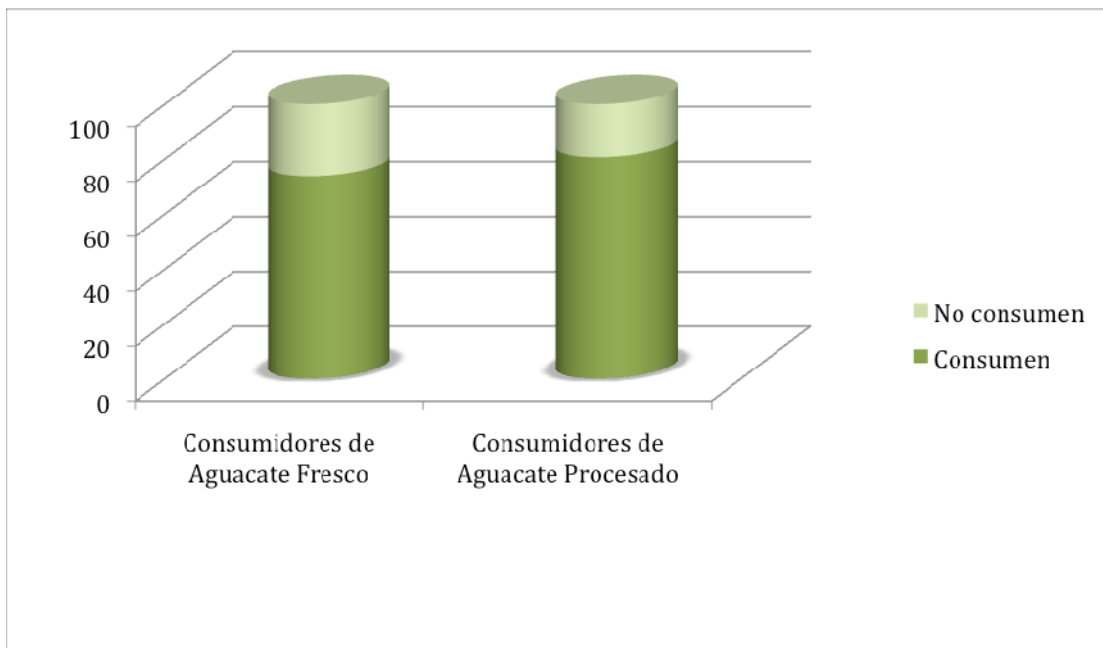
Se realizaron pruebas de nivel de agrado con consumidores. Se aplicaron cuestionarios (**ANEXO 1**) a 105 estudiantes, profesores y padres de familia del Colegio Williams, Colegio London y CUAM Morelos el día 29 de Octubre del 2009.

El cuestionario les permitió calificar los productos de acuerdo al nivel de agrado, con base a una escala hedónica de 5 puntos. Los consumidores se encontraban entre los 17 y 69 años, 35 mujeres y 68 hombres.

De 105 cuestionarios aplicados se eliminaron 2 ya que los consumidores contestaron de forma inapropiada o no contestaron parte de estos.

De los 103 consumidores, 76 consumen aguacate fresco regularmente, mientras que 83 de ellos consumen aguacate procesado.

**Figura 7.** Porcentaje de Consumo de Aguacate Fresco y Procesado.



El principal Motivo por el que no consumen aguacate fresco es porque no les gusta el sabor, aunque 2 personas comentaron que no les agrada la consistencia del fruto.

### 5.3.1 Puré de Aguacate

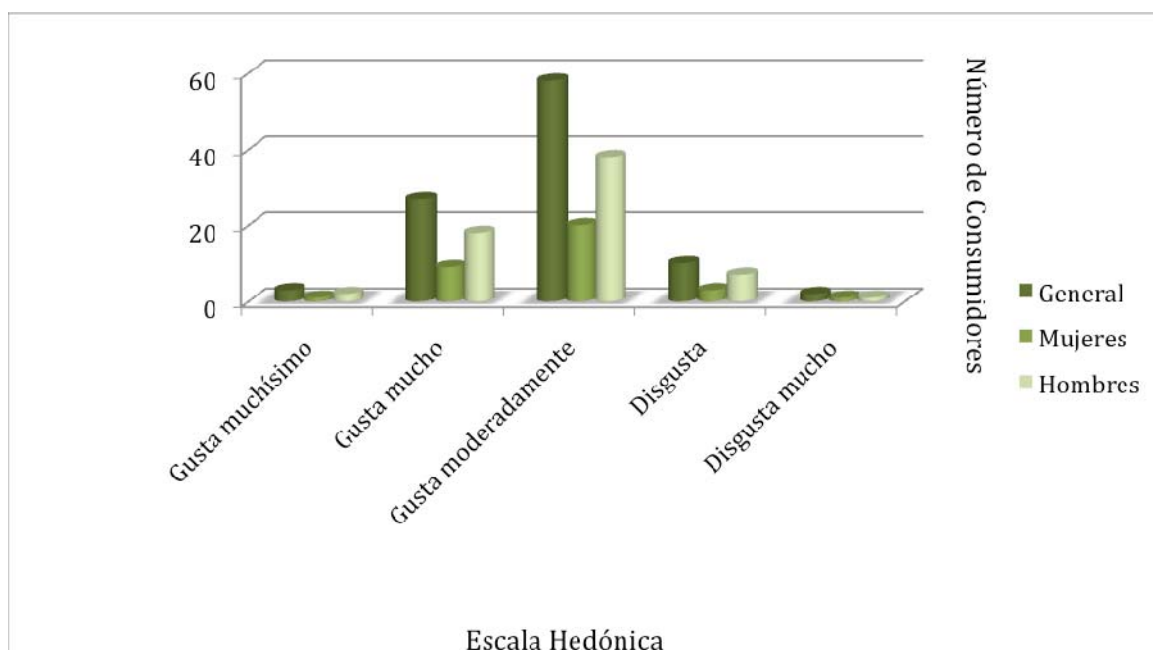
De 105 cuestionarios aplicados se eliminaron 5 ya que los consumidores contestaron de forma inapropiada o no contestaron parte de estos.

Prueba de Nivel de Agrado

**Tabla 23.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Puré de Aguacate.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	3	1	2
Gusta mucho	27	9	18
Gusta moderadamente	58	20	38
Disgusta	10	3	7
Disgusta mucho	2	1	1
Total	100	34	66

**Figura 8.** Nivel de agrado del puré de aguacate.





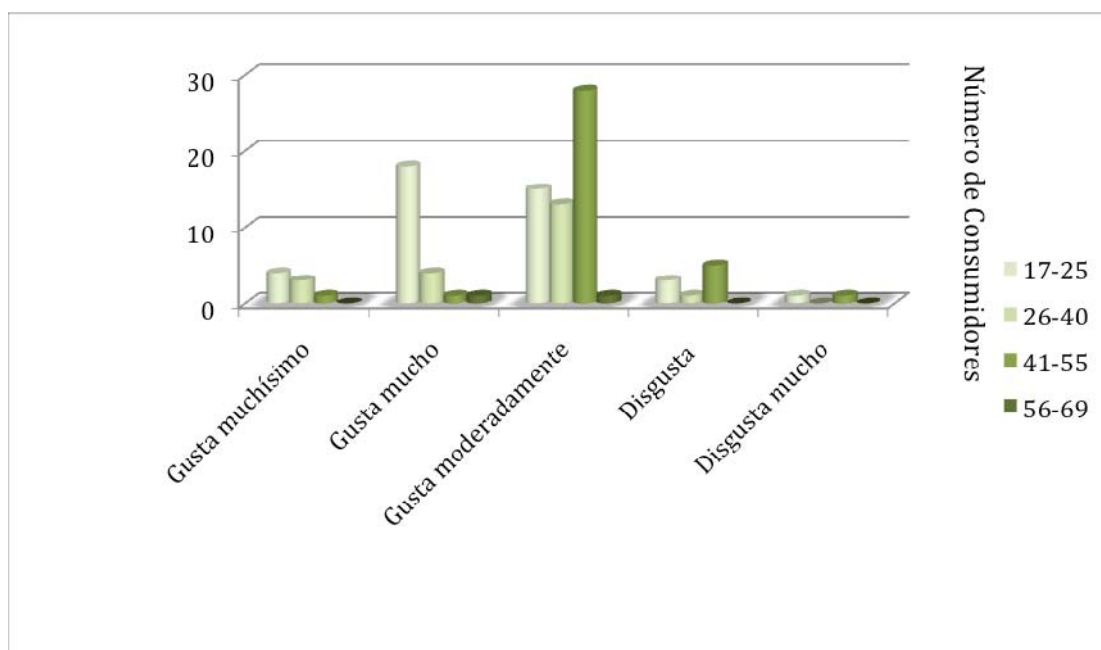
El 58% de los consumidores declaró un nivel agrado moderado hacia el puré de aguacate, a un 27% le gustó mucho mientras que a un 3% le gustó muchísimo, lo cuál significa que el puré de aguacate le agrada a un 88% de los consumidores. Solo al 12 % de los consumidores le disgusta el producto.

Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo al rango de edades

**Tabla 24.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo al rango de edades de los consumidores encuestados.

<b>Escala Hedónica</b>	<b>17-25</b>	<b>26-40</b>	<b>41-55</b>	<b>56-69</b>
Gusta muchísimo	4	3	1	0
Gusta mucho	18	4	1	1
Gusta moderadamente	15	13	28	1
Disgusta	3	1	5	0
Disgusta mucho	1	0	1	0
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>21</b>	<b>36</b>	<b>2</b>

**Figura 9.** Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo al rango de edades



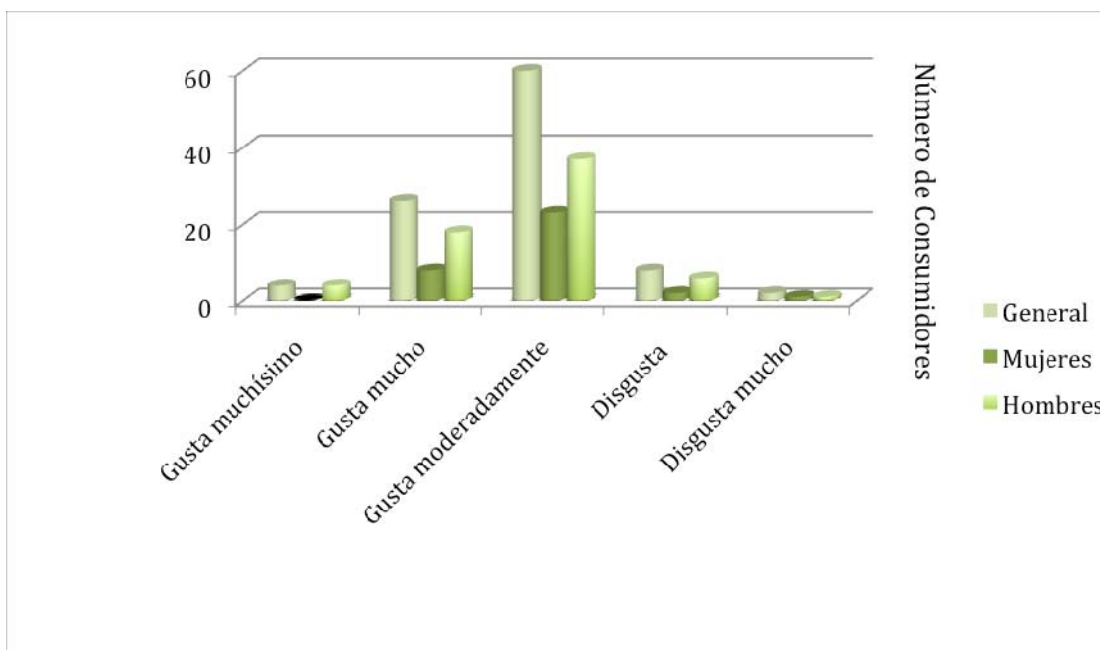
Nivel de Agrado por Atributos.

Sabor

**Tabla 25.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo al sabor.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	4	0	4
Gusta mucho	26	8	18
Gusta moderadamente	60	23	37
Disgusta	8	2	6
Disgusta mucho	2	1	1
Total	100	34	66

**Figura 10.** Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo al sabor.

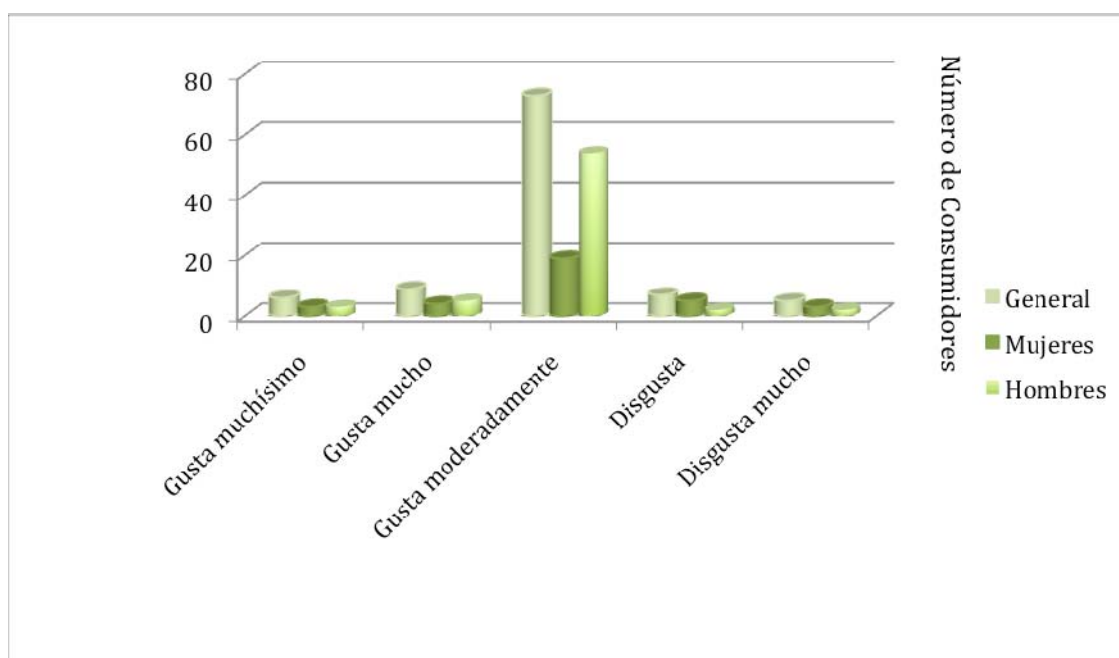


Aroma

**Tabla 26.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo al aroma.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	6	3	3
Gusta mucho	9	4	5
Gusta moderadamente	73	19	54
Disgusta	7	5	2
Disgusta mucho	5	3	2
Total	100	34	66

**Figura 11.** Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo al aroma.

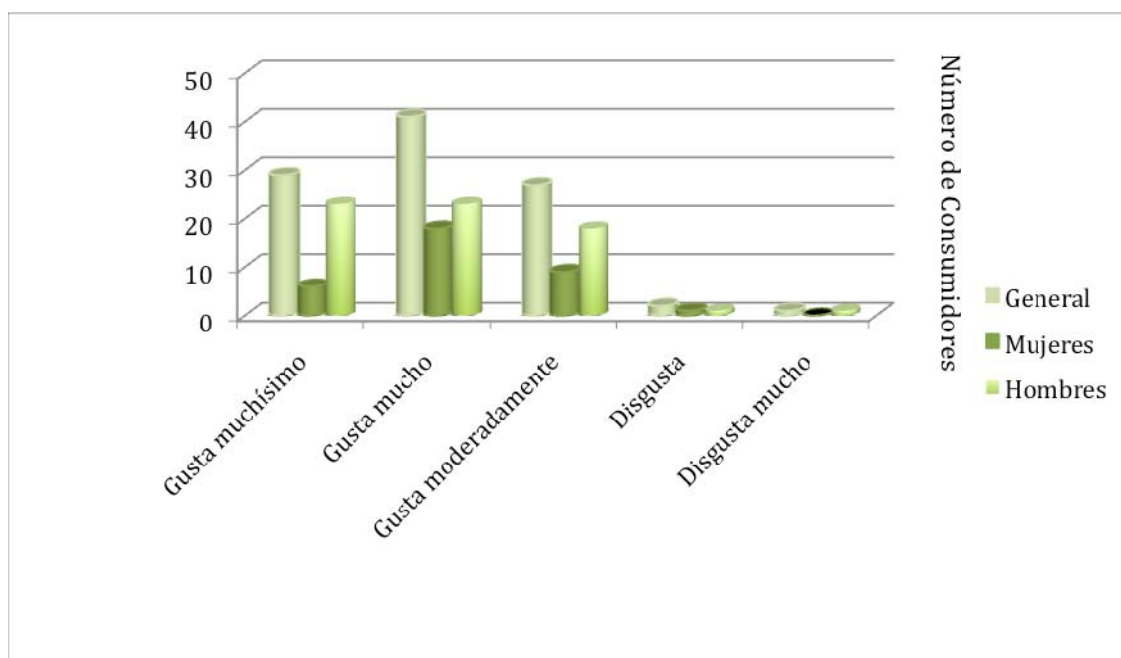


## Color

**Tabla 27.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo al color.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	29	6	23
Gusta mucho	41	18	23
Gusta moderadamente	27	9	18
Disgusta	2	1	1
Disgusta mucho	1	0	1
Total	100	34	66

**Figura 12.** Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo al color.

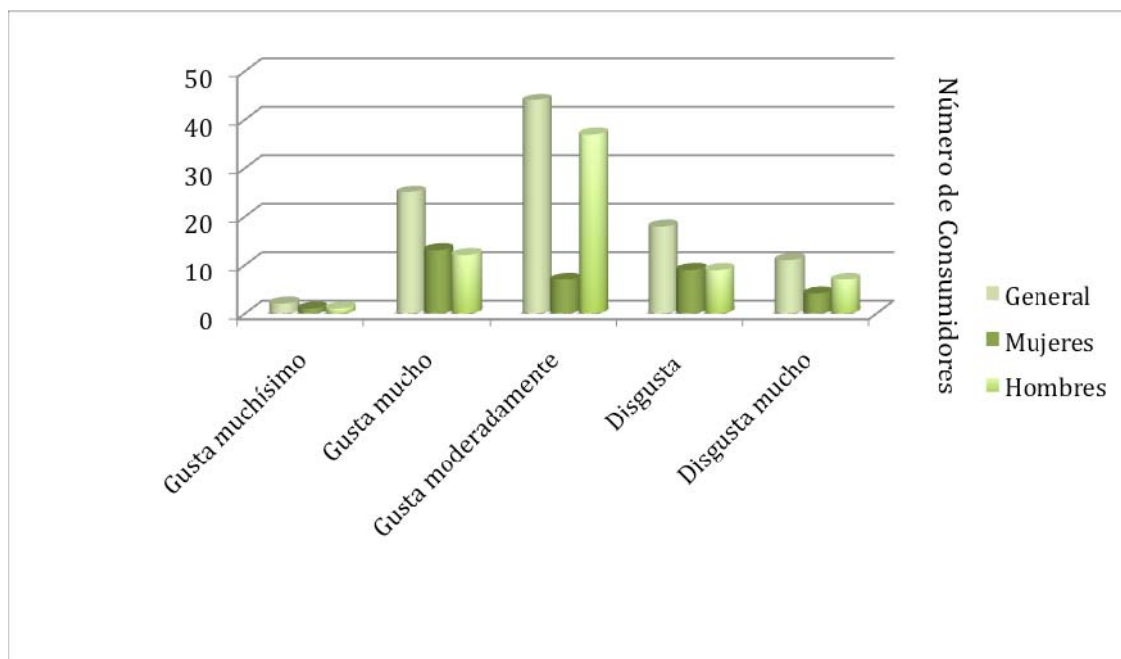


Textura

**Tabla 28.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo a la textura.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	2	1	1
Gusta mucho	25	13	12
Gusta moderadamente	44	7	37
Disgusta	18	9	9
Disgusta mucho	11	4	7
Total	100	34	66

**Figura 13.** Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo a la textura.

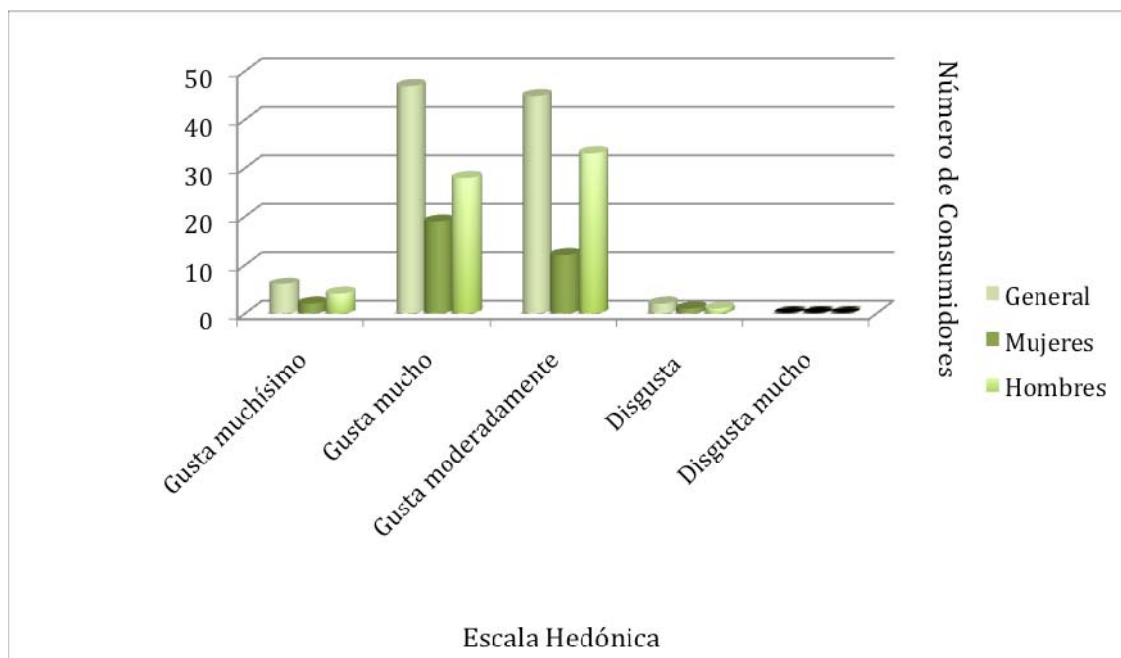


## Apariencia General

**Tabla 29.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo a la apariencia general.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	6	2	4
Gusta mucho	47	19	28
Gusta moderadamente	45	12	33
Disgusta	2	1	1
Disgusta mucho	0	0	0
Total	100	34	66

**Figura 14.** Nivel de Agrado del Puré de Aguacate de acuerdo a la apariencia general.



### 5.3.2 Dulce de Aguacate

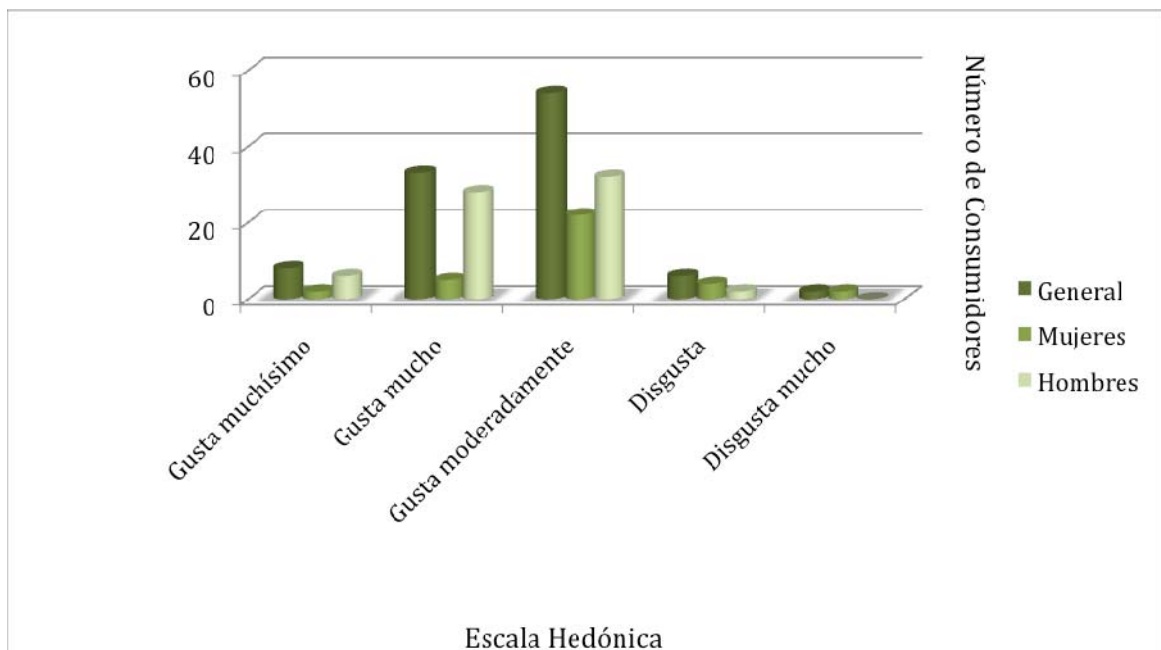
De 105 cuestionarios aplicados se eliminaron 2 ya que los consumidores contestaron de forma inapropiada o no contestaron parte de estos.

Prueba de Nivel de Agrado

**Tabla 30.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	8	2	6
Gusta mucho	33	5	28
Gusta moderadamente	54	22	32
Disgusta	6	4	2
Disgusta mucho	2	2	0
Total	103	35	68

**Figura 15.** Nivel de agrado del dulce de aguacate.

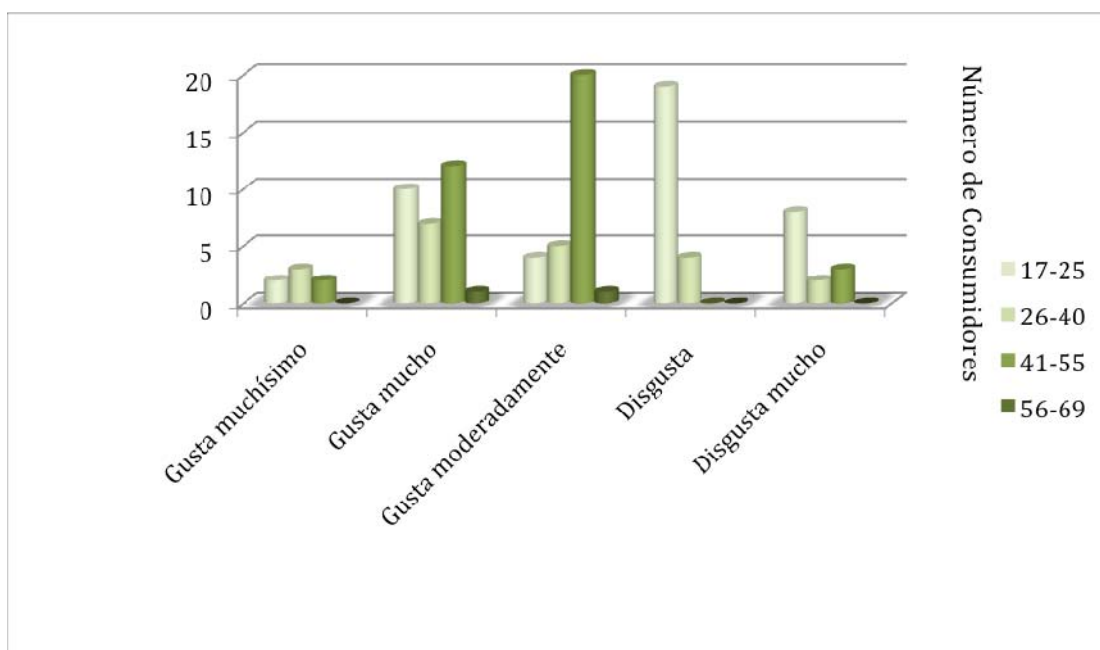


El 52% de los consumidores declaró un nivel agrado moderado hacia el dulce de aguacate, a un 32% le gustó mucho mientras que a un 7.8% le gustó muchísimo, lo cuál significa que el dulce de aguacate le agrada a un 91.8% de los consumidores.

**Tabla 31.** Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo al rango de edades

<b>Escala Hedónica</b>	<b>17-25</b>	<b>26-40</b>	<b>41-55</b>	<b>56-69</b>
Gusta muchísimo	2	3	2	0
Gusta mucho	10	7	12	1
Gusta moderadamente	4	5	20	1
Disgusta	19	4	0	0
Disgusta mucho	8	2	3	0
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>21</b>	<b>37</b>	<b>2</b>

**Figura 16.** Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo al rango de edades





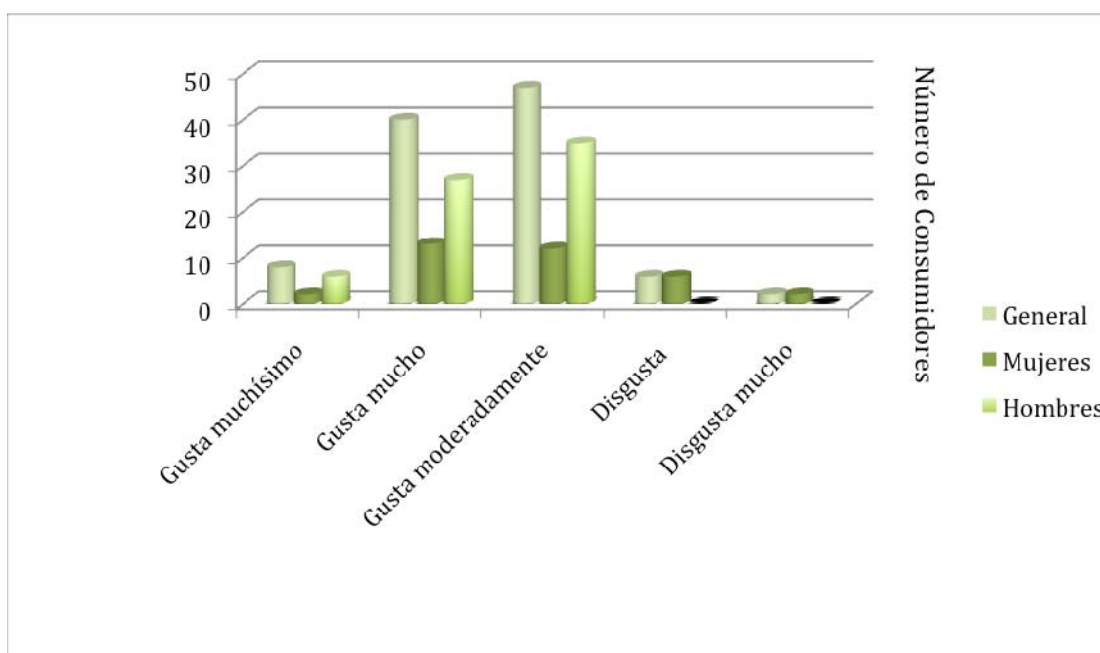
Nivel de Agrado por Atributos.

Sabor

**Tabla 32.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo al sabor.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	8	2	6
Gusta mucho	40	13	27
Gusta moderadamente	47	12	35
Disgusta	6	6	0
Disgusta mucho	2	2	0
Total	103	35	68

**Figura 17.** Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo al sabor.

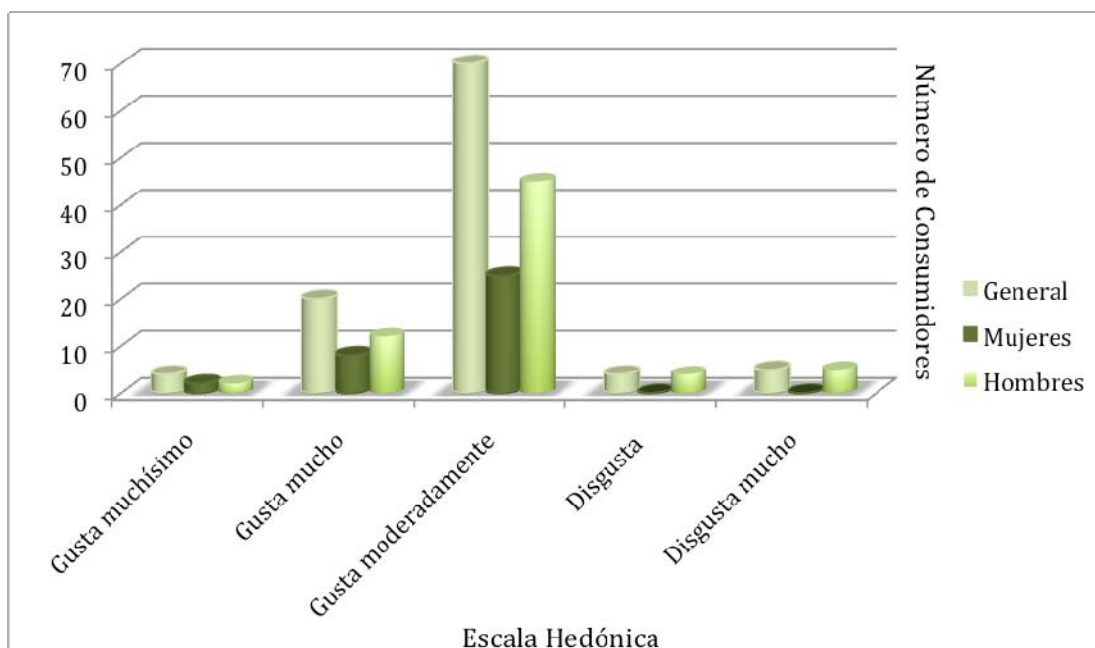


## Aroma

**Tabla 33.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo al aroma.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	4	2	2
Gusta mucho	20	8	12
Gusta moderadamente	70	25	45
Disgusta	4	0	4
Disgusta mucho	5	0	5
Total	103	35	68

**Figura 18.** Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo al aroma.

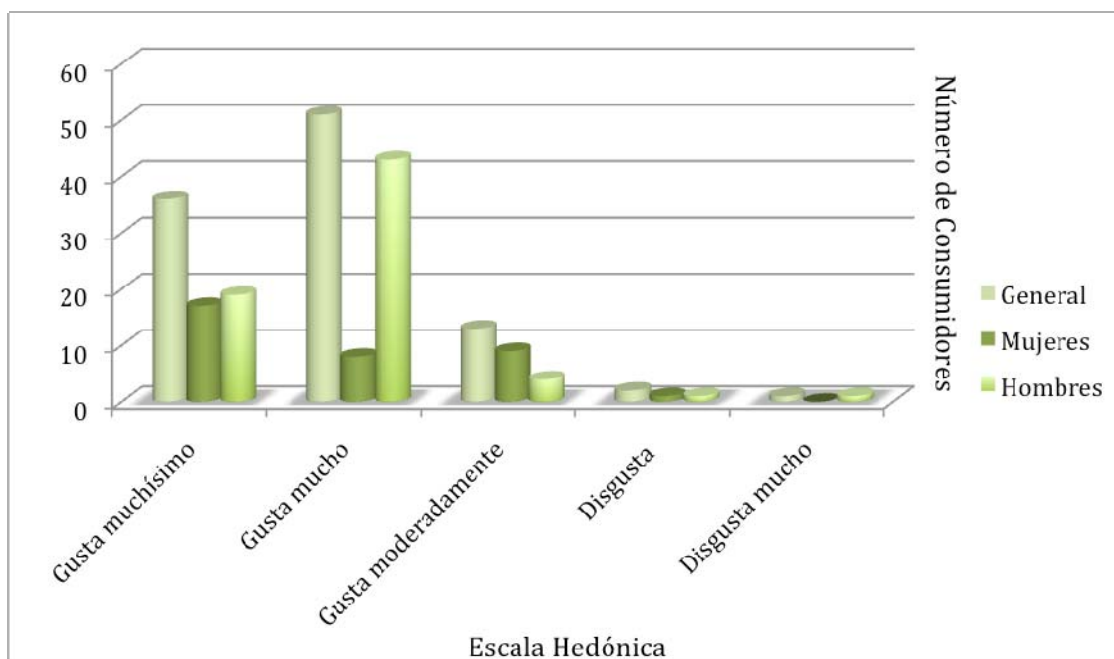


Color

**Tabla 34.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo al color.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	36	17	19
Gusta mucho	51	8	43
Gusta moderadamente	13	9	4
Disgusta	2	1	1
Disgusta mucho	1	0	1
Total	103	35	68

**Figura 19.** Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo al color.

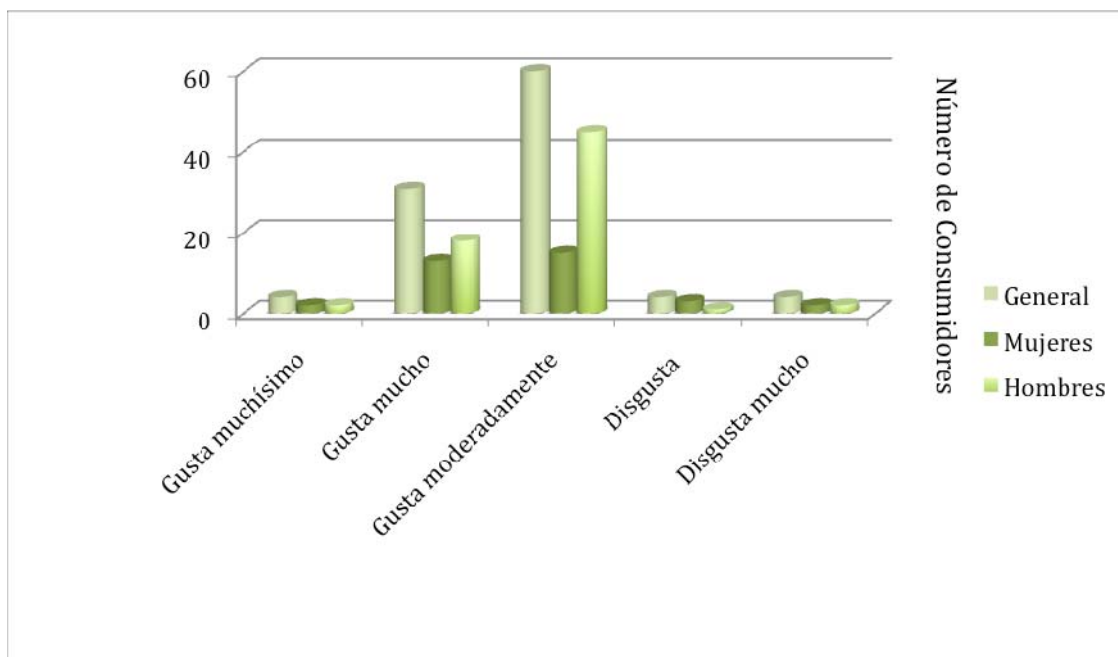


Textura

**Tabla 35.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo a la textura.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	4	2	2
Gusta mucho	31	13	18
Gusta moderadamente	60	15	45
Disgusta	4	3	1
Disgusta mucho	4	2	2
Total	103	35	68

**Figura 20.** Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo a la textura.

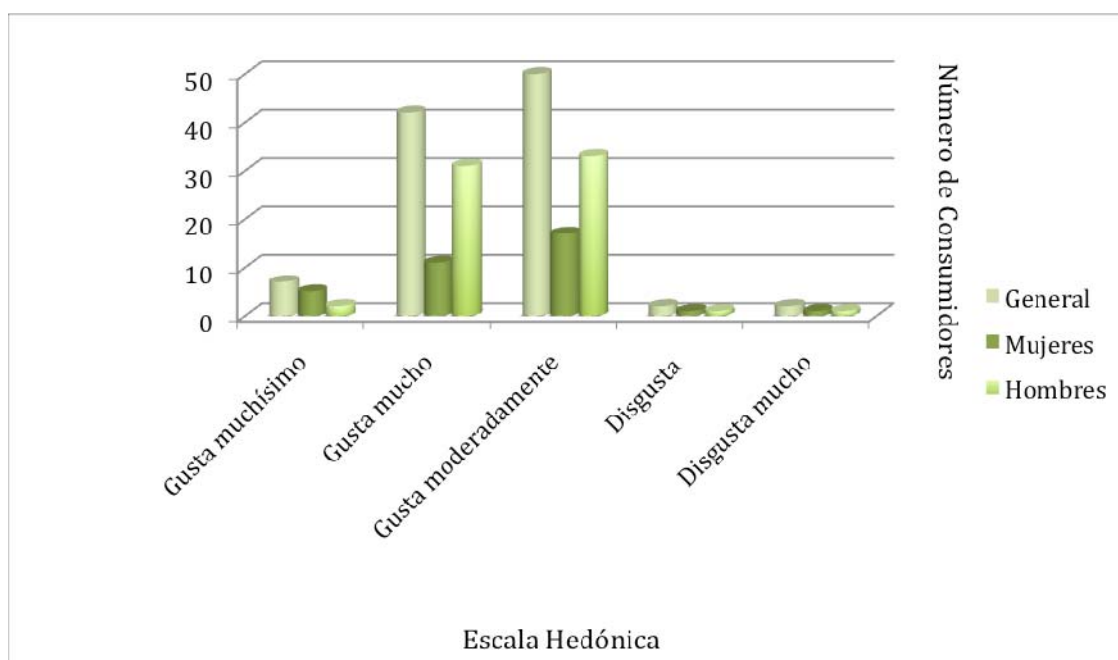


## Apariencia General

**Tabla 36.** Resultados de la Prueba de Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo a la apariencia general.

Escala Hedónica	General	Mujeres	Hombres
Gusta muchísimo	7	5	2
Gusta mucho	42	11	31
Gusta moderadamente	50	17	33
Disgusta	2	1	1
Disgusta mucho	2	1	1
Total	103	35	68

**Figura 21.** Nivel de Agrado del Dulce de Aguacate de acuerdo a la apariencia general.



## **5.4 Propuesta de Envase.**

La conservación y transporte de los alimentos conlleva el envasado de los productos correspondientes. El proceso de envasado implica la disposición del alimento así como de medios principales y secundarios para el envasado. Los medios para envasar son recipientes (latas, frascos, bolsas etc.) que acogen al producto y se complementan con medios auxiliares de envasado (tapas, cierres, etiquetas etc.) El conjunto de estos medios fabricados con diversos materiales recibe el nombre de envase.

### **5.4.1 Puré de Aguacate**

La propuesta para conservar el producto es envasar al vacío dentro de una bolsa de PVC de 20 micrómetros de espesor, impermeable al O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y al vapor de agua. La vida de anaquel del Puré de Aguacate puede variar por diferentes condiciones:

- De 30-90 días aproximadamente a una temperatura de 4°C (sin abrir).
- 7 días aproximadamente a temperatura de 4°C, después de abierto el envase.

El producto se comercializará en dos presentaciones, 350 y 500 g.

### **5.4.2 Dulce de Aguacate**

Se envasó 110 g de Dulce de Aguacate en frascos de vidrio al vacío con cierre hermético capacidad de 115 gramos los cuales estaban limpios, estériles y completamente secos, estos frascos fueron llenados en caliente y posteriormente se enfriaron.

El producto debe conservarse en un lugar fresco y seco, después de abierto el envase debe conservarse en refrigeración. Mediante esta tecnología el producto

tiene una duración de 2 meses.

Embalaje: Cajas de cartón corrugado individuales cada una contiene 64 envases con dulce de aguacate de 115 g. Pieza. Contenedor: Estibas para máximo 8 cajas.

### **5.5 Propuesta de Etiqueta.**

La etiqueta será colocada después del envasado en ambos productos. La etiqueta debe incluir información requerida por el país o por el consumidor. Los siguientes son los datos que deben portar las etiquetas de los envases comercializados en México según la NOM-051-SCFI-1994, Especificaciones Generales De Etiquetado Para Alimentos Y Bebidas No Alcohólicas Preenvasados:

- Nombre o razón social y domicilio del productor o empacador y, en su caso, del importador.
- Lote.
- Fecha de caducidad.
- Nombre genérico del producto “Puré de Aguacate” y “Dulce de Aguacate”.
- Variedad del producto.
- Grado de clasificación.
- Lista de ingredientes en orden descendiente.
- Información nutrimental
- Contenido Neto.
- Instrucciones de uso.
- Conservación.
- Nombre del país y región de origen.

### 5.5.1 Puré de Aguacate

Figura 22. Propuesta de Etiqueta del Puré de Aguacate.

**Ingredientes:**  
Pulpa de Aguacate Hass, ácido cítrico y antioxidantes

# Avocadi

**Puré Natural de Aguacate listo para servirse.**

Se recomienda su uso en la elaboración de salsas, aderezos, sopas o como acompañamiento de sus platillos favoritos.

*Sin colesterol*

Contenido Neto: 500 g

Hecho en México

Información Nutricional	
Tamaño de Porción: 250 g	
Porciones por envase: 2	
Composición media por porción	
Contenido energético	2330 KJ 252.5 Kcal
Proteínas	1.9 g
Grasas	57.5 g
Carbohidratos	1 g
Fibra	8.25 g
Hierro	1500 µg

Ya no tendrá que preocuparse por que no sea temporada de aguacate. Disfrute un gran sabor para preparar y sazonar sus platillos favoritos. Déle a su familia todo el sabor y los nutrimentos que merece.

Elaborado y envasado por:  
Productos Avocadi S.A. de C.V.  
Epigmenio González No. 59  
Querétaro, QRO. C.P. 76150  
Bajo Licencia y Control de Calidad de  
Avocadi Products CO.

Caducidad: ENERO 2011  
Refrigérese después de abrir, guarde en un lugar seco y fresco.

0 123456 789010



## 5.5.2 Dulce de Aguacate

Figura 23. Propuesta de Etiqueta del Dulce de Aguacate.

**Ingredientes:**  
Pulpa de Aguacate Hass, pectina, sacarosa, ácido cítrico y antioxidantes

# Avocadí

**Dulce de Aguacate**

*Sin colesterol* Hecho en México

¡Deliciosas recetas al reverso de la etiqueta!

Contenido Neto: 110 g

**Dulce de Aguacate elaborado con Aguacate Hass de la más alta calidad proveniente de Michoacán, México.**

<b>Información Nutricional</b>	
Tamaño de Porción: 50 g	
Porciones por envase: 2.2	
<b>Composición media por porción</b>	
Contenido energético	2330 KJ
Proteínas	1.9 g
Grasas	19.5 g
Carbohidratos	27.15 g
Fibra	1.5 g
Hierro	300 µg

Elaborado y envasado por:  
Productos Avocadi S.A. de C.V.  
Epigmenio González No. 59  
Querétaro, QRO. C.P. 76150  
Bajo Licencia y Control de Calidad de  
Avocadi Products CO.

Caducidad: ENERO 2011

Refrigérese después de abrir, guarde en un lugar seco y fresco.

0 123456 789010

## **6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

Se logró elaborar un puré de aguacate, el cuál preserva las características organolépticas del fruto por mucho mas tiempo, aumenta la disponibilidad del aguacate a lo largo del año, facilita su transporte, almacenamiento y uso como ingrediente en diversos platillos.

La elaboración del puré de aguacate fue fundamental, ya que el producto final debía presentar una consistencia homogénea. Durante el proceso de elaboración fue importante la selección de la madurez del fruto, ya que al utilizar frutos inmaduros, no se formaba el puré adecuadamente debido a los trozos de fruta suspendidos. Se utilizaron aguacates maduros, porque el ablandamiento del fruto facilitaba la penetración de las cuchillas y se obtuvo puré de aguacate con las características requeridas.

Los factores de especial interés durante el desarrollo experimental fueron las características fisicoquímicas de la fruta así como la adición de aditivos. Fue necesario llevar a cabo diversas pruebas hasta elegir la formulación más adecuada, el criterio que se empleó para determinar la proporción de agua-fruto es el uso del puré. Se eligió la formulación que presentara una consistencia adecuada para preparar un platillo espeso como el guacamole.

El primer factor a considerar para la formulación estuvo relacionado con el deterioro enzimático característico del aguacate. Fue posible inhibir el oscurecimiento mediante la aplicación de tratamiento térmico entre 80 y 85°C

durante 15 minutos, también se adicionó ácido cítrico como conservador y una mezcla comercial de BHA y BHT como antioxidante para evitar el enranciamiento lipídico.

El procedimiento de preparación del puré de aguacate así como el tipo de materias primas empleadas fueron determinantes en la obtención del producto, el cuál cumple con las características físicas y sensoriales planteadas al inicio del proyecto. Se plantea envasar el puré en bolsas de PVC, ya que éste es impermeable al oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua.

En este trabajo, se incluye una propuesta de uso para el puré de aguacate y es la elaboración de un dulce de aguacate, tomando como base el puré formulado de aguacate.

Se utilizaron espesantes y edulcorantes para elaborar el dulce, en cuanto a concentración de azúcar; fue necesario preparar un jarabe de sacarosa el cual evitó la formación de cristales al facilitar la solubilidad de la sacarosa. Además este factor contribuyó a que el azúcar se distribuyera adecuadamente. También se determinó la cantidad de agua necesaria para la elaboración del producto, ya que en algunas pruebas se obtuvo una consistencia inadecuada, además de que no gelificó el producto.

Se hicieron pruebas para determinar el tiempo y la temperatura adecuada para llevar a cabo la integración de los ingredientes, así como la inhibición del oscurecimiento enzimático. En algunos casos el periodo de exposición al calor fue muy largo lo cuál provocó una consistencia inadecuada así como el sabor de "fruto

cocido”, mientras que un tratamiento térmico deficiente dio como resultado alteraciones en el color del producto terminado.

La cantidad de pectina necesaria para la gelificación del producto fue el factor más importante a considerar. Tomando en cuenta que el aguacate contiene este polisacárido presente en muy baja cantidad, se adicionó la pectina de alto metoxilo en las cantidades señaladas durante cada ensayo. Es importante mencionar que la cantidad de pectina adicionada es muy alta, lo que eleva el costo del producto.

La cocción permite el ablandamiento de los tejidos de la fruta a fin de hacerla capaz de absorber el azúcar, favorece la eliminación por evaporación del agua necesaria hasta alcanzar un contenido de sólidos solubles adecuado y además evitó el oscurecimiento enzimático por acción de la temperatura sobre la enzima. Debido a la oxidación lipídica que genera la cocción sobre el aceite presente en el aguacate, fue necesario incorporar el uso de antioxidantes adecuados. El antioxidante Antox 60 es una mezcla BHA y BHT (Butil hidroxitolueno y Butil-hidroxi-anisol) conocidos como E-320 y E-321 con los cuales se obtuvo un resultado positivo gracias a su actividad durante la cocción actuando sobre la fase oleosa del aguacate y evitando dicha oxidación.

Se realizó un análisis microbiológico al puré y al dulce de aguacate, para comprobar que cumplen con las especificaciones establecidas por norma<sup>1</sup> y garantizar su inocuidad.

---

<sup>1</sup> NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-111-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS EN ALIMENTOS.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-092-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.

## 7 CONCLUSIONES

Se elaboraron dos productos no convencionales a base de aguacate: Puré y Dulce de Aguacate, ambos presentan características atractivas al consumidor y cumplen con las especificaciones establecidas en las normas oficiales. Con este proyecto, se espera incentivar el consumo del aguacate procesado.

Se logró evitar el oscurecimiento enzimático mediante tratamiento térmico, se adicionó ácido cítrico como conservador y Antox 60, el cuál es un antioxidante que contiene BHA y BHT.

Las características finales del producto dependen de la materia prima en general, del proceso al que ésta sea sometida, del tiempo empleado en su procesamiento y de los aditivos empleados.

Para obtener la consistencia y textura deseadas en el dulce, se empleó pectina de alto metoxilo.

Se desarrolló un Dulce de Aguacate con características organolépticas muy agradables y se espera que sea del agrado del consumidor. Con el desarrollo de este producto se tendrá un mejor aprovechamiento de la producción de aguacate y mayor versatilidad para el consumo del alimento.

Se realizaron pruebas de nivel de agrado con consumidores de entre 17 y 69 años, que determinaron que los productos desarrollados son del agrado de ellos, lo que indica que los productos pueden lanzarse al mercado.

## 8 BIBLIOGRAFÍA.

1. APROAM (Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan Michoacán), **Producción de Aguacate**, 2008. [en línea, disponible en: <http://www.aproam.com/CULTIVO/produccion.htm>; Internet, accesado el 20 de agosto de 2008]
2. BARRIENTOS, A. y LÓPEZ, L. **Historia y genética del aguacate**, 1998. [en línea; disponible en: [http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX\\_1998/cictamex\\_1998\\_33-51.pdf](http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1998/cictamex_1998_33-51.pdf); Internet, accesado el 27 de agosto de 2008]
3. BERTLING, I. y BOWER, J. **Avocado sugars during early fruit development**, 2006
4. California Avocado Commission, **Aguacates de California: Una perspectiva Nutritiva para envejecer saludablemente**, 2004. [en línea, disponible en: <http://www.avocado.org/content/pdf/AvoNutricion.pdf>; Internet, accesado el 20 de agosto de 2008]
5. CENTENO, G., **Perfil de Mercado de Aguacate Convencional y orgánico**, Centro de Inteligencia sobre Mercados Sostenibles, 2004 [en línea, disponible en: [http://www.avocadosource.com/papers/Research\\_Articles/CentenoGabriela\\_2004.pdf](http://www.avocadosource.com/papers/Research_Articles/CentenoGabriela_2004.pdf); Internet; accesado el 20 de agosto de 2008]
6. DORANTES Lidia, PARADA Lidia y ORTIZ Alicia, **Post Harvest Compendium** FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2003.[en línea, disponible en: [http://www.fao.org/inpho/content/compend/text/ch30/ch30\\_02.htm](http://www.fao.org/inpho/content/compend/text/ch30/ch30_02.htm);
7. DORANTES, **Effect of anti-browning compounds on the quality of minimally processed avocados / Efecto de inhibidores del pardeamiento en la calidad de aguacates mínimamente procesados**, Food Science and Technology International, Vol. 4, No. 2, 107-113, 1998. [en línea, disponible

- en: <http://fst.sagepub.com/cgi/content/abstract/4/2/107>; Internet; accesado el 25 de agosto de 2008]
8. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), **Mapa de fisiografía del Edo. De Michoacán**, 2009. [en línea, disponible en: <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/mich/fisio.cfm?c=444&e=15>; Internet, accesado el 14 de abril de 2009]
  9. KADER, Adel y ARPAIA Mary Lu, Postharvest technology Research & Information Center, **Aguacate: Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha**, 2007. [en línea, disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Aguacate.shtml>; Internet; accesado el 20 de marzo de 2008).
  10. MORENO, Barbara, **Estudio Monográfico del Aguacate (Persea americana Mill.)**, Facultad de Química, UNAM, (2008).  
Internet, accesado el 21 de agosto de 2008]
  11. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 1980.
  12. ORTEGA TOVAR Miguel Ángel , **Valor Nutrimental De La Pulpa Fresca De Aguacate Hass** Actas V Congreso Mundial del Aguacate. Secretaria de Desarrollo Agropecuario del Estado de Michoacán. México. 2003. 741-748.
  13. PÉREZ ROSALES R., VILLANUEVA RODRÍGUEZ S. COSÍO RAMÍREZ R. **Avocado oil and its nutritional properties**, 2005. [en línea, disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000310.pdf>; Internet,
  14. RANGEL Marrón, M., **Liofilización de aguacate**. Tesis Profesional. Escuela de Ingeniería. Universidad de Las Américas, Puebla México. [en línea, disponible en:
  15. ([http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mca/rangel\\_m\\_m/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mca/rangel_m_m/capitulo3.pdf); Internet, accesado el 20 de agosto de 2008).
  16. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación), **Normas de Aguacate**, 2007. [en línea, disponible en: ; Internet; accesado el 14 de abril de 2009]

17. SALAZAR GARCÍA, Samuel, ZAMORA CUEVAS, Luis y VEGA LÓPEZ, Ricardo, **Actualización sobre la Industria del Aguacate en Michoacán, México**, California Avocado Society 2004-05 Yearbook 87:45-54. [en línea, disponible SIAP (Servicio de Información en:
18. [http://www.avocadosource.com/CAS\\_Yearbooks/CAS\\_87\\_2004-2005/CAS\\_2004-05\\_V87\\_PG\\_045-054.pdf](http://www.avocadosource.com/CAS_Yearbooks/CAS_87_2004-2005/CAS_2004-05_V87_PG_045-054.pdf); Internet; accesado el 15 de agosto de 2008]
19. SÁNCHEZ COLÍN, Salvador, et al., **Historia del aguacate en México**, Memoria Fundación Salvador Sánchez Colin CICTAMEX (Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México S.C. Coatepec Harinas, México, 1998-2001. [en línea, disponible en: [http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX\\_1998-2001/CICTAMEX\\_1998-2001\\_PG\\_171-187.pdf](http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1998-2001/CICTAMEX_1998-2001_PG_171-187.pdf); Internet, accesado el 20 de agosto de 2008]
20. SENSER y SHERZ, **Tablas de Composición de Alimentos**, (España, Acrabia, 1991)
21. Agroalimentaria y Pesquera) **Anuario estadístico**, 2008. [en línea, disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>; Internet; accesado el 25 de agosto de 2008]



## **ANEXOS.**

1. CUESTIONARIOS DE PRUEBA SENSORIAL.
  - A) PURÉ DE AGUACATE.
  - B) DULCE DE AGUACATE.
2. COMPOSICIÓN Y ELABORACIÓN DE MEDIOS
  - A) PARA CUENTA EN PLACA MESÓFILOS AEROBIOS.
  - B) PARA CUENTA EN PLACA PARA HONGOS Y LEVADURAS

## ANEXO 1



Hoja de respuestas:

### PRUEBA SENSORIAL ESCALA HEDÓNICA Y ESTRUCTURADA NIVEL DE AGRADO PRODUCTO: PURE DE AGUACATE



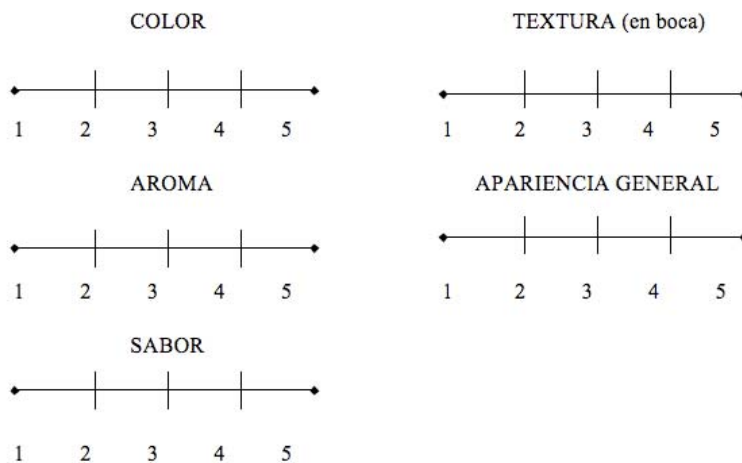
NOMBRE: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_ años

1. Pruebe la muestra e indique con una X sobre la escala su nivel de agrado.
2. Indique con una X, sobre cada escala numérica, que tanto le agrado la característica que se le indica, tomando 1 como la menor calificación y 5 como la máxima.
3. Conteste la pregunta a su derecha y si gusta haga algún comentario. Gracias.

#### Parte 1

Gusta muchísimo \_\_\_\_\_  
Gusta mucho \_\_\_\_\_  
Moderadamente \_\_\_\_\_  
Disgusta mucho \_\_\_\_\_  
Disgusta muchísimo \_\_\_\_\_

#### Parte 2



#### Parte 3

¿Consume Aguacate Freso o Procesado? \_\_\_\_\_

En caso negativo, indique la razón.

COMENTARIOS



Hoja de respuestas:

PRUEBA SENSORIAL  
ESCALA HEDÓNICA Y ESTRUCTURADA NIVEL DE AGRADO  
PRODUCTO: DULCE DE AGUACATE



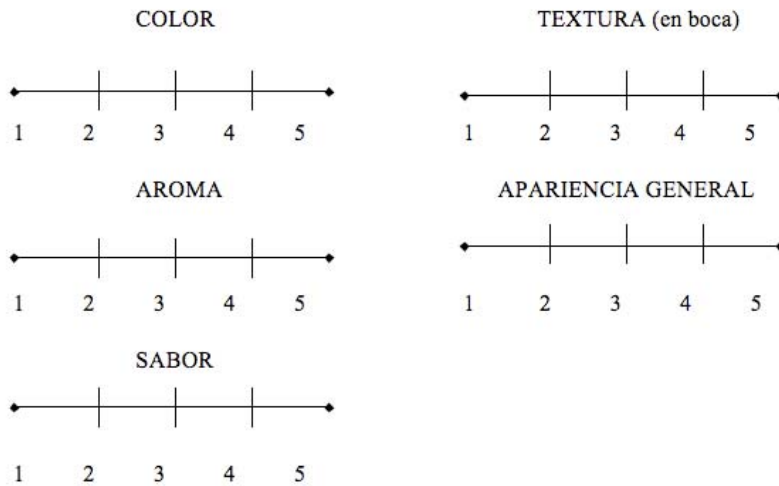
NOMBRE: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ años

1. Pruebe la muestra e indique con una X sobre la escala su nivel de agrado.
2. Indique con una X, sobre cada escala numérica, que tanto le agrado la característica que se le indica, tomando 1 como la menor calificación y 5 como la máxima.
3. Conteste la pregunta a su derecha y si gusta haga algún comentario. Gracias.

**Parte 1**

- Gusta muchísimo \_\_\_\_\_
- Gusta mucho \_\_\_\_\_
- Moderadamente \_\_\_\_\_
- Disgusta mucho \_\_\_\_\_
- Disgusta muchísimo \_\_\_\_\_

**Parte 2**



**Parte 3**

¿Consumo Aguacate Freso o Procesado? \_\_\_\_\_

En caso negativo, indique la razón.

COMENTARIOS

## ANEXO 2

### CUENTA EN PLACA MESÓFILOS AEROBIOS

Preparación de Medios

Solución Salina 0.085 %

Composición:

Agua Destilada	200 mL
NaCl	1.7 g

Disolver el Cloruro de sodio en un matraz con 50 mL de agua destilada, posteriormente aforar **hasta** completar el volumen y homogenizar.

Repartir la solución a razón de 9 ml en 6 tubos de 160 x 16 milímetros.

Condiciones de Esterilización: 115° C, 30 minutos.

#### Agar Plate Count Merck KGaA

Este medio es favorable al crecimiento de Mesófilos aerobios.

Composición:

Peptona de caseína	50 g/L
Extracto de levadura	2.5 g/L
D(+) Glucosa	2.5 g/L
Agar Agar	14.0 g/L

pH 7.0 0.2 a 25 C

Disolver el medio en un matraz Erlenmeyer de 500 mL con agua destilada, calentando y agitando el medio suavemente.

Condiciones de Esterilización: 115° C, 30 minutos.

Repartir en partes iguales sobre 12 cajas Petri de plástico y enfriar.

## CUENTA EN PLACA PARA HONGOS Y LEVADURAS

Preparación de Medios

Solución Salina 0.085 %

Composición:

Agua Destilada	200 mL
NaCl	1.7 g

Disolver el Cloruro de Sodio en un matraz con 50 mL de agua destilada, posteriormente, aforar hasta completar el volumen y homogenizar.

Repartir la solución a razón de 9 mL en 6 tubos de 160 x 16 milímetros.

Condiciones de Esterilización: 115° C durante 30 minutos.

Agar Dextrosa Sabouraud Becton Dickinson de Mexico SA de CV

Este medio es favorable al crecimiento de Hongos y Levaduras.

Composición:

Agar	15.0 g
Dextrosa	40.0 g
Peptona	5.0 g
Peptona de caseína	5.0 g

pH 5.6 0.2 a 25° C

Disolver el medio en un matraz Erlenmeyer de 500 mL con agua destilada.

Calentar y agitar suavemente.

Condiciones de Esterilización: 115° C durante 30 minutos.

Repartir el medio en partes iguales sobre 12 cajas Petri de plástico y enfriar.