



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

---

---

**Elaboración de una fritura deshidratada con frutos  
de chayote**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERA AGRÍCOLA**

**P R E S E N T A:**

**ARIADNA GUADALUPE RAZO VARGAS**

**ASESOR: Dr. GUSTAVO MERCADO MANCERA**

**COASESOR: M.C. VICTOR MANUEL CISNEROS SOLANO**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2017**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, autoriza a la alumna:  
**ARIADNA GUADALUPE RAZO VARGAS**

Con número de cuenta: **30815120-8** a presentar La Tesis:

**Elaboración de una fritura deshidratada con frutos de chayote.**

Bajo la asesoría del: **Dr. Gustavo Mercado Mancera**  
Para obtener el título de: **Ingeniera Agrícola**

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA Y FECHA
<b>PRESIDENTE</b>	Ing. Gustavo Ramírez Ballesteros	25/11/17
<b>VOCAL</b>	Ing. Arturo L. Ortiz Comejo	31/10/2017
<b>SECRETARIO</b>	Dr. Gustavo Mercado Mancera	25/11/2017
<b>1er SUPLENTE</b>	M.E. Rogelio M. Sánchez Arrastio	26/11/17
<b>2do SUPLENTE</b>	M.C. Juan Roberto Guerrero Agama	30/11/17

Atentamente notificamos su participación en la revisión y evaluación del trabajo para que en un plazo no mayor a 30 días hábiles emita su VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"**

Cuautitlán Izcalli, México, 01 de diciembre de 2016.

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE  
**I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA**  
EXÁMENES PROFESIONALES  
**JEFA DEL DEPARTAMENTO**

NOTA: Los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

En caso de que algún miembro del jurado no pueda asistir al examen profesional deberá dar aviso por anticipado al departamento.

(Art 127 REP)

LMCF/ntm\*

## ***DEDICATORIA***

***A mis papás: Hugo Razo Juárez y Yolanda Vargas Cortés.***

**A mi papá le agradezco por tener siempre tiempo para mí y apoyarme en todos mis proyectos, por su ingenio para crear cosas y la ayuda para realizarlas cuando lo necesité, por los desvelos que le ocasioné muchas veces para llevarme a la escuela, pero sobre todo por preocuparse siempre por mí.**

**A mi mamá agradezco por el apoyo y el tiempo brindado, por consentirme siempre con todo lo que necesité y por enseñarme el valor de las cosas y del trabajo.**

**A ambos doy gracias por todo el esfuerzo y el trabajo que dedicaron cada día para apoyar mi educación y procurar que nunca me faltara nada. Porque gracias a ustedes pude terminar una carrera universitaria e hicieron de mí una persona disciplinada. Gracias por todo.**

***A Julio Cesar: Mi compañero de sueños.***

**Por todo el cariño, apoyo y compañía incondicional.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la UNAM por darme la oportunidad de estudiar la carrera más bonita que pueda existir:  
Ingeniería Agrícola.**

**Al Dr. Gustavo Mercado Mancera por su asesoría, paciencia y todo el apoyo brindado para la  
realización de este trabajo.**

**Al M.C. Víctor Manuel Cisneros Solano por la disponibilidad, confianza y apoyo ofrecido en el  
CRUO para la realización de este proyecto.**

**A mis sinodales: Ing. Gustavo Ramírez Ballesteros, Ing. Arturo Ortiz Cornejo, M.C. Roberto  
Guerrero Agama y M.E. Rogelio Sánchez, por todas sus observaciones en el presente trabajo.**

**A la Maestra Minerva Chávez Germán por enseñarme la técnica de deshidratación y  
facilitarme la disposición del equipo de laboratorio de postcosecha de la FESC.**

**Al señor Enrique, encargado del laboratorio de química del CRUO, por toda la ayuda que me  
proporcionó y animarme a seguir con este proyecto.**

**A Dalia por su amistad y a la familia Reyes Landa por su hospitalidad al recibirme en su hogar  
durante mi estancia en Veracruz.**

**A todos mis amigos y conocidos que le dieron el visto bueno a las *chayochips* animándome a  
seguir con éste proyecto, principalmente a Pablo por crear el logo del empaque y a Angel por  
sus ánimos y buena vibra.**

**A mis profesores de la carrera, amigos y compañeros de la generación 36.**

**A mis *coachs* Nara Medina y Salvador Lorrabaquio por demostrarme lo fuerte que puedo  
llegar a ser.**

**A mi prima Carmen por su apoyo durante tantos años y por ser como una hermana para mí.**

**A la Ing. Minerva León por compartir sus conocimientos conmigo durante mi servicio social, y  
a los Ingenieros José García y Roberto Murillo por su confianza y darme la oportunidad de  
desarrollarme profesionalmente.**

**A todas las personas que tuve la oportunidad de conocer durante las prácticas de campo:  
productores, trabajadores, ingenieros, investigadores y familias que contribuyeron con un  
granito de arena en mi formación profesional.**

## CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>I</i>
ÍNDICE DE TABLAS	<i>Ii</i>
RESUMEN	<i>Iii</i>
<b>I.    INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1    Objetivo general	3
1.1.1.  Objetivos particulares	3
1.2.    Hipótesis	3
<b>II.   ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
2.1.    Importancia del cultivo de chayote en México	4
2.1.1.  Biodiversidad de chayote	4
2.1.2.  Importancia alimenticia	6
2.1.3.  Importancia nutrimental	6
2.1.3.1.  El chayote como fuente de fibra dietética	7
2.1.4.  Importancia económica	8
2.1.5.  Importancia de la producción de chayote en Veracruz	11
2.1.6.  Canales de comercialización del chayote	12
2.1.7.  Oportunidad de mercado	13
2.2.    Deshidratación en hortalizas	14
2.2.1.  Proceso de deshidratación por aire caliente	15
2.2.2.  Tiempo y temperatura	16
2.2.3.  Equipos de deshidratación	18
2.2.3.1.  Deshidratadores de bandejas o de armario	19
2.2.4.  Deshidratación solar	19
2.2.5.  Pre-deshidratado de los alimentos	20
2.2.5.1.  Escaldado	20
2.2.5.1.1.  Escaldado con agua	21

	Página
2.2.6. Pruebas de secado	21
2.2.7. Post-deshidratado	21
2.2.7.1. Textura	22
2.2.7.2. Color	22
2.2.7.3. Aroma y Sabor	23
2.2.7.4. Valor nutritivo	23
2.2.8. Selección y empaque	23
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>25</b>
3.1. Metodología	25
3.1.1. Tratamientos	26
3.1.2. Variables evaluadas	26
3.1.3. Análisis estadístico de los datos	27
3.2. Materiales	28
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>29</b>
4.1. Tiempo de deshidratado y rendimiento de cada tipo de chayote	29
4.2. Calidad nutricional de las rodajas deshidratadas	33
4.3. Aceptación del producto deshidratado de chayote	36
4.4. Relación costo beneficio del producto deshidratado vs producto en fresco	40
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>42</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>43</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
<b>Figura 1.</b>	Clasificación general de los distintos tipos de chayote (Avendaño <i>et al.</i> , 2010).	6
<b>Figura 2.</b>	Principales entidades productoras de chayote verde liso (SIAP, 2015).	9
<b>Figura 3.</b>	Cadena de comercialización de chayote en Veracruz.	13
<b>Figura 4.</b>	Deshidratadores de armario (eléctrico y solar).	19
<b>Figura 5.</b>	Rendimiento de los cuatro tipos varietales de chayote, a cuatro temperaturas diferentes, por 8 horas de deshidratado.	30
<b>Figura 6.</b>	Rendimiento de los cuatro tipos varietales de chayote, a dos temperaturas diferentes, por 21 horas de deshidratado.	30
<b>Figura 7.</b>	Rodajas deshidratadas de los cuatro tipos varietales de chayote.	33
<b>Figura 8.</b>	Presentación del producto degustado.	37
<b>Figura 9.</b>	Aceptación de las muestras degustadas.	37
<b>Figura 10.</b>	Preferencia de sabor del producto.	38
<b>Figura 11.</b>	Precio de venta del producto.	38
<b>Figura 12.</b>	Preferencia del producto <i>vs</i> una fritura convencional.	39
<b>Figura 13.</b>	Prioridad de la gente al comprar una fritura.	40
<b>Figura 14.</b>	Presentación para comercializar el producto deshidratado <i>vs</i> el producto fresco.	43



## ÍNDICE DE TABLAS

		Página
<b>Tabla 1.</b>	Características de cuatro diferentes tipos de chayote (Avendaño <i>et al.</i> , 2010).	5
<b>Tabla 2.</b>	Análisis proximal del fruto fresco de cuatro tipos varietales de chayote (Cadena y Arévalo, 2011).	7
<b>Tabla 3.</b>	Producción nacional y estatal de chayote (SIAP, 2015).	10
<b>Tabla 4.</b>	Localidades y épocas de producción de chayote en Veracruz (ITESM, 2012).	11
<b>Tabla 5.</b>	Producción municipal de chayote en el estado de Veracruz (SIAP, 2015).	12
<b>Tabla 6.</b>	Datos del proceso de deshidratado, a diferentes temperaturas y horas de deshidratado.	31
<b>Tabla 7.</b>	ANDEVA, rendimiento de cada tipo varietal de chayote.	32
<b>Tabla 8.</b>	ANDEVA, pérdida de humedad de cada tipo varietal de chayote.	32
<b>Tabla 9.</b>	Análisis proximal de cuatro tipos varietales de chayote deshidratado.	34
<b>Tabla 10.</b>	ANDEVA, contenido de cenizas para cada tipo varietal de chayote.	34
<b>Tabla 11.</b>	ANDEVA, contenido de proteína para cada tipo varietal de chayote.	34
<b>Tabla 12.</b>	ANDEVA, contenido de fibra para cada tipo varietal de chayote.	35
<b>Tabla 13.</b>	ANDEVA, contenido de E.L.N para cada tipo varietal de chayote.	35
<b>Tabla 14.</b>	Aporte energético para una porción de 30 gramos (kcal).	36
<b>Tabla 15.</b>	Costos de producción de chayote fresco (Elaboración propia, 2016).	40
<b>Tabla 16.</b>	Costos de producción para 1 kg de chayote deshidratado (Elaboración personal, 2016).	41
<b>Tabla 17.</b>	Relación Costo/Beneficio del producto fresco vs producto deshidratado.	41

## RESUMEN

En la región de las altas montañas de Veracruz se concentra la mayor producción de chayote del país. Sin embargo, la variedad comercial cultivada principalmente es del tipo verde liso, lo que ocasiona una erosión genética en los diferentes tipos silvestres de la zona. La sobreproducción de ésta hortaliza y su comercialización como producto fresco, origina que a los productores se lo paguen a un precio muy bajo debido al intermediarismo. El objetivo de este trabajo fue elaborar una botana deshidratada a base de frutos de chayote, a semejanza de una fritura, como una alternativa económica para la comercialización de este cultivo en la zona de Huatusco, Veracruz; se utilizaron cuatro tipos varietales (Verde Liso, Caldero, Cambray y Negro Xalapa). Los parámetros evaluados fueron: El proceso óptimo de deshidratación (tiempo, temperatura y rendimiento); calidad bromatológica (extracto etéreo (EE), cenizas (C), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y aporte energético (Kcal); aceptación del producto (preferencia de sabor, precio de venta y mercado potencial) y la relación costo beneficio (del producto deshidratado vs producto en fresco). Se realizó un modelo completamente al azar, para establecer si existieron diferencias estadísticas significativas en el parámetro del proceso de deshidratación y del análisis bromatológico entre los cuatro tipos varietales. Se observó que en promedio durante el proceso se pierde el 96% de humedad, obteniendo de 1 kg de chayote fresco 29.8 gramos de producto deshidratado, el tiempo y temperatura adecuada fueron 8 horas y 60°C, respectivamente. El valor nutricional del producto fue similar en los cuatro tipos varietales excepto de PC y ELN donde Verde Liso tuvo mayor concentración. Los porcentajes promedio de C, PC, EE, FC y ELN fueron de 8.5, 12.6, 0.1, 49.1 y 17.6, respectivamente y el aporte energético promedio fue de 41.8 kcal. El producto fue del agrado del 96 % de las personas que lo degustaron, y el precio de venta establecido para una presentación de 30 gramos fue de \$20.00, lo que genera una relación C/B de 300 % más de utilidad comparada con el producto convencional. La elaboración de botanas deshidratadas de chayote es una alternativa saludable y muy rentable.

## I. INTRODUCCIÓN

El chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) es una cucurbitácea originaria de México y con una importancia relevante en la gastronomía de nuestro país, debido a la gran combinación de platillos que se elaboran con este producto (Reyes, 2012).

México es el principal país productor y exportador de esta hortaliza, siendo Veracruz la entidad que genera la mayor producción (SIAP, 2015). La zona productora de chayote se encuentra en la sub-región del estado conocida como “La Región de las montañas” donde Coscomatepec es el municipio que origina la mayor producción con 38,425.00 toneladas anualmente (SIAP, 2015), sin embargo, cabe mencionar, que los municipios pertenecientes a la zona chayotera presentan de acuerdo al censo del 2010 un índice de marginación de medio a alto. (SEFIPLAN, 2016).

Como producto en fresco, el chayote ha tenido un incremento sustancial en el consumo interno. Hoy día se comercializa en toda la República Mexicana, aunque desde hace muchos años ha existido un gran problema, desde que la producción del cultivo empezó a trascender fuera de los traspatios: la comercialización (Reyes, 2012).

La falta de organización en algunos productores de la región ocasiona que la comercialización a base de intermediarios normalmente genere un mal pago por el producto, así mismo la sobreproducción de chayote que en ocasiones se llega a presentar, origina que los productores no vendan su cosecha a falta de un mercado o un buen precio en él (Cisneros, 2003).

Bardomiano *et al.* (2009), señalaron que no se conocía en la industria algún interés en el uso de subproductos o presentaciones industrializadas de chayote, y que sin embargo, no descartaban su pronta incorporación a la gama de los dietéticos en virtud de las características de este vegetal, y eso es algo que ya está pasando, pues en la actualidad las personas han ido concientizándose más por el cuidado de su alimentación, poniendo más atención en su dieta y en los alimentos que ingieren (El economista, 2015) siendo el mercado de “Salud y Bienestar” una buena opción para comercializar los subproductos de chayote.

La alternativa para comercializar el chayote en este proyecto se basa en la deshidratación del producto con una presentación de botana para la búsqueda de un nuevo mercado, si bien no existe

mucha información al respecto, si se han encontrado fuentes que puedan respaldar el trabajo. Por ejemplo, en 2011 alumnos del IPN desarrollaron una golosina baja en grasas a base de hortalizas, dentro de las que destacaba el chayote, explicaron que tiene un elevado contenido de potasio y zinc y que contiene siete de los nueve aminoácidos esenciales para el cuerpo humano. Asimismo en junio de este año, en una prueba piloto del presente proyecto se deshidrataron con éxito 6 variedades del banco de germoplasma de chayote, generando así también una opción para potencializar el uso de distintas variedades y promover la diversidad de este cultivo. Además al ser una botana deshidratada, se añaden más ventajas, pues se concentran sus valores nutrimentales y se ofrece un producto libre de grasas saturadas y otros aditivos como el de las frituras comunes (Cadena y Arévalo, 2011).

Aunque formalmente el término fritura se refiere al producto obtenido de un proceso de freído del alimento en aceite, en éste proyecto se utilizó el término “fritura” para referirse al producto de consistencia crujiente obtenido después de la deshidratación, debido a la relación que tienen las personas con éste término para referirse a las botanas crujientes, sin embargo, en este proyecto el producto deshidratado nunca tuvo contacto con aceite para su elaboración.

Por tal motivo, se plantearon los siguientes objetivos.

## 1.1. Objetivo general

- Elaborar una botana deshidratada a base de frutos de chayote, como una alternativa económica para la comercialización de este cultivo en la zona de Huatusco, Veracruz.

### 1.1.1. Objetivos particulares

- Realizar el deshidratado de cuatro tipos de chayote obtenidos en la zona de Huatusco, Veracruz.
- Evaluar la calidad bromatológica del producto deshidratado de chayote.
- Determinar la relación Costo-Beneficio de la producción de la botana deshidratada y compararla con la comercialización del producto en fresco en la región de Huatusco.
- Efectuar el estudio de mercado potencial para la comercialización de la botana de chayote deshidratado.

## 1.2. Hipótesis

- ❖ Ht: Generar valor agregado al cultivo de chayote ofrece mejoras económicas a los productores, y permite fomentar la diversidad de variedades de este cultivo a través de una nueva forma de consumo.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1. Importancia del cultivo de chayote en México





#### 2.1.1. Biodiversidad de chayote

El chayote (*Sechium edule*) es una cucurbitácea cuyo nombre deriva de una modificación del náhuatl “huitz” y “ayotl”, que significa “calabaza con espinas”. En México este cultivo presenta una amplia diversidad biológica y los frutos pueden presentar espinas o ser lisos, así mismo la coloración del fruto varía del color crema hasta el verde oscuro según el tipo varietal, y su forma puede ser aperada, redonda, ovoide o alargada (Avendaño *et al.*, 2010). Ésta diversidad ha ocasionado que sea ampliamente reconocido y aceptado para la comida regional de pueblos de México y Centro América de donde es originario y altamente utilizado ya que se puede combinar en numerosos guisados (Reyes, 2012). A pesar de esto, en la actualidad el consumo de los distintos tipos de chayote, como el tipo Negro Xalapa, Caldero y Cambray, sólo es a nivel regional en las zonas donde crece de manera silvestre, ya que la variedad comercial aceptada en la población es *virens levis*, conocida mejor como chayote verde liso.

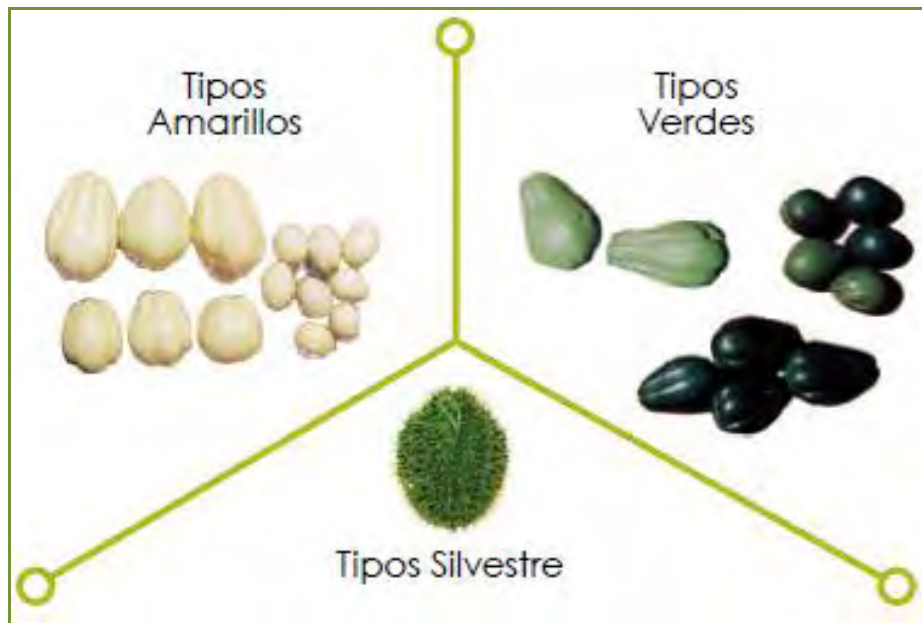
Pocas especies cultivadas despliegan la gran diversidad de formas, tamaños, ornamentación, armadura, indumento y colores como la que se encuentra en los frutos del chayote. Sin embargo, esta diversidad ha dificultado la definición de cultivares, por lo que al hacerse referencia a los diferentes tipos de chayote más bien se habla de razas o variantes locales (COVECA, 2010).

*S. edule* presenta una amplia gama de tipos biológicos, de los cuales Verde espinoso, Negro Xalapa, Cambray y Verde liso son los que se cultivan en mayor escala (Tabla 1) (Avendaño *et al.*, 2010).

**Tabla 1. Características de cuatro diferentes tipos de chayote (Avendaño *et al.*, 2010).**

Tipo varietal	Características
<b>Var. <i>albus dulcis</i></b> <b>(Cambray)</b>	Fruto piriforme Amarillo crema (pantone 1205c), de 8. A 15.3 cm de longitud, de 4.8 a 8.8 cm de ancho, y de 3.8 a 7.3 cm de grosor; glabro, con cinco costillas no muy marcadas y hendidura basal no muy profunda. Pedúnculo glabro verde claro con estríado verde amarillo. Mesocarpio de color blanco crema, de sabor medianamente dulce (7.2 ° Bx), con presencia de fibra medianamente adherida al mesocarpio.
	
<b>Var. <i>nigrum xalapensis</i></b> <b>(Negro Xalapa)</b>	Fruto piriforme verde oscuro (pantone 373, 574c, 575c y 5605c), de 5.5 a 26.6 cm de longitud, de 4.4 a 18 cm de ancho y de 4.0 a 10.7 cm de grosor. Presencia de cinco costillas no muy marcadas y hendidura basal muy marcada. Pedúnculo medianamente pubescente.
	
<b>var. <i>nigrum máxima</i></b> <b>(Caldero)</b>	Fruto piriforme verde claro (pantone 373c y 7492c), de 12.1 a 33.7 cm con un promedio de 19.99 cm de longitud, de 8.1 a 11.3 cm de ancho y de 6.3 a 8.8 cm de grosor. Totalmente glabro con presencia de cinco costillas y hendidura basal muy notorias. Pedúnculo verde claro de baja pubescencia, mesocarpio verde muy claro de sabor neutro con fibra medianamente adherida al mesocarpio.
	
<b>var. <i>Virens levis</i></b> <b>(Verde liso)</b>	El tamaño del fruto va de 9.30 a 18.3 cm de longitud, de 6.0 a 11.40 cm de ancho, y de 5.40 a 9.60 cm de grosor; de forma piriforme verde claro (pantone 373c), con cinco costillas no muy marcadas, hendidura basal no muy profunda. Pedúnculo verde claro con muy baja pubescencia. Mesocarpio verde claro con sabor neutro y fibra medianamente adherida al mesocarpio.
	

La cultura popular de la región central de Veracruz, ha clasificado a los chayotes cultivados en tres grandes grupos: blancos, verdes y espinosos (Figura 1) haciendo hincapié en que los dos primeros generalmente son lisos (Cadena *et al.*, 2014).



**Figura 1. Clasificación general de los distintos tipos de chayote (Avendaño *et al.*, 2010).**

### 2.1.2. Importancia alimenticia

Principalmente el género *Sechium* ha basado su importancia alimentaria en las especies *Sechium edule* y *Sechium tacaco*, los frutos de ambas especies y la raíz de la primera (conocida regionalmente como "chayotextle"), formaron parte de la dieta de las culturas precolombinas. En la actualidad el uso principal de la planta de chayote es el fruto, que es consumido en fresco como hortaliza (Avendaño *et al.*, 2010).

Su consumo en general, es hervido o agregándolo a diferentes guisos, aunque también se come crudo, frío o asado a semejanza de las papas. Aunque los frutos, por su suavidad, se pueden utilizar para hacer jugos, salsas, pastas, mermeladas y otros dulces, así como frutos deshidratados que pueden usarse como verdura después de cierto tiempo (SINAREFI 2015).

### 2.1.3. Importancia nutrimental

Aunque el chayote no se caracteriza por su valor energético, se le considera un alimento completo ya que en general además de agua, contiene carbohidratos, proteínas, calcio, fósforo, hierro, vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico y tiene siete de los nueve aminoácidos esenciales



(lisina, leucina, metionina, fenilalanina, valina, isoleucina e histidina) además de sólidos solubles como azúcares, almidón, pectonas, polifenoles, flavonoides y cucurbitacinas, a los cuales se les atribuye actividad anti-alérgica, anti-inflamatoria, antiviral y efectos antitumorales (Cadena y Arévalo, 2011).

Su consumo puede ser una opción para las personas que necesitan regular su dieta, padecen de diabetes, hipertensión o tienen alto el colesterol sanguíneo.

Debido a su gran porcentaje de humedad el chayote tampoco se caracteriza por su riqueza en minerales y vitaminas, sin embargo, al reducir el contenido de agua en el fruto, los valores nutrimentales se concentran (Tabla 2), volviendo así al chayote un producto más nutritivo.

**Tabla 2. Análisis proximal del fruto fresco de cuatro tipos varietales de chayote (Cadena y Arévalo, 2011).**

<b>Componente</b>	<b>Negro Xalapa</b>	<b>Caldero</b>	<b>Verde Liso</b>	<b>Cambray</b>
Humedad	94.70	93.51	94.00	86.67
Cenizas	0.38	0.44	0.39	0.62
Proteína (Nx6.25)	0.80	0.74	0.70	1.29
Grasa Cruda	0.03	0.04	0.04	0.10
Fibra cruda	0.61	0.83	0.81	1.53
Carbohidratos asimilables	3.43	4.43	4.06	9.78

#### 2.1.3.1. El chayote como fuente de fibra dietética

Hoy en día se reconoce a la fibra, como un elemento importante para tener una nutrición sana, siendo las hortalizas una fuente importante, ya que aportan una gran cantidad de fibra, la cual es esencial para el buen funcionamiento del organismo.

Se entiende como fibra dietética al conjunto de componentes de la dieta de origen vegetal, que son resistentes a las enzimas digestivas del hombre y químicamente estaría representado por la suma de los polisacáridos que no son almidones ni lignina.

Forman parte de la fibra dietética convencional componentes estructurales de la pared de las células vegetales: celulosa, hemicelulosa, sustancias pécticas y lignina, y no estructurales, como gomas, mucílagos, polisacáridos de algas y celulosa modificada. Se puede clasificar a la fibra de acuerdo a su solubilidad en agua como: fibra insoluble a la constituida por celulosa, gran parte de las hemicelulosas y lignina, y fibra soluble la que es formada por pectinas, gomas, mucílagos, ciertas hemicelulosas, polisacáridos de algas y celulosa modificada (FAO, 2010).

Las fibras solubles en contacto con el agua forman un retículo donde queda atrapada, originando soluciones de gran viscosidad, esto surte efecto sobre el metabolismo lipídico, hidrocarbonado y en parte su potencial anticancerígeno.

Las fibras insolubles son capaces de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal. Es la base para utilizar la fibra insoluble en el tratamiento y prevención de la constipación crónica. Por otra parte, también contribuye a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales cancerígenos con la mucosa del colon (Escudero y González, 2006).

El contenido de fibra dietética de la pulpa y la corteza del chayote deshidratado hacen que se considere como un buen recurso de ésta, principalmente como fuente de fibra insoluble por su alta proporción de 85 % a 95 % (Mejía *et al.*, 2014).

#### 2.1.4. Importancia económica

En México, el chayote forma parte de las hortalizas de la canasta básica y se ha estimado que el consumo per cápita es de 4.35 kg (Gómez *et al.*, 2006). Asimismo, el país ocupa el primer lugar en producción y exportación de chayote verde liso a nivel mundial con el 53 % del mercado (Cadena y Arévalo, 2011), siendo Costa Rica su mayor competidor. Aunque existen otros países productores importantes como Guatemala, Brasil, Puerto Rico y la India, éstos destinan la mayoría de su producción para autoconsumo (Cadena y Arévalo, 2011).

La preferencia en los mercados de Norteamérica, como producto procedente de México lo ubica en la cuarta posición después del aguacate, jitomate y café, mientras que para Veracruz ha representado el cuarto cultivo en importancia económica después del café, la lima persa y la piña (Cadena y Arévalo, 2011).

En la República Mexicana (Figura 2), la producción importante se agrupa en los estados de Veracruz, Michoacán, Jalisco, San Luis Potosí y México (SIAP, 2015).



**Figura 2. Principales entidades productoras de chayote verde liso (SIAP, 2015).**

A nivel nacional Veracruz es el primer productor de chayote, tan solo en el año 2013 se produjeron en la entidad 133,803 toneladas, lo que representa poco más del 80 % de la producción nacional (Tabla 3).

Así mismo, Veracruz es la única entidad en la República Mexicana que cultiva chayote para mercado nacional y de exportación todo el año gracias a la adaptación de la especie a las condiciones agroclimáticas regionales (ITESM, 2012).

**Tabla 3. Producción nacional y estatal de chayote (SIAP, 2015).**

Ubicación	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Producción (T)	Rendimiento (T ha <sup>-1</sup> )	PMR (\$ T <sup>-1</sup> )	Valor Producción (Miles de Pesos)
Veracruz	1,976	1,976	133,803	67.71	2,704.94	361,929.11
Michoacán	250	250	19,633.33	78.53	2,322.88	45,605.83
Jalisco	165	165	7,808.36	47.32	3,960.59	30,925.68
San Luis Potosí	65	65	1,560.00	24	2,461.54	3,840.00
México	51	51	969	19	5,053.92	4,897.25
Puebla	35.5	35.5	70.89	2	3,386.46	240.07
Yucatán	9.84	9.84	239.18	24.31	3,937.51	941.77
Guanajuato	5	5	54.5	10.9	2,540.00	138.43
Tabasco	5	5	52.92	10.58	2,642.18	139.82
Nayarit	1.5	1.5	6.45	4.3	1,889.53	12.19
<b>TOTAL</b>	<b>2,563.84</b>	<b>2,563.84</b>	<b>164,197.63</b>	<b>64.04</b>	<b>2,732.50</b>	<b>448,670.16</b>

Nota: T = Tonelada. Ha=hectárea.

En el caso del chayote espinoso se han identificado áreas de cultivo en los estados de Veracruz, Michoacán, Puebla y México. En lo que concierne al tipo negro Xalapa, existen dos áreas importantes de cultivo, una en Ixtapa, Chiapas y otra en Tuzamapa, Veracruz, cuya producción se destina únicamente al mercado local (Cadena y Arévalo, 2011). Asimismo se han encontrado en los mercados locales de Veracruz venta de chayotes del tipo Cambray, los cuales también se han encontrado a la venta en la ciudad de México con un precio más elevado que el chayote Verde Liso. Sin embargo, para estos tipos de chayotes regionales se desconoce su valor de producción.

### 2.1.5. Importancia de la producción de chayote en Veracruz

El estado de Veracruz tiene producción todo el año, ya que ha ampliado el corredor del cultivo a tres regiones agroclimáticas (Tabla 4).

**Tabla 4. Localidades y épocas de producción de chayote en Veracruz (ITESM, 2012).**

LOCALIDAD	PERIODO DE SIEMBRA	PERIODO DE COSECHA	DURACIÓN (MESES)
Región de Coscomatepec:			
Coscomatepec	Dic – Ene	Junio – Dic – Ene*	7-8
Candelaria, la Troje	Dic – Ene	Junio – Dic – Ene*	7-8
Chocamán	Dic – Ene	Junio – Dic – Ene*	7-8
Ixhuatlán	Dic – Ene	Junio – Dic – Ene*	7-8
Alpatláhuac	Dic – Ene	Junio – Dic – Ene*	7-8
Región de Ixtacxoquitlán:			
Cuautlapan	Jun – Oct	Octubre – Junio	9
Valle de Tuxpango	Jun – Oct	Octubre – Junio	9
Santa Ana	Jun – Oct	Octubre – Junio	9
Rafael Delgado	Jun – Oct	Octubre – Junio	9
Jalapilla	Jun – Oct	Octubre – Junio	9
Región de Actopan:			
Actopan	Ago – Sep	Dic – Marzo – Abril **	4-5
Otates	Jun – Jul	Nov – Marzo – Abril **	4-5
Emiliano Zapata	Ago – Sep	Dic – Marzo – Abril **	4-5

\* Cuando no hay heladas. \*\* Cuando los vientos son húmedos y moderados.

La primera se ubica en la zona del bosque mesófilo de montaña en el centro del estado en altitudes de 1,580 a 1,150 msnm, bajo condiciones de temporal; la segunda región se localiza en áreas de vegetación de selva mediana perennifolia, en altitudes de 1,100 a 780 msnm, bajo condiciones de riego y temporal; la tercera región se ubica en zonas de selva baja caducifolia a altitudes de 300 a 210 msnm, bajo condiciones de riego (ITESM, 2012). Sin embargo, es en la primera región donde se

localiza Coscomatepec, municipio que produce la mayor cantidad de chayote en la entidad, seguido de Ixtaczoquitlán y Actopan, todos pertenecientes a las diferentes regiones (Tabla 5) (SIAP, 2015).

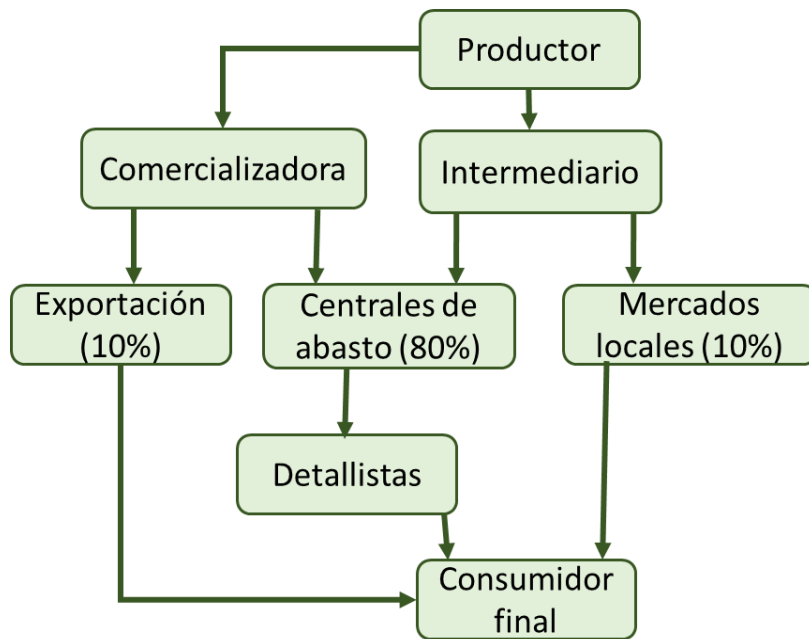
**Tabla 5. Producción municipal de chayote en el estado de Veracruz (SIAP, 2015).**

Municipio	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Producción (T)	Rendimiento (T ha <sup>-1</sup> )	PMR (\$ T <sup>-1</sup> )	Valor Producción (Miles de pesos)
Coscomatepec	530	530	38,425.00	72.5	2,700	103,747.5
Ixtaczoquitlán	505	505	31,310.00	62	3,000	93,930.0
Actopan	365	365	27,740.00	76	2,337	64,855.0
Alpatláhuac	125	125	7,650.00	61.2	2,700	20,655.0
Calchualco	115	115	7,038.00	61.2	2,700	19,002.6
Ixhuatlán del						
Café	110	110	7,865.00	71.5	2,700	21,235.5
Chocamán	75	75	4,575.00	61	3,000	13,725.0
Fortín	60	60	3,720.00	62	2,750	10,230.0
Huatusco	50	50	3,075.00	61.5	2,700	8,302.5
Rafael						
Delgado	35	35	2,135.00	61	2,571	5,490.0
Zongolica	4	4	180	45	2,800	504
Magdalena	2	2	90	45	2,800	252
	<b>1,976.0</b>	<b>1,976.0</b>	<b>133,803.0</b>	<b>67.71</b>	<b>2,704</b>	<b>361,929.1</b>

#### 2.1.6. Canales de comercialización del chayote

Se ha estimado que el rendimiento promedio es de 70 T ha<sup>-1</sup> en Veracruz; de ésta producción casi el 40 % se canaliza a la central de abastos del D.F, un 40 % a Puebla, 10 % a mercados locales y supermercados, y solo el 10 % restante se dedica a la exportación (Figura 3) (ITESM, 2012).

Si bien existe un potencial de comercialización muy amplio hacia el exterior del país, actualmente se carece de medios para lograrlo, pues todos los gastos del proceso productivo y de comercialización los absorbe totalmente el productor, sin ningún apoyo por parte del gobierno o de créditos, salvo casos muy aislados.



**Figura 3. Cadena de comercialización de chayote en Veracruz.**

Hasta el año de 2008 el precio promedio que se le pagaba al productor de chayote era de \$2.00 por kg (SIACON), mientras que en la central de abastos de Huixcolotla, Puebla, el precio ha oscilado en \$4.00 por kg, contrastando con el precio en la central de abastos de Cancún, donde el precio promedio es de \$14.00 por kg (ITESM, 2012).

Los canales de comercialización son obviamente distintos para todos los productores; aquellos que no están organizados o forman parte de alguna asociación, son más afectados en el pago del producto, pues en este sector, desde hace años ha existido un mercado desigual debido a que los productores no conocen a sus compradores y el precio de su cosecha es impuesto por éstos últimos (Cisneros, 2003).

#### 2.1.7. Oportunidad de mercado

Un gran problema en el cultivo de chayote es la comercialización, y así ha sido desde años atrás, pues la sobreproducción que se llega a generar, provoca en muchas ocasiones el desperdicio, ya que ni siquiera llega a cosecharse por no alcanzar un buen precio en el mercado.

Otra amenaza es la demanda comercial que exige una producción morfológicamente homogénea y que descarta la posibilidad de incorporar al mercado la notable diversidad de frutos, creando la posibilidad de la extinción de varios tipos silvestres (COVECA, 2010).

El chayote es una hortaliza con múltiples beneficios, hecho que no debe pasar desapercibido y debe explotarse para la creación de subproductos que incrementen el valor del cultivo y la conservación de los diferentes tipos varietales, a pesar de que se sabe su posible aprovechamiento a través de productos hechos con la raíz, hojas, tallos, flores y frutos de la planta (Bardomiano *et al.*, 2009); en la actualidad no existen muchos estudios o investigaciones de sus propiedades y usos de manera industrializada ya que su consumo comúnmente es en fresco, sin embargo, existe la gran oportunidad de incorporarlo a la gama de los productos dietéticos gracias a sus características nutricionales y organolépticas (Medina, 2015), pues hay que tener en cuenta que día a día aumenta el interés de las personas por cuidar su alimentación, ya sea para prevenir y controlar enfermedades como la obesidad y diabetes, o por seguir la moda de adoptar un estilo de vida saludable. Éstos hechos están generando una demanda de alimentos bajos en calorías y con alto valor nutritivo, lo cual representa una oportunidad de consumo para el chayote, a través de la búsqueda de una presentación que sea cómoda de consumir, con buen sabor y saludable.

Es así como poco a poco comienzan a surgir proyectos e investigaciones para la creación de productos derivados del chayote, y dentro de éstos empiezan a sobresalir algunos como gomitas, botanas deshidratadas, mermeladas y panes que tienen la ventaja de ser más nutritivos y saludables para las personas que los consumen, en comparación con los productos convencionales (DICA, 2014).

## 2.2. Deshidratación en hortalizas

El aumento del consumo de hortalizas que se presenta en la actualidad, seguirá demandando, además de productos para consumo en fresco, diferentes presentaciones para su uso, ya sea por comodidad para las personas que buscan ahorrarse tiempo en la preparación de platillos, o para las que buscan una forma diferente y más cómoda de consumir el producto sin notar el sabor de la hortaliza.

Además hay que tener en cuenta que todos los alimentos destinados al consumo en fresco tienen una vida útil relativamente corta y su descomposición puede verse favorecida por la acción de insectos, hongos, bacterias y factores ambientales como la temperatura, la humedad, el aire y los rayos del sol.



Ésta es la razón por la que desde tiempos remotos el ser humano se ha preocupado por desarrollar diferentes métodos de conservación destinados a mantener sus provisiones en buen estado y disponer de ellas en cualquier temporada del año.

La deshidratación de alimentos, es el tercer método de conservación más frecuente, después del enlatado y congelación y constituye una tecnología especializada cuya producción ocupa una sección menor en el mercado de hortalizas tratadas de algunos países (Arthey y Colin, 1992).

Éste método de conservación consiste en eliminar la mayor cantidad posible de agua de un alimento, utilizando para ello condiciones controladas de temperatura, humedad y circulación de aire, de modo que permite obtener un producto compacto, liviano, de buen sabor y olor, fácil de transportar y resistente a golpes (Montoya, 2011).

Además otra de las ventajas de los productos deshidratados, es que en hortalizas, su consumo puede ser directo, sin la necesidad de calentarlos o volverlos a hidratar, obteniendo un alimento crujiente que puede usarse como botanas saludables.

#### 2.2.1. Proceso de deshidratación por aire caliente

La deshidratación se define como la operación con la cual se elimina la mayor parte del agua de los alimentos mediante evaporación aplicando calor, (a excepción del caso de la liofilización que es por sublimación) (Fellows, 1994).

La capacidad del aire para eliminar el agua de un alimento depende de su temperatura y del agua que contiene, cuando el aire caliente entra en contacto con un alimento húmedo, su superficie se calienta y el calor transmitido se utiliza como calor latente de evaporación, con lo que el agua que contiene pasa a estado de vapor. El vapor de agua, que atraviesa por difusión la capa de aire en contacto con el alimento, es arrastrado por el aire en movimiento, generándose sobre aquél una zona de baja presión y creándose entre el aire y el alimento un gradiente de presión de vapor. Este gradiente proporciona la “fuerza impulsora” que permite eliminar el agua. El agua se escapa de la superficie del alimento por los siguientes mecanismos (Fellows, 1994):

- 1) Por capilaridad.

- 2) Por difusión, provocada por las diferencias en la concentración de solutos entre las distintas partes del alimento.
- 3) Por difusión del agua, absorbida en diversas capas sobre la superficie de los componentes sólidos del alimento.
- 4) Por difusión gaseosa, provocada por el gradiente de presión de vapor existente en el interior del alimento.

El éxito de cualquier operación de deshidratación depende de la eliminación de suficiente humedad del alimento para conseguir una actividad de agua tan baja que impida la multiplicación microbiana y la inhibición de la actividad enzimática (Arthey y Colin, 1992).

También es importante saber que la eliminación excesivamente rápida de humedad de las capas externas en los alimentos, puede provocar un endurecimiento que cierra la superficie e impide la deshidratación correcta en el centro del producto.

Por lo tanto, se sugiere que para determinar el método óptimo y la velocidad de la deshidratación debe conocerse lo siguiente:

- a) Las características de las mezclas aire/vapor a diferentes temperaturas.
- b) Las características de los productos que van a ser deshidratados:
- c) Las características de su capacidad de rehidratación o reconstrucción que pueden esperarse tras un determinado tiempo de almacenamiento.

### 2.2.2. Tiempo y temperatura

Puesto que todos los métodos más importantes para deshidratar alimentos se basan en el calor y que los constituyentes del alimento son sensibles al calor, se debe llegar a un compromiso entre la intensidad máxima de deshidratación y el mantenimiento de la calidad del alimento. El proceso de deshidratación podrá emplear relativamente altas temperaturas por poco tiempo para que el daño al alimento sea menor que menores temperaturas por tiempos más prolongados. De este modo, el

alimento deshidratado en deshidratadores retendrá una mejor calidad que el mismo producto secado al sol.

Temperaturas bajas y tiempos de deshidratado menores son especialmente importantes en el caso de alimentos sensibles al calor. Temperaturas elevadas producen encostramiento en productos ricos en almidones. Este fenómeno se produce cuando el agua que hay dentro del alimento no puede salir debido a la velocidad con que se ha secado la superficie. Así, el proceso puede verse interrumpido si la superficie del alimento se seca por completo, creando una costra que evita que la humedad que estaba emergiendo continúe su curso. En otros casos, aumentar la temperatura para intensificar el proceso de deshidratado destruye las vitaminas, lo que origina la pérdida de color y sabor. La decoloración suele ocurrir tanto durante las fases preliminares como en las del deshidratado propiamente dicho. Así, se produce el pardeamiento causado por reacciones químicas y bioquímicas o por sobrecalentamiento. Por otra parte, temperaturas un poco mayores que las del ambiente, junto a un alto grado de humedad dentro del túnel de secado, favorecen el desarrollo de hongos, levaduras y bacterias (Valdés, 2008).

Cabe destacar que en la deshidratación de productos vegetales, la temperatura no debe ser superior a 65 °C si se quieren evitar reacciones adversas (Arthey y Colin, 1992).

La deshidratación por aire puede realizarse por partidas o ser continua, y el equipo incluye túneles, desecadores de bandeja u horno, desecadores de tambor o giratorios, y desecadores neumáticos, de cinta acanalada, giratorios, de cascada, de torre, espiral, lecho fluidificado, de tolva, y de cinta o banda.

En general, los desecadores por aire caliente están diseñados de forma que proporcionen un elevado flujo de aire en las fases iniciales del proceso aunque no tan intenso según se mueve el producto sometido a deshidratación. Típicamente, para porciones de hortalizas se aplica un flujo de aire con una velocidad de 180 a 300 metros por minuto, con temperaturas del aire en bulbo seco del termómetro de 90 – 100 °C y temperaturas en bulbo húmedo inferiores a 50 °C. Según descende el contenido de humedad se reduce la velocidad del flujo de aire y la temperatura de desecación descende a 55 °C o menos hasta que el contenido de humedad es inferior a 6 % (Arthey y Colin, 1992).

Es importante saber que para calcular el tiempo adecuado de deshidratación para un alimento en particular, se pueden realizar ensayos a escala de laboratorio si se controla:

- La evolución del peso (y humedad) de la muestra con el tiempo de secado.
- La evolución del volumen, densidad, y dimensiones de la muestra con el tiempo de secado.
- La evolución de los parámetros de calidad de la muestra (color, textura, sabor) durante el secado (Albors *et al.*, 2001).

### 2.2.3. Equipos de deshidratación

Un deshidratador es un dispositivo que remueve la humedad de los alimentos para ayudar a su preservación por períodos prolongados y consiste esencialmente en un elemento de calor, un ventilador y conductos que permiten la circulación del aire, además de las charolas o superficies donde se coloca el alimento. El elemento calefactor calienta la comida ocasionando que su humedad se remueva de su interior. El ventilador remueve el aire caliente y húmedo, haciéndolo circular por los conductos del deshidratador. Este proceso normalmente prosigue durante horas, hasta que los alimentos quedan con un contenido de agua substancialmente más bajo, normalmente del orden de 15 a 20 %, o aún menos (Valdés, 2008).

El equipo utilizado para deshidratar alimentos a nivel industrial consiste en gabinetes, cámaras, túneles o compartimientos por lo general recubiertos de material aislante para reducir las pérdidas de calor, dentro de los cuales se pone el producto en contacto con aire caliente a una determinada velocidad.

El proceso de deshidratación puede efectuarse por lotes o en régimen continuo, ya sea en condiciones atmosféricas o bajo vacío.

La dirección del flujo de aire, con respecto a la posición del producto en el deshidratador, es una de las características de diseño más importante en los deshidratadores y puede ser paralela o transversal (Colina, 2010).

### 2.2.3.1. Deshidratadores de bandejas o de armario

Son un tipo de deshidratadores muy comunes en la industria de alimentos. Debido a que su capacidad es relativamente baja, se emplean cuando se requieren deshidratar diversos tipos de alimentos, o cuando el volumen del producto por deshidratar es pequeño o estacional (Figura 4).

Consisten en cámaras o gabinetes aislados que contienen charolas sobre las que se coloca una o más capas del producto por deshidratar y se hace circular aire caliente, y puede ser con flujo paralelo o transversal. En el caso del aire paralelo al producto, las charolas pueden poseer un fondo de malla para permitir el paso del aire a través de ellas, en el flujo transversal esto es forzosamente necesario, así se obtienen un tiempo de deshidratación más corto debido a la mayor área superficial expuesta al aire. Cuando el producto alcanza el grado de deshidratación requerida, el gabinete se abre y las charolas se reemplazan con otras que contienen nuevo producto por deshidratar (Colina, 2010).



**Figura 4. Deshidratadores de armario (eléctrico y solar).**

### 2.2.4. Deshidratación solar

En este sistema los alimentos se deshidratan mediante el flujo de aire previamente calentado aprovechando la energía solar. Los deshidratadores solares se clasifican en:

a) Deshidratadores directos de circulación natural (una combinación de cámara de captación y deshidratación).

b) Deshidratadores directos, con sistema de captación de calor separado.

c) Deshidratadores indirectos de convección forzada (captador y cámara de deshidratación separados).

Desde el punto de vista del costo de la instalación y de los gastos de funcionamiento, la deshidratación solar constituye un método sencillo y barato para el que no se requiere ni aporte energético ni mano de obra especializada. Sin embargo, posee importantes desventajas como son: la velocidad de deshidratación baja comparada con los deshidratadores artificiales y el control de la misma. Los alimentos deshidratados por estos métodos son de inferior calidad y sus características más heterogéneas. Además, el proceso está ligado al horario solar y depende de las condiciones atmosféricas (Fellows, 1994).

#### 2.2.5. Pre-deshidratado de los alimentos

La preparación de las hortalizas para cualquier tratamiento de conservación al que han de ser sometidas, tiene suma importancia si han de elaborarse productos de calidad. La alteración de las hortalizas se inicia en el momento de su recolección y solamente puede reducirse al mínimo mediante una manipulación y unas técnicas de tratamiento correctas. Las mismas incluyen:

- Recepción en el almacén
- Acarreo
- Limpieza
- Lavado
- Inspección
- Recorte
- Pelado
- Corte en láminas
- Escaldado

##### 2.2.5.1 Escaldado

Para prevenir la alteración enzimática y microbiana los productos hortícolas reciben un tratamiento térmico que inactiva los enzimas y mata el tejido vegetal. Este proceso se denomina escaldado.

La inactivación de las enzimas es importante para la conservación de hortalizas por deshidratación. Evita la decoloración, el reblandecimiento y la aparición de malos olores y sabores durante el almacenamiento posterior. El escaldado ejerce también un efecto adicional de limpieza y reduce la carga microbiana de las células vegetativas del producto (Arthey y Colin, 1992).

#### 2.2.5.1.1. Escaldado con agua

Constituye la forma tradicional de escaldar, ésta técnica consiste en mantener el agua entre 85° y 100 °C, sumergir los alimentos alrededor de tres minutos para desactivar las enzimas y después transferirlos a agua fría por dos minutos para romper la cocción.

#### 2.2.6. Pruebas de secado

No es fácil calibrar cuándo ha terminado la deshidratación de un producto. En ausencia de instrumentación las características de varios productos después de la deshidratación pueden ser evaluadas por la experiencia. Sin embargo, a continuación se dan algunas indicaciones generales.

Para hacer la prueba de sequedad, hay que dejar que el producto se enfríe, pues cuando está caliente, parece ser más blando, húmedo y correoso de lo que es en realidad. Las hortalizas están deshidratadas cuando quedan quebradizas y duras. En general, mientras menor sea el contenido de humedad, la calidad será mayor, aunque productos sobre-deshidratados también tienen una menor calidad, pues un exceso de deshidratación no es comercialmente aceptable (Valdés, 2008).

#### 2.2.7. Post-deshidratado

Durante la deshidratación los alimentos pueden sufrir cambios tanto en sus características físicas estructurales como en su composición química, los cuales tienen una gran influencia sobre la calidad del producto deshidratado (Colina, 2010).

### 2.2.7.1. Textura

La principal causa de alteración de la calidad de los alimentos deshidratados en sistemas de aire caliente, reside en las modificaciones que éstos provocan en su textura. El tipo de pretratamiento y la intensidad con la que se aplica, la forma en la que se reducen los tamaños y el pelado de los alimentos, son operaciones que afectan la textura de las hortalizas deshidratadas. En los alimentos adecuadamente escaldados las pérdidas de textura están provocadas por la gelatinización del almidón, la cristalización de la celulosa y por tensiones internas que dan lugar a roturas y compresiones que provocan al alimento un aspecto arrugado.

La temperatura y velocidad de deshidratación también ejercen un efecto determinante sobre la textura de los alimentos. Altas temperaturas pueden formar una capa superficial dura e impenetrable, que reduce la velocidad de deshidratación y da lugar a un alimento seco en su superficie y húmedo en su interior (Fellows, 1994).

### 2.2.7.2. Color

La deshidratación cambia las características de la superficie del alimento y por lo tanto su color y reflectancia. Los cambios químicos en los pigmentos, el caroteno y la clorofila, están producidos por el calor y la oxidación que tiene lugar durante la deshidratación. Generalmente, mientras más largo sea el proceso y más elevada la temperatura, mayores serán las pérdidas de éstos pigmentos. La oxidación y la actividad enzimática residual favorecen el desarrollo del empardamiento durante su almacenamiento, pero esto puede evitarse si el escaldado se realiza adecuadamente (Fellows, 1994).

Por otro lado, el oscurecimiento no enzimático es uno de los cambios más notorios e indeseables en los alimentos deshidratados y es un cambio irreversible ocasionado por un excesivo calentamiento y que además del color, puede afectar también el sabor, la capacidad de rehidratación e incluso el contenido de nutrimentos.

Y aunque la velocidad de deshidratación de un alimento se incrementa conforme aumenta la temperatura, se debe considerar que también es mayor la velocidad de las reacciones de oscurecimiento. Por ello, debe encontrarse para cada caso en particular, la temperatura que lleve a un



proceso más corto para decir los costos del mismo, pero que no cause un excesivo oscurecimiento del producto (Colina, 2010).

#### 2.2.7.3. Aroma y Sabor

Los compuestos químicos responsables del aroma y sabor de los alimentos poseen relativamente altas presiones de vapor, por lo que durante el calentamiento y eliminación del agua que ocurre en la deshidratación, estos compuestos pueden perderse (Colina, 2010).

Una segunda causa importante en las pérdidas de aroma, la constituye la oxidación de los pigmentos, vitaminas y lípidos durante el almacenamiento. La velocidad a la que estos componentes se deterioran depende de la actividad de agua en el alimento y de la temperatura de almacenamiento (Fellows, 1994).

#### 2.2.7.4. Valor nutritivo

La alteración del valor nutritivo de los alimentos, puede deberse a la forma de preparación (corte y escaldado), a la temperatura durante el proceso y a las condiciones del almacenamiento. Sin embargo, la mayor pérdida del valor nutritivo se ocasiona durante la preparación y no en el proceso de deshidratación.

Los nutrientes liposolubles (ácidos grasos esenciales y vitaminas A, D, E y K) se encuentran, en su mayor parte en la materia seca del alimento, por lo que durante la deshidratación no experimentan alteración alguna (Fellows, 1994).

En algunos alimentos la deshidratación puede reducir la digestibilidad y el valor biológico de las proteínas, así como ocasionar pérdida de algunas vitaminas como tiamina, ácido fólico y Vitamina C (Colina, 2010).

#### 2.2.8. Selección y empaque

Después de deshidratar, el producto debe ser seleccionado sobre la bandeja o sobre una mesa y se deben retirar los pedazos de poca calidad, así como toda materia extraña.

Una vez seleccionado, el producto deshidratado debe ser empacado inmediatamente (Valdés, 2008).

Los alimentos deshidratados se envasan principalmente para protegerlos del medio exterior, con objeto de mantener sus características y extender su vida de almacenamiento. Así mismo el envase facilita el manejo del producto, permite presentar al consumidor información necesaria sobre el producto y sirve como herramienta de mercadotecnia.

Para que un envase sea apropiado, debe ser capaz de:

- Proteger el producto de la contaminación por insectos, microorganismos o polvo.
- Proteger el producto de factores ambientales como luz, oxígeno y otros gases.
- Proteger el producto de daños mecánicos.
- Evitar que el producto absorba humedad.
- No interactuar con el alimento.
- Soportar el proceso de llenado, sellado, distribución y almacenamiento requeridos.
- Ser estético y funcional.
- Tener un costo moderado.
- Preferentemente, ser reciclable.

Desde luego, no existe un tipo de envase ideal para todos los productos deshidratados, por lo que éste debe ser seleccionado para cada caso en particular, tomando en cuenta la composición y propiedades físicas de cada alimento en cuestión. Sin embargo en el caso de hortalizas deshidratadas ya sea enteras o en trozos, los más utilizados están hechos de cartón laminado con envoltura plástica, o se emplean bolsas de celofán, polietileno o polipropileno que puedan sellarse perfectamente (Colina, 2010).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Metodología

El presente proyecto consistió en deshidratar cuatro tipos varietales de chayote, procedentes del banco de germoplasma del Centro Regional Universitario Oriente (CRUO), de la Universidad Nacional Autónoma Chapingo, en Huatusco, Veracruz, material recolectado durante el año de 2015.

Se colectó un kilogramo de cada tipo varietal, a los cuales se les practicó lo siguiente: deshidratación a diferentes temperaturas, determinación del valor nutricional y el estudio de aceptación del producto por consumidores seleccionados al azar.

Cada proceso desarrollado tuvo varias consideraciones, las cuales se describen a continuación.

a) Proceso de deshidratación: Se seleccionaron los frutos con un grado de madurez hortícola 1 (Cadena y Arévalo, 2011), Se determinó el peso fresco (1 kg), se lavaron, se cortaron en rodajas de 3 mm de espesor y se sometieron a un proceso de escaldado (blanqueamiento). Posteriormente se realizó el proceso de deshidratado, disponiendo las rodajas en bandejas dentro de la estufa en el laboratorio (Anexo 1).

Para determinar el tiempo adecuado de deshidratación, los frutos en rodajas y escaldados, se sometieron a diferentes temperaturas que oscilaron entre los 45 y 65 °C. Una vez deshidratados se determinó el peso seco, se empaquetaron y etiquetaron.

b) Parámetro de calidad nutricional: A través de un análisis químico proximal con doble repetición para cada tipo varietal de chayote, siguiendo los fundamentos del manual de Bromatología (Morfin, 2013), se determinó el porcentaje de humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína cruda, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno, presentes por cada 100g de producto deshidratado (Anexo 2).

c) Parámetro de aceptación: Se prepararon 50 muestras degustativas para el mismo número de personas, seleccionadas al azar, para conocer sus preferencias de sabor y textura de cada producto obtenido en este estudio (Anexo 3).

### 3.1.1. Tratamientos

El desarrollo del proyecto implicó la evaluación de diferentes temperaturas (tratamientos), y de distintos tipos varietales (repeticiones), en dos tiempos de secado, con tres repeticiones, los cuales fueron:

- a) Temperatura: 50 °C, 55 °C, 60 °C y 65 °C.
- b) Tipos varietales: Cambray, Caldero, Negro Xalapa y Verde Liso.
- c) Tiempo de secado: a 8 horas (cuatro temperaturas), a y 21 horas (sólo 45 y 50 °C)

### 3.1.2. Variables evaluadas

a) Tiempo de deshidratado y rendimiento de cada tipo de chayote: El proceso de deshidratación del material a evaluar incluyó un gradiente de temperatura que osciló entre los 45 y 65 °C (Valdés, 2008), lo cual se logró mediante la utilización de una estufa secadora. Este proceso se realizó en dos sitios: Laboratorio de Química, en el CRUO; y Laboratorio de Manejo Poscosecha, en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC).

Para determinar el tiempo mínimo necesario, se consideró un tiempo de deshidratado de 8 y 21 horas, para la FESC y el CRUO, respectivamente. Este horario estuvo supeditado a la disponibilidad de uso de las instalaciones en cada Institución.

Posteriormente se determinó el peso seco del material, para establecer el rendimiento de producto obtenido en este proceso. Asimismo, se estableció de forma visual la calidad física del producto deshidratado, el cual consistió en, color, olor, textura y sabor (Valdés, 2008).

b) Calidad nutricional de las frituras deshidratadas: Se tomó una muestra de 2 g de material deshidratado de cada tipo varietal de chayote, para determinar a través del análisis químico proximal (Morfin, 2013), lo siguiente:

- humedad: con el método indirecto.
- cenizas: con la determinación de cenizas totales.

- extracto etéreo: con el método de Soxhlet.
- proteína cruda: con el método de Kjeldahl.
- fibra cruda: con el método de Weende.
- extracto libre de nitrógeno: por diferencia.

Dichos análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Bromatología de la FESC.

c) Aceptación del producto deshidratado de chayote: Esta etapa se llevó a cabo en dos momentos: una con 20 personas que degustaron el producto deshidratado y se efectuó en Huatusco, Ver. Aquí se ofrecieron cinco tipos varietales: Verdes; Verde Liso, Negro Xalapa y Caldero, así como Amarillos; Cambray y Amarillo liso. A partir de esto se decidió realizar otra degustación sólo con cuatro tipos, los cuales fueron: Verde liso, Negro Xalapa, Caldero y Cambray.

El segundo momento de degustación se efectuó con estos cuatro tipos de chayote, pero ésta vez se ofreció chayote deshidratado con sabor natural y chayote deshidratado saborizado. La prueba se aplicó a 50 personas en la Ciudad de México y en Ciudad Universitaria.

En las dos pruebas se aplicó una encuesta para conocer: preferencias de sabor y textura del producto, así como, el precio de una presentación de 30 g que estuvieran dispuestos a pagar (Anexo 4).

d) Relación costo beneficio del producto deshidratado vs producto en fresco: Para esta variable se consideró la relación costo-beneficio (C/B) del producto deshidratado y el nivel de ganancia adicional que el productor tendría al darle un valor agregado al chayote, que normalmente se comercializa en fresco en la región de Huatusco, Ver.

### 3.1.3. Análisis estadístico de los datos

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), bajo un modelo completamente al azar, para establecer si existieron diferencias estadísticas significativas. La prueba de medias por el método de Tukey a un  $\alpha = 0.05$ .

### 3.2. Materiales

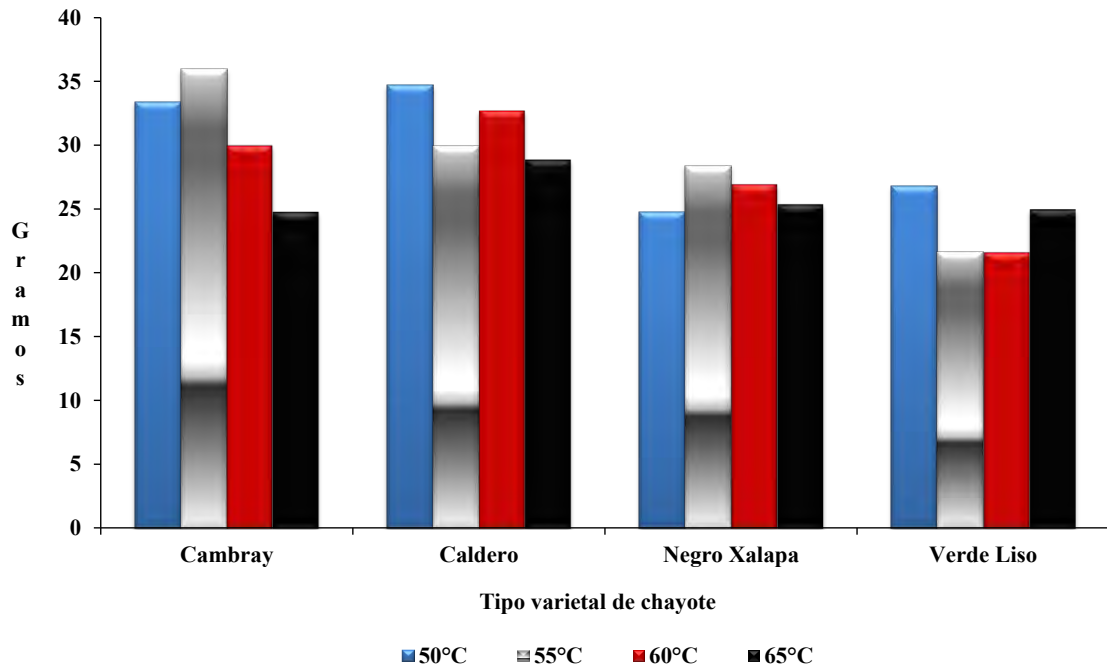
- Un kg de chayote fresco de cada uno de los siguientes tipos: Verde Liso, Negro Xalapa, Caldero y Cambray.
- Una rebanadora manual.
- Una estufa secadora.
- Una báscula digital.
- Un cronómetro.
- Bolsas de celofán.
- Guantes, cubrebocas y cofia.
- Laboratorio de Bromatología.

## IV. RESULTADOS

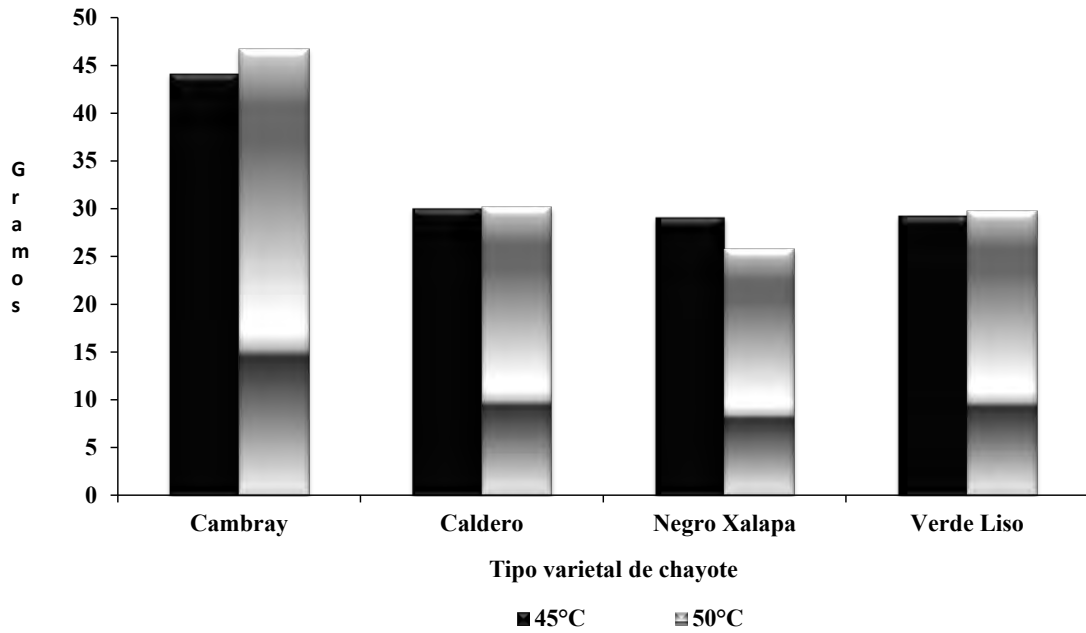
### 4.1. Tiempo de deshidratado y rendimiento de cada tipo de chayote

En pruebas previas a este proyecto se experimentó para encontrar el tiempo en horas al cual se obtiene un producto bien deshidratado y con una textura crujiente. Fue así como se observó que el producto obtenido después de someterlo a 6 horas de deshidratado y a una temperatura de 65 °C tenía un rendimiento promedio de 35g kg<sup>-1</sup>, pero no cumplía con las características de textura y consistencia deseada, pues el contenido de humedad aún era alto en las rodajas de chayote. También se observó que a partir de 8 horas, el producto estaba en el punto deseado de deshidratación, sin embargo a menores temperaturas (menos de 50 °C) el producto no era homogéneo pues algunas rodajas aún estaban blandas; mientras que a temperaturas más altas (mayor de 65 °C) el producto se sobre deshidrataba y adquiría un aspecto quemado.

En las Figuras 5 y 6 se presentan los resultados obtenidos en esta investigación; los tipos varietales Cambray y Caldero fueron los que tuvieron un mayor rendimiento (expresado como los gramos deshidratados obtenidos por kilogramo de fruto fresco), con una media de 30.2 g ka<sup>-1</sup> de producto deshidratado. En estos tipos de chayote, el rendimiento estuvo por arriba de la media en cuatro de las seis diferentes temperaturas y horas de deshidratación a los que fueron sometidos, mientras que los tipos varietales Verde Liso y Negro Xalapa, obtuvieron un rendimiento por debajo de la media en los 6 tratamientos de tiempo y temperatura, debido a que éstos dos últimos tiene un mayor contenido de humedad (Tabla 6).



**Figura 5. Rendimiento de los cuatro tipos varietales de chayote, a cuatro temperaturas diferentes, por 8 horas de deshidratado.**



**Figura 6. Rendimiento de los cuatro tipos varietales de chayote, a dos temperaturas diferentes, por 21 horas de deshidratado.**



**Tabla 6. Datos del proceso de deshidratado, a diferentes temperaturas y horas de deshidratado.**

Tipo varietal	Horas de deshidratado	Temperatura (°C)	Rendimiento (g kg <sup>-1</sup> )	Pérdida de humedad (%)
Cambray	8	50.0	33.4	95.4
		55.0	36.0	95.4
		60.0	29.9	96.5
		65.0	24.8	97.1
		21	45.0	44.1
Caldero	8	50.0	34.7	95.8
		55.0	29.9	96.3
		60.0	32.7	94.9
		65.0	28.8	96.3
		21	45.0	30.3
Negro Xalapa	8	50.0	24.8	97.0
		55.0	28.4	96.2
		60.0	26.9	96.5
		65.0	25.4	96.9
		21	45.0	29.07
Verde Liso	8	50.0	25.75	96.8
		55.0	26.8	96.7
		60.0	21.6	97.4
		65.0	21.6	97.4
		21	45.0	25.0
Promedio		45.0	29.7	96.5
		50.0	29.3	96.4
			29.8 <sup>NS</sup>	96.1 <sup>NS</sup>

Nota: NS= No significativo a  $\alpha=0.05$

Se observó que al someter las rodajas de los cuatro tipos varietales a 8 y 21 horas de deshidratado, no existió diferencia estadística significativa (Tabla 7) para la variable rendimiento, entre los tipos varietales.

**Tabla 7. ANDEVA, rendimiento de cada tipo varietal de chayote.**

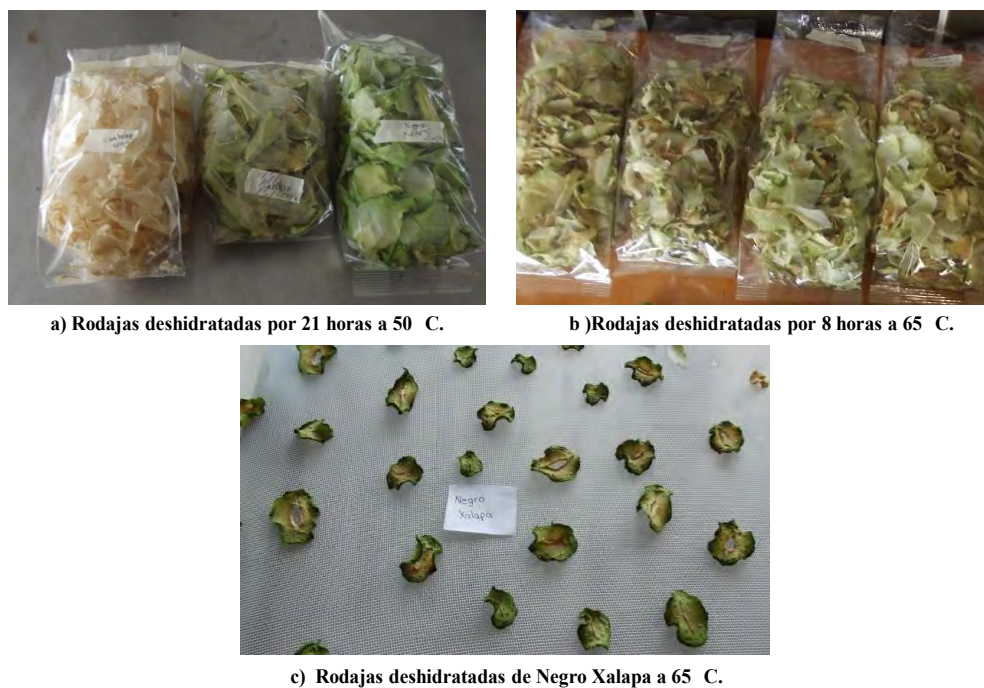
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0.05</b>
<b>Tratamientos</b>	5	166.6188	33.3238	0.8907	2.19 <sup>NS</sup>
<b>Error</b>	18	673.4205	37.4123		
<b>Total</b>	23	840.0393			

La pérdida del contenido de humedad durante el proceso de deshidratación para cada tipo varietal, fue en promedio de 96 %; los tipos Verde Liso y Negro Xalapa fueron los que menos materia seca se obtuvo (Tabla 6). No existió diferencia estadística significativa entre los cuatro tipos varietales evaluados (Tabla 8).

**Tabla 8. ANDEVA, pérdida de humedad de cada tipo varietal de chayote.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0.05</b>
<b>Tratamientos</b>	5	4.8423	0.9685	0.7311	2.19 <sup>NS</sup>
<b>Error</b>	18	23.8432	1.3246		
<b>Total</b>	23	28.6854			

En cuanto a homogeneidad del producto se observó que algunas quedaban con un poco más de humedad que otras cuando se deshidrataron a 45 °C y 50 °C por 8 horas, lo cual provocó que no fueran quebradizas y tuvieran una consistencia más elástica; mientras que a 60 °C y 65 °C el producto fue más homogéneo en textura en los cuatro tipos varietales, aunque a 65 °C, algunas tenían aspecto quemado. Las rodajas que pasaron 21 horas a una temperatura de 45 °C y 50 °C por el contrario, fueron totalmente homogéneas y con una textura quebradiza y crujiente (Figura 7).



**Figura 7. Rodajas deshidratadas de los cuatro tipos varietales de chayote.**

#### 4.2. Calidad nutricional de las rodajas deshidratadas

Para esta variable se realizó un análisis químico proximal, como se señaló anteriormente, cuyos resultados se presentan en la Tabla 9.

a) Cenizas: se observó que el contenido de Cenizas fue mayor en el tipo Verde Liso (10.3 %), esto puede deberse a que este tipo varietal se cultiva bajo un sistema agrícola convencional, comparado con los otros tres tipos que son silvestres; por lo tanto, el chayote Verde Liso tiene mayor aporte de nutrimentos a través de la fertilización, lo que permite obtener mayor calidad para su venta en el mercado y su mayor cantidad de minerales, se ve reflejado en el resultado de Cenizas.

Al realizar el análisis de varianza correspondiente (Tabla 10), se observó que si hubo diferencia estadística muy significativa (Tabla 10) a una  $\alpha=0.01$ , entre los tipos varietales, por lo que en esta variable el chayote Verde Liso sobresalió aproximadamente con un 20 % más de cenizas.

**Tabla 9. Análisis proximal de cuatro tipos varietales de chayote deshidratado.**

	Verde Liso (%)	Cambray (%)	Negro Xalapa (%)	Caldero (%)
<b>Humedad</b>	7.9	7.7	7.6	7.5
<b>Cenizas</b>	10.3	8.6	7.6	7.4
<b>Proteína Cruda</b>	15.4	11.7	11.2	12.0
<b>Extracto etéreo</b>	0.06	0.06	0.07	0.06
<b>Fibra Cruda</b>	48.9	48.7	45.0	53.8
<b>E.L.N</b>	17.5	23.2	28.4	19.3

**Tabla 10. ANDEVA, contenido de cenizas para cada tipo varietal de chayote.**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01
<b>Tratamientos</b>	3	9.9671	3.3224	2484.022	6.59*	16.69**
<b>Error</b>	4	0.0054	0.0013			
<b>Total</b>	7	9.9725				

b) Proteína cruda (PC): se puede apreciar que existió una diferencia estadística muy significativa, a una  $\alpha=0.01$  (Tabla 11) para los tipos de chayote evaluados; el tipo Verde Liso es el que sobresale con un 15.4 % de PC (Tabla 9). Al igual que el contenido de cenizas se puede deber a las dosis mayores de fertilización que recibe este tipo al ser cultivado, (tomando en cuenta que para obtener el contenido de proteínas se considera el contenido de Nitrógeno total del fruto deshidratado).

**Tabla 11. ANDEVA, contenido de proteína para cada tipo varietal de chayote.**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01
<b>Tratamientos</b>	3	21.2547	7.0849	13.5353	6.59*	16.69**
<b>Error</b>	4	2.0938	0.5234			
<b>Total</b>	7	23.3485				

c) Extracto etéreo: sólo se encontraron trazas en esta determinación para los cuatro tipos varietales (Tabla 9), ya que en ninguna etapa del proceso se agregó grasa o aceite, y concuerda con los valores de extracto etéreo de los tipos de chayote en fresco reportados por Cadena y Arévalo, (2011), los cuales también fueron trazas. No existió diferencia estadística significativa en esta variable.

d) Fibra cruda: El mayor porcentaje del análisis nutrimental se concentró en el contenido de fibra cruda para todos los tipos varietales (Tabla 9), sin embargo, en ésta determinación fue el tipo Caldero el que mayor contenido de fibra tuvo con un 53.8 %, por arriba de los otros tres tipos los cuales oscilaron entre 45 y 49 %. Tampoco existió diferencia estadística significativa entre los tipos de chayote (Tabla 12).

**Tabla 12. ANDEVA, contenido de fibra cruda para cada tipo varietal de chayote.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0.05</b>	<b>Ft 0.01</b>
<b>Tratamientos</b>	3	77.9053	25.9684	1.7663	6.59 <sup>NS</sup>	16.69
<b>Error</b>	4	58.8081	14.7020			
<b>Total</b>	7	136.7134				

e) Extracto Libre de Nitrógeno (E.L.N.): En cuanto al contenido de E.L.N. se sabe que las hortalizas no son una fuente importante de carbohidratos, sin embargo, al reducir su contenido en agua, en el producto deshidratado se concentró la cantidad de éstos; el tipo Negro Xalapa tuvo un mayor contenido con 28.4 % y Verde Liso el de menor cantidad con 17.5 % (Tabla 9). No existió diferencia estadística significativa entre los tipos de chayote (Tabla 13).

**Tabla 13. ANDEVA, contenido de E.L.N. para cada tipo varietal de chayote.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0.05</b>	<b>Ft 0.01</b>
<b>Tratamientos</b>	3	129.2668	43.0889	2.9469	6.59 <sup>NS</sup>	16.69
<b>Error</b>	4	58.4868	14.6217			
<b>Total</b>	7	187.7536				

f) Humedad: el contenido de humedad (Tabla 9) en los tipos varietales evaluados, no presentó diferencia estadística significativa, puesto que había sido deshidratada la muestra de trabajo.

Con base a las especificaciones de conversión de la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (S.E., 2010), se determinó el contenido energético para cada tipo varietal (Tabla 14), obtenido una vez deshidratado el producto.

**Tabla 14. Aporte energético para una porción de 30 gramos (kcal).**

	<b>Verde Liso</b>	<b>Cambray</b>	<b>Negro Xalapa</b>	<b>Caldero</b>
<b>Proteínas</b>	18.4	14.1	13.5	14.4
<b>Grasas</b>	0.1	0.1	0.2	0.2
<b>Carbohidratos</b>	21.0	27.9	34.1	23.1
<b>Aporte energético</b>	39.5	42.1	47.8	37.7

Considerando que por cada kilogramo de producto fresco se obtuvieron 30 g de producto deshidratado, se encontró que una presentación con esa porción aportará entre 18 y 24 kcal.

El tipo varietal Negro Xalapa fue el que tuvo mayor contenido energético (47.8 kcal), debido a que tiene mayor cantidad de carbohidratos disponibles, sin embargo, fue el que menor valor energético aporta en proteínas. Mientras que el tipo Caldero fue el que menor contenido energético aporta.

En general se observó que el mayor contenido energético lo aportan los carbohidratos y las proteínas presentes, siendo nulo el aporte energético por grasas en todos los tipos varietales.

#### 4.3. Aceptación del producto deshidratado de chayote

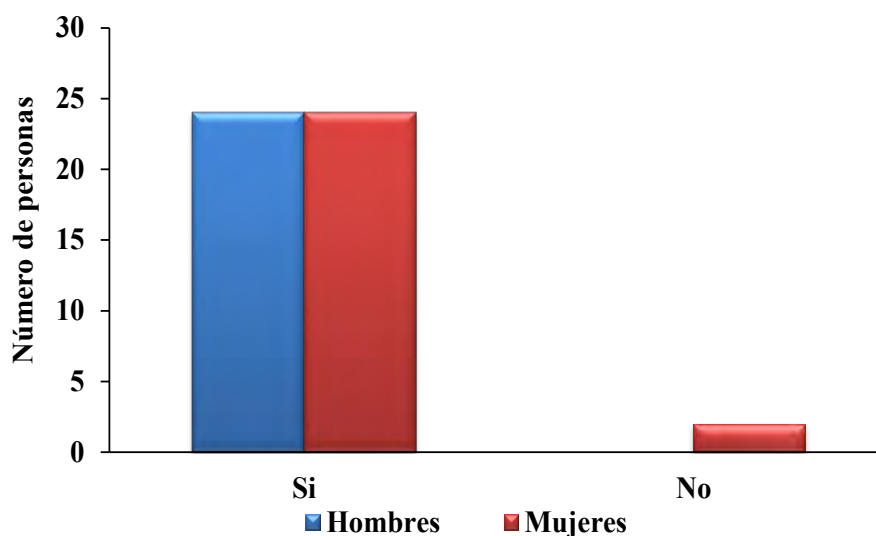
La siguiente variable de análisis en este trabajo fue la aceptación del producto deshidratado, lo cual se logró a través de una prueba de degustación realizada en dos momentos. A partir del primero se observó que la mayor aceptación del producto fue con las variedades verdes, sin embargo, una de las variedades amarillas se saborizó con azúcar, chile y sal, lo que motivó su mayor aceptación en comparación con los tipos varietales verdes y su presentación natural.

Para el segundo momento se hizo otra prueba de degustación con los cuatro tipos varietales deshidratados con sabor natural y saborizados con sal, chile y azúcar (Figura 8). Los datos fueron recabados con la opinión de 50 personas (26 mujeres y 24 hombres) con un rango de edad entre 10 hasta 66 años.



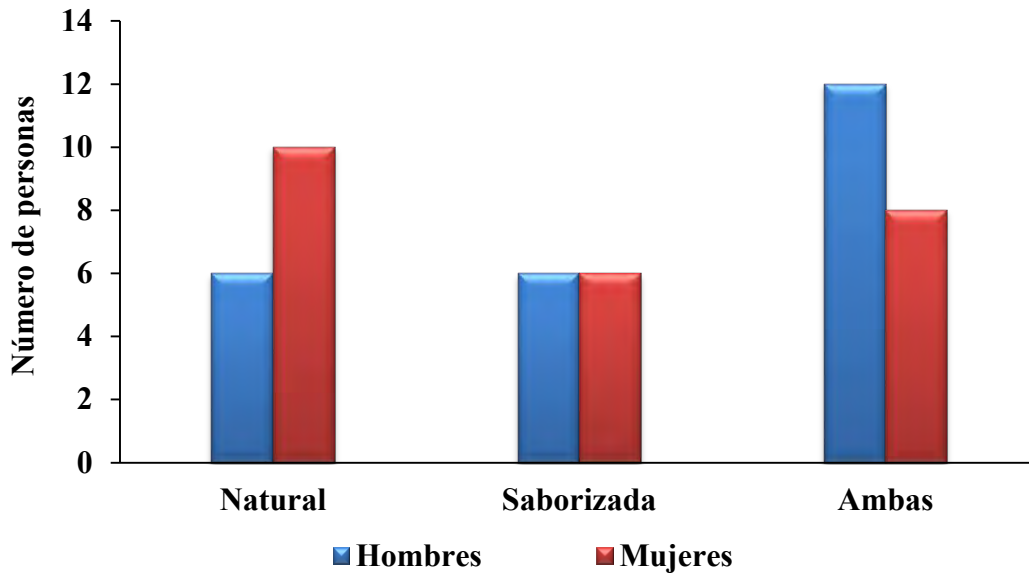
**Figura 8. Presentación del producto degustado.**

Del total de personas encuestadas, el 96 % afirmó que el producto fue de su agrado y sólo el 4 % dijo que no, éstas últimas expusieron que la razón fue simplemente que no les gustaba el sabor del chayote (Figura 9).



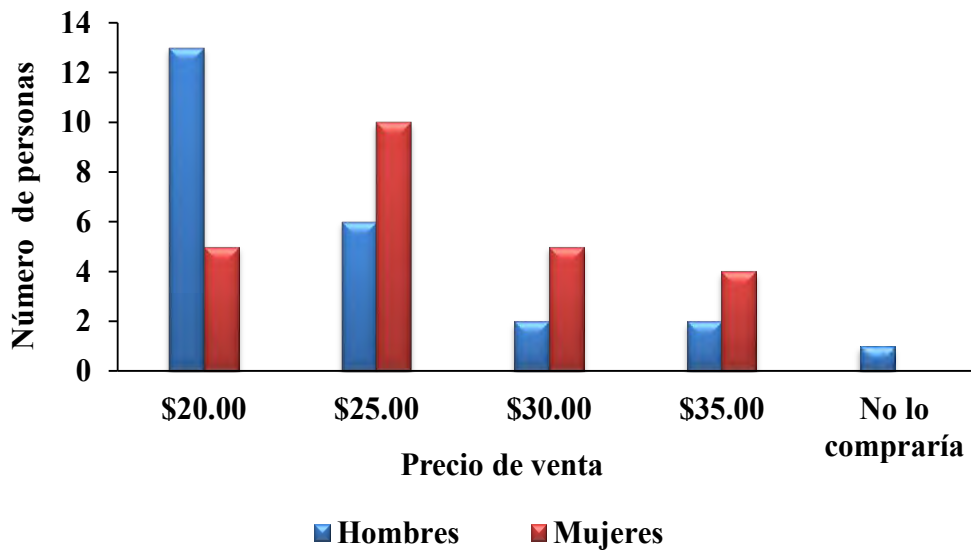
**Figura 9. Aceptación de las muestras degustadas.**

De las personas a las que les gustó el producto, el 33.3 % prefirió el sabor natural, 25 % el producto saborizado y al 41.6 % le gustaron ambos sabores. Cabe destacar que del porcentaje que prefirió el sabor natural el 20.83 % corresponde a opinión de mujeres, mientras que del total que prefirió ambas versiones, el 25 % corresponde a la opinión de hombres (Figura 10).



**Figura 10. Preferencia de sabor del producto.**

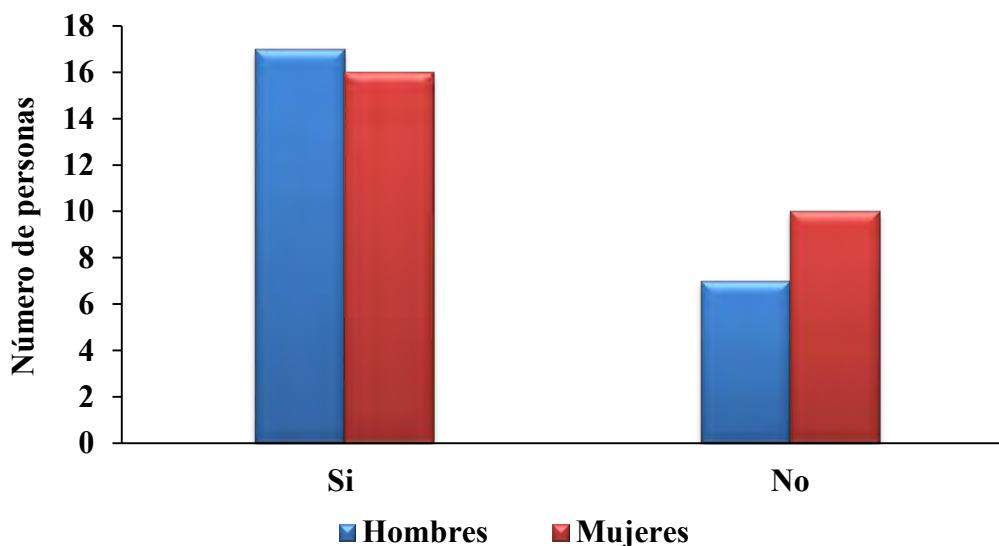
Respecto al precio de venta 37.5 % dijo que pagaría hasta \$20.00 por una presentación de 30 gramos de producto, 33.3 % pagaría hasta \$25.00, 14.6 % hasta \$30.00, 12.5 % pagaría \$35.00 y sólo el 2 % no estaría dispuesto a comprar el producto. Asimismo, los datos obtenidos mostraron que son las mujeres quienes pagarían un precio más elevado por el producto en comparación con los hombres (Figura 11).



**Figura 11. Precio de venta del producto.**

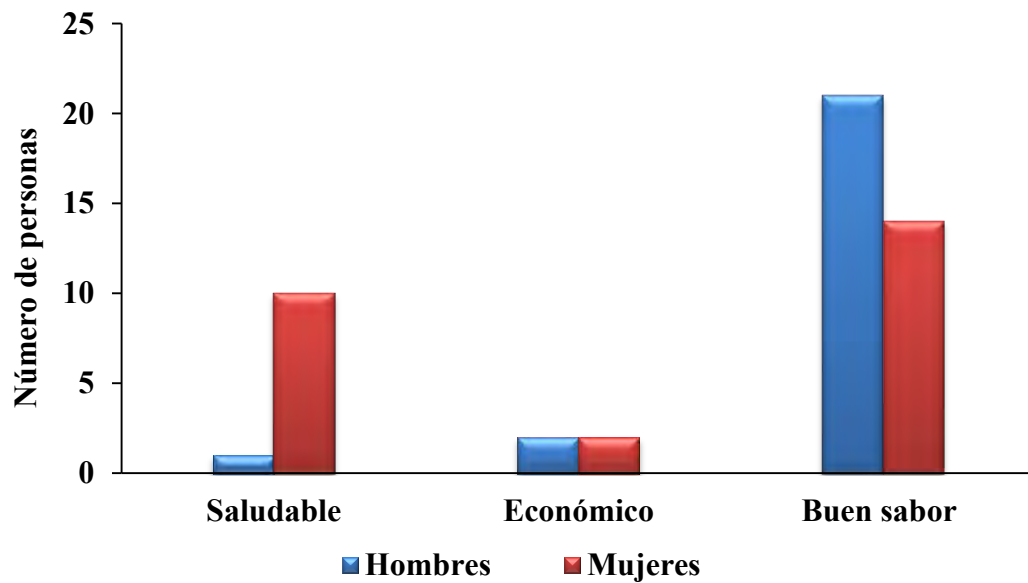


Del total de encuestados el 66 % afirmó que preferiría el producto ofrecido en vez de cualquier otra fritura convencional, mientras que el 34 % restante dijo que no lo preferiría (Figura 12).



**Figura 12. Preferencia del producto vs una fritura convencional.**

Respecto a la prioridad de compra del producto, el 22 % dijo que su prioridad al elegir una fritura es que sea saludable (de las cuales el 90 % fueron mujeres), el 8 % dijo que su prioridad al comprar una fritura es que sea económica y el 70 % señaló que lo más importante al elegir es que tenga un buen sabor (Figura 13).



**Figura 13. Prioridad de la gente al comprar una fritura.**

#### 4.4. Relación costo beneficio del producto deshidratado vs producto en fresco

Con base en los valores de rendimiento en Ton ha<sup>-1</sup> y de costos de producción del cultivo de chayote reportados respectivamente por el SIAP (2015) y el MAG (2007), se determinó que \$2.16 es el valor aproximado del costo de producción para 1 kg de chayote fresco (Tabla 15).

**Tabla 15. Costos de producción de chayote fresco (Elaboración propia, 2016).**

Unidad	Costo de producción (\$)
Hectárea	145,000.00
Tonelada	2,164.00
Kilogramo	2.16

Sin embargo, hay que considerar que en la región de Huatusco frecuentemente los costos de producción no se recuperan, pues se llegan a comercializar cajas con 20 kg de chayote fresco a un precio de \$5.00, sobre todo durante la época de alta producción, y solamente pueden recuperarse en la época de alta demanda cuando se llega a pagar por caja hasta \$100.00 (\$5.00 por kg).

Es así que se estimaron los costos que se generan al deshidratar 1 kg de producto fresco, considerando como materia prima el chayote con el precio máximo que llega a alcanzar en la región de Huatusco (Tabla 16).

**Tabla 16. Costos de producción para 1 kg de chayote deshidratado (Elaboración personal, 2016).**

<b>Costos de producción</b>	<b>1 kg</b>	<b>20 kg</b>
Chayote fresco	\$5.00	\$100.00
Insumos	\$2.00	\$8.00
Horas hombre	\$9.00	\$36.00
Empaque	\$1.50	\$30.00
Energía eléctrica	\$3.00	\$12.00
Costo Total	\$20.50	\$186.00
Costo unitario		\$9.30

Por lo tanto, para deshidratar un kg de chayote el costo sería de \$20.50, mientras que al deshidratar los 20 kg juntos el costo disminuyó a \$9.30 por kg.

Si el precio de venta es de \$20.00 para una presentación de 30 gramos (rendimiento promedio por 1 kg de chayote deshidratado), se determinó un valor de \$400 por cada caja, lo cual representa hasta 300 % más de ganancia en comparación con el precio obtenido al venderse como producto fresco (Tabla 17).

**Tabla 17. Relación Costo/Beneficio del producto fresco vs producto deshidratado.**

	<b>Producto Fresco</b>	<b>Producto deshidratado</b>
Costo de Producción por 1 kg	\$2.16	\$9.30
Precio de venta de 1 kg (30gr)*	\$5.00	\$20.00
Presentación de 20 kg (600gr)*	\$100.00	\$400.00
Utilidad (1 kg)	\$2.84	\$10.70
Utilidad ha <sup>-1</sup>	\$190,289.00	\$716,900.00

Nota: \*(El valor en gramos es el obtenido de producto deshidratado por cada kg de producto fresco)

## V. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos se concluye que los objetivos de este trabajo se cumplieron y se acepta la hipótesis de trabajo, lo cual deja evidencia de las mejoras económicas a los productores que genera el proceso poscosecha del cultivo de chayote y que además permite fomentar la diversidad de variedades de este cultivo a través de una nueva forma de consumo.

De forma particular se enuncian las siguientes:

1. Para obtener un producto de chayote deshidratado homogéneo en el menor tiempo posible, el proceso adecuado de deshidratación es de 8 horas, a 60 °C.
2. Verde liso es el tipo varietal que aporta un mayor contenido de proteínas y minerales; Caldero es el que tiene mayor contenido de Fibra, y Negro Xalapa es el que contiene una mayor cantidad de carbohidratos.
3. En general, el producto deshidratado obtenido de los cuatro tipos varietales, tiene un alto contenido de fibra (49.1 %) y un bajo aporte energético (41.8 kcal), el cual proviene de los carbohidratos y proteínas presentes; el contenido de grasas es nulo. Esto lo vuelve una fritura más saludable comparada con las convencionales, tomando en cuenta también su alto contenido de minerales (8.5%).
4. El producto fue del agrado del 96 % de las personas encuestadas, y tuvo gran aceptación tanto la presentación natural como la saborizada, además la edad no es un límite para su consumo pues fue del gusto de niños, jóvenes, adultos y personas de la tercera edad.
5. El precio sugerido para su venta es de \$20.00, de acuerdo a la opinión de la gente entrevistada.
6. La utilidad generada con el producto deshidratado es hasta 300 % mayor comparada con el producto convencional, por lo cual, el deshidratado de chayote es una alternativa más rentable para su comercialización (Figura 14).



**Figura 14. Presentación para comercializar el producto deshidratado vs el producto fresco.**

## VI. RECOMENDACIONES

- a) Para su comercialización en mayor escala será necesario tener un equipo de deshidratación adecuado donde se procure la homogeneidad del producto en cuanto a textura y tiempo de deshidratado.
- b) Será necesario aplicar técnicas de mercadotecnia para introducir el producto al mercado, que permitan dar a conocer las cualidades y características nutricionales del producto deshidratado de chayote, y alentar a la población para que consuma frituras más sanas diariamente.

## VII. LITERATURA CITADA

1. Albers, S.A.M., Andrés, G.A.M., Barat, B.J.M., Fito, M.P. 2001. Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Edit. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
2. Arthey, D., Colin, D. 1992. Procesado de hortalizas. Blackie and Son lid. España.
3. Avendaño, C., Cadena, J., Arévalo, M.L., Campos, E., Cisneros, S.V.M., Aguirre, J. 2010. Las Variedades del Chayote Mexicano, recurso ancestral con potencial de comercialización. México: Grupo Interdisciplinario en investigación de *Sechium edule* en México, A.C.
4. Bardomiano, M.J., González, C.H., Pascual, M.M., Rosas, J.G., Morales, G.V. 2009. Productos derivados de Chayote (*Sechium edule*). Puebla.
6. Cadena, I.J., Arévalo, M.L. 2011. Las variedades de chayote y su comercio mundial. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 98 pp.
7. Cisneros, S.V.M 2003. Lucha de los Chayoteros veracruzanos por el mercado. Revista de Geografía Agrícola. 33: 77-107.
8. Colina, I.M.L. 2010. Deshidratación de alimentos. Editorial Trillas. México. 215 pp.
9. COVECA. 2010. Monografía del chayote. Veracruz, México.
10. DICA. 2014. Elaboran Gomitas a base de cidra con sabor muy natural. En: [http://www.innovacion.gob.sv/inventa/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7050:-elaboran-gomitas-a-base-de-cidra-con-sabor-muy-natural&catid=129:alimentos-y-bebidas&Itemid=297](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/index.php?option=com_content&view=article&id=7050:-elaboran-gomitas-a-base-de-cidra-con-sabor-muy-natural&catid=129:alimentos-y-bebidas&Itemid=297). Fecha de consulta 15 de noviembre de 2015.
11. El Economista. 2015. Hacia un consumidor saludable: cada vez compramos más alimentos sanos. En: <http://www.economista.es/empresas-finanzas/consumo/noticias/6724498/05/15/Hacia-un-consumidor-saludable-cada-vez-compramos-mas-alimentos-sanos.html>. Fecha de consulta: 17 octubre de 2016.
12. Escudero, A.E., González, S.P. 2006. La fibra dietética. Nutr. Hosp. 21(2): 61-72.
13. FAO. 2010. Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Análisis de fibra dietética. En: <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s18.htm>. Fecha de consulta 5 marzo de 2016.
14. Fellows, P. 1994. Tecnología del procesado de los alimentos: principios y prácticas. Edit. Acribia, S.A. Zaragoza, España.
15. Gómez, C.M.A., Schwentesius, R., Merino, A. 2006. El consumo de hortalizas en México y la marginación del medio rural. En: [http://fenix.cichcu.unam.mx/libroe\\_2006/0612796/09\\_c05.pdf](http://fenix.cichcu.unam.mx/libroe_2006/0612796/09_c05.pdf). Fecha de consulta el 10 de marzo de 2016.

16. ITESM. 2012. Plan rector del sistema producto "Chayote". En: [http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/estatales/EPT%20COMITE%20SISTEMA%20PRODUCTO%20CHAYOTE%20VERACRUZ/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR\\_CHAYOTE\\_VERACRUZ\\_2012.pdf](http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/estatales/EPT%20COMITE%20SISTEMA%20PRODUCTO%20CHAYOTE%20VERACRUZ/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR_CHAYOTE_VERACRUZ_2012.pdf). Fecha de consulta el 10 de febrero de 2016.
17. MAG. 2007. Agrocadena Chayote. En: [www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00078.pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00078.pdf). Fecha de consulta el 16 de marzo de 2016.
18. Medina, B.E.J. 2015. Rescatando a *Sechium edule*, elaboración de productos derivados de chayote. En: <http://solucionesparaelfuturo.com.mx/proyectos/034-06-D.pdf>. Fecha de consulta el 15 de marzo de 2016.
19. Mejía, C.M., Padilla, L., Duque, A.L., Giraldo, G., Rivera, J. 2014. Extracción, identificación y caracterización de la fibra dietaria de la cidra *Sechium edule*. Informe final proyecto de investigación 570. Universidad del Quindío. Quindío, Colombia. 32 pp.
20. Montoya, S. 2011. Alimentos deshidratados, opción para mejorar la dieta. En: <http://www.saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud/obesidad/consejos-alimenticios/alimentos-deshidratados-opcion-para-mejorar-la-dieta.html>. Fecha de consulta el 10 de Febrero de 2016.
21. Morfín, L.L. 2013. Manual de laboratorio de bromatología. FES-Cuautitlán, UNAM. México.
22. Reyes, H.E.C. 2012. Estudio del Chayote (*Sechium edule*), monografía. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Córdoba, Veracruz. 37 pp.
23. S.E. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria. En: <http://anprac.org.mx/CIDFiles/4/NOM051.pdf>. Fecha de consulta: 26 de mayo de 2016.
24. SEFIPLAN. 2016. Sistema de información municipal, cuadernillos municipales 2016, Coscomatepec. En: <http://ceieg.veracruz.gob.mx/wpcontent/uploads/sites/21/2016/05/Coscomatepec.pdf>. Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016.
25. SIAP. 2015. Cierre de la producción agrícola por estado para chayote. En: <http://www.siap.gob.mx>. Fecha de consulta el 25 de marzo de 2015.
26. SINAREFI. 2015. Red chayote. En: [http://www.sinarefi.org.mx/redes/red\\_chayote.html](http://www.sinarefi.org.mx/redes/red_chayote.html). Fecha de consulta el 25 de marzo de 2015.
27. Valdés, M.P. 2008. Manual de deshidratación. En: <http://manualdeshidratacion.blogspot.mx>. Fecha de consulta el 20 de febrero de 2016.

## **ANEXOS**



## Anexo 1. Proceso de deshidratación del chayote.



A) Tipos varietales: Caldero, Negro Xalapa, Verde Liso y Cambray.



B) Rebanado



C. Rodajas dispuestas antes del proceso de deshidratación.



D) Rodajas deshidratadas.



E) Pesado y embolsado de rodajas deshidratadas.



F) Producto obtenido del tipo varietal Negro Xalapa.



G) Producto obtenido del tipo varietal Caldero



H) Producto obtenido del tipo varietal Cambray

## Anexo 2. Análisis proximal del deshidratado de chayote.



**Determinación de extracto etéreo, con muestras de chayote, molidas y tamizadas.**



**Determinación de proteína cruda y de cenizas, de las muestras de chayote.**

**Anexo 3. Imágenes de la degustación del producto y aplicación de encuestas.**



#### Anexo 4. Formato de encuesta para el estudio de aceptación.

1. **Género:** Hombre ( ) Mujer ( )      **Edad:** \_\_\_\_\_      **Ocupación:**  
Estudio ( ) Trabajo ( ) Otro \_\_\_\_\_

2. ¿El producto fue de su agrado?

SI ( )      NO ( )

**Si la respuesta fue SI pase a la pregunta 4, si la respuesta fue NO pase a la pregunta 3.**

3. ¿Por qué razón no le gustó el producto?

No me gustó el sabor ( )      No me agradó la textura ( )      Otra ¿Cuál? :

**Pase a la pregunta 6**

4. ¿Cuál de las dos pruebas prefiere? Natural ( )      Saborizada ( )

Ambas me gustaron ( )

5. ¿Hasta cuánto pagaría por una presentación de 30g. de producto?

\$20.00 ( )      \$25.00 ( )      \$30.00 ( )      \$35.00 ( )      \$40.00 ( )

No lo compraría ( )

6. ¿Preferiría este producto en vez de cualquier fritura convencional?

SI ( )      NO ( )

7. ¿Cuál es su prioridad al comprar una fritura?

Que sea saludable ( )      Que sea económica ( )

Que tenga buen sabor ( )