

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E  
INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**“ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO TIPO COMPOTA  
A PARTIR DE LA CALABAZA (*Cucúrbita ficifolia*  
*Bouché*) CON ADICIÓN DE HARINA DE MAIZ (*Zea  
mays*) Y LECHE EVAPORADA”**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Presentado por **

**KENNY JIM COMETIVOS LIMAILLA**

**TINGO MARÍA – PERU**

**2015**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios.**

Por por darme la Fé y Fortaleza para perseverar y culminar mi carrera.

### **A mi madre.**

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

**Keny Cometivos Limailla**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing° Alfredo A., Carmona Ruiz, Asesor por su apoyo en la conducción del presente trabajo de Investigación

A los Ingenieros, Eduardo A. Cáceres Almenara, Arnaldo Ortega Rodríguez, Miembros del jurado, por su contribución al presente trabajo de investigación.

A los Profesores de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, FIIA, por su contribución, dedicación y apoyo en mi formación profesional

A la Biblioteca Central de la UNAS, y al personal Jefe, Director y personal de apoyo por su contribución en la recopilación de Información .

A los Jefes y al Personal Técnico de los Laboratorios de Ingeniería de Alimentos, Planta Piloto los docentes de la FIIA, por su apoyo en el uso de equipos y materiales.

Al personal administrativo de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por su apoyo durante el tiempo que pase en mis estudios.

A mis compañeros de Promoción y a todos los alumnos de la FIIA, por compartir mi tiempo y espacio durante mi permanencia. Nunca los olvidare.

A todas aquellas personas que contribuyeron en mi formación y superación profesional.

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Antecedentes de la Investigación .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Aspectos agrícolas del cultivo de la calabaza .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1 Origen .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2 información taxonómica .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3 Morfología .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.4 Frutos .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.5 Semillas .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.6 Usos y ventajas .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.7 Composición nutricional .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 La harina de maíz .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Leche evaporada .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.1 Generalidades de las leches concentradas .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.2 Proceso de elaboración de leche evaporada .....</b>	<b>15</b>
<b>2.5 Azúcar .....</b>	<b>18</b>

<b>2.6</b>	<b>Proceso de elaboración de la compota de calabaza .....</b>	<b>19</b>
<b>2.6.1</b>	<b>Recepción .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Preselección .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6.3</b>	<b>Lavado .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6.4</b>	<b>Pelado .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6.5</b>	<b>Pesado .....</b>	<b>21</b>
<b>2.6.6</b>	<b>Cortado .....</b>	<b>21</b>
<b>2.6.7</b>	<b>Liculado .....</b>	<b>21</b>
<b>2.6.8</b>	<b>Cernido .....</b>	<b>21</b>
<b>2.6.9</b>	<b>Dosificación .....</b>	<b>21</b>
<b>2.6.10</b>	<b>Cocción .....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.11</b>	<b>Envasado .....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.12</b>	<b>Etiquetado .....</b>	<b>23</b>
<b>2.6.13</b>	<b>Almacenado .....</b>	<b>23</b>
<b>2.7</b>	<b>Estabilidad en el almacenamiento y tiempo de vida de</b>	
<b>Anaquel .....</b>		<b>23</b>
<b>2.7.1</b>	<b>Fundamentos de las pruebas de vida útil .....</b>	<b>23</b>
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>

<b>3.1 Lugar de ejecución .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Materiales .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.1 Materia prima.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2 Materiales directos .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.3 Materiales indirectos .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.4 Equipos .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.5 Laboratorio .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.6 Reactivos y soluciones .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3 Métodos de análisis .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.1 Análisis físicoquímico .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.2 Análisis físico .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.3 Análisis microbiológico .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.4 Pruebas organolépticas .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3.5 Estudio de la estabilidad de los productos en</b>	
<b>Condiciones aceleradas .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4 Metodología experimental .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.1 Caracterización físicoquímica de la calabaza .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.2 Optimización de la formulación del alimento</b>	
<b>tipo compota .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4.3 Determinación del proceso productivo definitivo....</b>	<b>39</b>

3.5	Diseño experimental .....	41
3.5.1	Caracterización de la calabaza .....	41
3.5.2	Optimización de la formulación del alimento tipo compota .....	42
3.5.3	Estudio de la estabilidad del alimento tipo compota de calabaza .....	43
3.6	Análisis estadístico.....	44
3.6.1	Para la optimización de la formulación del Alimento tipo compota de calabaza .....	45
3.6.2	Para la estabilidad del alimento tipo compota de calabaza .....	46
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47
4.1	Caracterización fisicoquímica de la calabaza .....	47
4.2	Formulación del alimento tipo compota mediante Evaluación sensorial y pruebas físicas .....	50
4.2.1	Evaluación sensorial .....	50
4.2.3	Elección del mejor tratamiento .....	65
4.3	Proceso productivo definitivo .....	65

4.3.1	Recepcionado .....	66
4.3.2	Seleccionado .....	66
4.3.3	Pesado .....	67
4.3.4	Lavado .....	67
4.3.5	Pelado .....	67
4.3.6	Cortado .....	67
4.3.7	Precocido .....	68
4.3.8	Pulpeado .....	68
4.3.9	Tamizado .....	68
4.3.10	Dosificado y Mezclado I .....	68
4.3.11	Cocción y Mezclado II .....	69
4.3.12	Envasado .....	70
4.3.13	Almacenado .....	71
4.3.14	Balance de materia y rendimiento .....	71
4.4	Estudio de la estabilidad y de la vida útil .....	72
4.5.1	Humedad .....	73
4.5.2	Actividad de agua .....	74
4.5.3	Consistencia .....	75

4.5.4 Estimación de la vida útil .....	76
V. CONCLUSIONES .....	79
VI. RECOMENDACIONES .....	81
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	83
ANEXOS	

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1 Composición química de la calabaza</b>	<b>11</b>
<b>Cuadro 2 Contenido de vitaminas y minerales en la calabaza</b>	<b>11</b>
<b>Cuadro 3 Composición química de la harina de maíz</b>	<b>13</b>
<b>Cuadro 4 Referencias de los métodos utilizados en los análisis</b>	
<b>Químicos</b>	<b>31</b>
<b>Cuadro 5 Referencias de los métodos utilizados en los análisis</b>	
<b>Físicos</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro 6 Referencias de los métodos utilizados en los análisis</b>	
<b>Microbiológicos</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro 7 Ingredientes para elaborar el alimento tipo compota</b>	
<b>de calabaza</b>	<b>41</b>
<b>Cuadro 8 Caracterización física de calabaza en sus tres estados</b>	
<b>de madurez</b>	<b>42</b>
<b>Cuadro 9 Características físicas de las semillas de calabaza</b>	<b>48</b>
<b>Cuadro 10 Caracterización química de la calabaza y su semilla en</b>	

<b>Estado tierno y maduro</b>	<b>49</b>
<b>Cuadro 11 Rendimiento en pulpa y semilla de calabaza en sus</b>	
<b>Tres estados de madurez</b>	<b>50</b>
<b>Cuadro 12 Análisis de Varianza para color</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro 13 Optimización de la variable respuesta para maximizar el</b>	
<b>Color con un valor óptimo de 2.83625</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro 14 Análisis de Varianza para Olor</b>	<b>54</b>
<b>Cuadro 15 Optimización de la variable respuesta para maximizar el</b>	
<b>Olor con un valor óptimo de 2.88669</b>	<b>54</b>
<b>Cuadro 16 Análisis de Varianza para Sabor</b>	<b>55</b>
<b>Cuadro 17 Optimización de la variable respuesta para maximizar el</b>	
<b>Sabor con valor óptimo de 3.29116</b>	<b>57</b>
<b>Cuadro 18 Análisis de Varianza para Textura</b>	<b>59</b>
<b>Cuadro 19 Optimización de la variable respuesta para maximizar</b>	
<b>La textura con valor óptimo de 3.63708</b>	<b>59</b>
<b>Cuadro 20 Análisis de Varianza para la aceptabilidad</b>	<b>61</b>
<b>Cuadro 21 Optimización de la variable respuesta para maximizar la</b>	
<b>Aceptabilidad con valor óptimo de 2.83333</b>	<b>62</b>

<b>Cuadro 22 Valores de grados Brix y pH de la compota de calabaza</b>	<b>63</b>
<b>Cuadro 23 Ingredientes para elaborar el alimento tipo compota de Calabaza</b>	<b>70</b>
<b>Cuadro 24 Respuestas de las variables de los factores de la Estabilidad para el alimento tipo compota de calabaza</b>	<b>73</b>
<b>Cuadro 25 Análisis de Varianza para humedad del alimento tipo Compota de calabaza</b>	<b>74</b>
<b>Cuadro 26 Pruebas de Tukey HSD para humedad por envase</b>	<b>74</b>
<b>Cuadro 27 Análisis de Varianza para actividad de agua del alimento Tipo compota de calabaza</b>	<b>75</b>
<b>Cuadro 28 Pruebas de Tukey HSD para actividad de agua por envase</b>	<b>75</b>
<b>Cuadro 29 Análisis de Varianza para consistencia del alimento tipo Compota de calabaza</b>	<b>76</b>
<b>Cuadro 30 Pruebas de Tukey HSD para consistencia por envase del Alimento tipo compota de calabaza</b>	<b>76</b>
<b>Cuadro 31 Respuestas del recuento microbiológico a las cuatro Semanas para la compota de calabaza</b>	<b>77</b>
<b>Cuadro 32 Estimación de vida útil mediante datos experimentales</b>	

**para la compota de calabaza a diferentes temperaturas 77**

**Cuadro 33 Estimación de vida útil mediante datos propuestos para**

**la compota de calabaza 77**

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1 Cucurbita ficifolia Bouché</b>	<b>7</b>
<b>Figura 2 Partes de la calabaza</b>	<b>8</b>
<b>Figura 3 Semillas de Cucurbita ficifolia Bouché</b>	<b>9</b>
<b>Figura 4 Flujograma artesanal para elaborar compota de calabaza</b>	<b>22</b>
<b>Figura 5 Diagrama del proceso para la caracterización de calabaza</b> <b>(Cucurbita ficifolia B.)</b>	<b>35</b>
<b>Figura 6 Diagrama de flujo tentativo para elaborar un alimento tipo</b> <b>Compota de calabaza</b>	<b>40</b>
<b>Figura 7 Diseño experimental para optimizar la elaboración del</b> <b>Alimento tipo compota de calabaza</b>	<b>42</b>
<b>Figura 8 Diseño experimental para el estudio de la estabilidad y</b> <b>Determinación de la vida útil del alimento tipo compota</b> <b>de calabaza</b>	<b>44</b>
<b>Figura 9 Efectos principales para el color del alimento tipo compota</b> <b>de calabaza</b>	<b>52</b>
<b>Figura 10 Superficie de respuesta estimada del color</b>	<b>52</b>

<b>Figura 11 Contornos de la superficie de respuesta estimada del color</b>	<b>53</b>
<b>Figura 12 Efectos principales para el olor del alimento tipo compota de calabaza</b>	<b>54</b>
<b>Figura 13 Superficie de respuesta estimada del olor</b>	<b>55</b>
<b>Figura 14 Contornos de la superficie de respuesta estimada del olor</b>	<b>55</b>
<b>Figura 15 Efectos principales para el sabor del alimento tipo compota de calabaza</b>	<b>57</b>
<b>Figura 16 Superficie de respuesta estimada del sabor</b>	<b>58</b>
<b>Figura 17 Contornos de la superficie estimada del sabor</b>	<b>58</b>
<b>Figura 18 Efectos principales para la textura del alimento tipo compota de calabaza</b>	<b>60</b>
<b>Figura 19 Superficie de respuesta estimada de la textura</b>	<b>60</b>
<b>Figura 20 Contornos de la superficie de respuesta estimada para la Textura</b>	<b>60</b>
<b>Figura 21 Efectos principales para la aceptabilidad del alimento tipo Compota de calabaza</b>	<b>62</b>
<b>Figura 22 Superficie de respuesta estimada para la aceptabilidad</b>	<b>62</b>
<b>Figura 23 Contornos de la superficie de respuesta estimada de la</b>	

<b>Aceptabilidad</b>	<b>63</b>
<b>Figura 24 Diagrama de flujo definitivo para elaborar un alimento</b>	
<b>Tipo compota de calabaza</b>	<b>69</b>
<b>Figura 25 Diagrama de flujo con balance de materia de un alimento</b>	
<b>Tipo compota de calabaza</b>	<b>72</b>
<b>Figura 26 Método tiempo, tolerancia, temperatura (TTT)</b>	<b>78</b>

## RESUMEN

En la investigación se determinó las concentraciones adecuadas de las mezclas de leche evaporada, sacarosa y harina de maíz para desarrollar un método propicio en la elaboración de un alimento tipo compota de calabaza, esta fruta se produce en la sierra del Perú especialmente en la Sierra Central como Huánuco, Cerro de Pasco y Junín, se caracteriza por su delicioso sabor y sus elementos como el zinc, calcio y ácido ascórbico.

Para la elaboración de compotas de calabaza con concentraciones de leche evaporada, sacarosa y harina de maíz, es un proceso similar a cualquier tipo de compotas, jaleas y mermeladas, donde la pulpa de calabaza, es regulada mediante el pH (para una mejor gelificación) y cocción. La mezcla de pulpa de calabaza, leche evaporada, azúcar y harina de maíz, debe alcanzar los grados Brix de 68 aproximadamente, la compota para ser envasada debe estar a 80°C, en envases de vidrio previamente esterilizados. Para establecer la aceptación del producto, se efectuó la evaluación sensorial de los tratamientos, los cuales fueron evaluados por los panelistas, quienes evaluaron los atributos de: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

Se concluyó que el mejor tratamiento fue el A1B2C2 (8% de leche evaporada, 20% de sacarosa y 1,75% de harina de maíz). La estimación de vida útil del producto fue aproximadamente de 164 días a 25°C, se debe a que al tratarse de una compota está exento de sustancias que ayuden a la conservación del producto es por ello que el producto debe ser almacenado a temperatura de refrigeración.

El alimento tipo compota elaborada tiene características similares a las otras compotas comerciales, en características organolépticas. Dicho producto tiene la característica de poseer un alto contenido calórico, proteico y nutricional que ayuda a personas con desnutrición por ser un producto netamente para bebés en pleno crecimiento.

## INTRODUCCIÓN

La calabaza (*Cucúrbita ficifolia Bouché*), en nuestro país se cultiva principalmente en las provincias de la región de la Sierra o Interandina entre 3000 y 4000 m.s.n.m. en esas altitudes existen temperaturas que varía desde 15-25°C donde se obtienen altas producciones. Requiere las mismas condiciones ecológicas que el zapallo, pero presenta mayor rusticidad a las heladas.

En nuestro país hasta la actualidad no hay una planta artesanal o industrial para el procesamiento de la calabaza (*Cucúrbita ficifolia Bouché*), que desarrolle productos alimenticios enriquecidos nutricionalmente a base de cultivos nativos. Esto hace necesario la presentación de planes prácticos para el aprovechamiento integral de la fruta, es así que el fin primordial de esta investigación es crear inquietud en los niveles productivos y financieros para dar apoyo a la producción y procesamiento de la calabaza y otras frutas.

La falta de ingenio en procesar productos que ayuden a fortalecer el sistema inmunológico de las personas, y a la vez fomenten recursos que ayuden a mejorar la economía de agricultores y personas que apliquen un procesamiento adecuado para la obtención de nuevos productos de calidad como el que pretendemos obtener, además considerando la importancia que posee la investigación debemos tomar en cuenta ciertos aspectos que pueden influir negativamente en esta investigación así tenemos: la escases de cultivo por parte del agricultor, la poca rentabilidad económica, la operación de pelado de esta fruta requiere de un equipo especial, la falta de costumbre del consumidor de incluir en su dieta.

Para el planteamiento de la investigación en cuestión cabe mencionar sobre la factibilidad de la incorporación de la tecnología mencionada, la cual es propicia para la región Huánuco, puesto que esta fruta es producida en climas fríos, y sus reservas serían el almacenar en lugares frescos y secos para aumentar el tiempo de vida útil hasta su respectivo procedimiento.

La investigación se dirigirá a determinar la aceptabilidad de la compota de la calabaza con miras en un futuro próximo a sustituir a las compotas tradicionales en la industria alimenticia.

La investigación se justifica plenamente, porque estamos comprometidos científica, tecnológica y solidariamente a contribuir en la resolución de un problema que está afectando a la sociedad y a la economía del país como es la mala alimentación y por ende la desnutrición.

La finalidad de la investigación es darle un mejor uso a la calabaza en forma de compota, para el aprovechamiento de la materia prima para elaborar un producto con un alto contenido energético, de consistencia untuosa, de fácil digestibilidad, y de sabor agradable que ayude a la nutrición de las personas, ante lo manifestado nos planteamos los siguientes objetivos:

- Formular y elaborar un alimento tipo compota a partir de la calabaza (*Cucúrbita ficifolia Bouché*) mediante mezclas con harina de maíz (*Zea mays L.*), leche evaporada y sacarosa.
- Caracterizar fisicoquímicamente la calabaza variedad semilla blanca.

- Optimizar la formulación del alimento tipo compota mediante una evaluación sensorial y pruebas físicas.
- Establecer el proceso productivo definitivo del alimento tipo compota de calabaza mediante el establecimiento de parámetros óptimos, balance de materia y rendimiento.
- Caracterizar el producto final fisicoquímicamente y microbiológicamente.
- Determinar el tiempo de vida útil de la compota de calabaza (*Cucúrbita ficifolia Bouché*), en el mejor tratamiento.

## I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

Entre los trabajos que aportan ayuda para el tema en investigación están: Elaboración de mermeladas de calabaza criolla (Tesis de Grado), Colección Producción mundial de calabaza (FAO N° 26), El ácido ascórbico producido de la calabaza (Libro), Desarrollo de un alimento para niños a partir de la mezcla de quinua germinada (Libro), Elaboración de mermelada de uvilla (*Physalis peruviana*) con adición de fibra (Tesis de Grado), y Situación de calabaza en la elaboración de mermelada de Guayaba-Calabaza y Mora-Calabaza(Tesis de Grado).

Con la industrialización de la calabaza se tendrá efectos positivos tanto en la producción agrícola, así como en el abastecimiento de productos con nueva imagen y con considerable calidad para su respectiva comercialización (RODRÍGUEZ; RUILOVA y LARREAO, 1990).

La composición química proximal de la calabaza varía entre límites que dependen no solo de las líneas, sino también de las condiciones de cultivo, climatología, abonado, época de cosecha, hasta que llega al consumidor. Los procesos de manufactura son uno de los principales factores que modifican su composición (FAO, 2007).

El aporte de ácido ascórbico se eleva a medida que la calabaza alcanza su grado de madurez óptimo (46 mg). Dado su poder antioxidante, el

ácido ascórbico neutraliza los radicales libres y evita así el daño que los mismos generan al organismo (LICATA, 2007).

No contiene casi grasas, pero sí proteínas; es pobre en hidratos de carbono (glúcidos) y sodio, por lo que puede ser utilizado en la alimentación de diabéticos e hipertensos.

En cambio, su contenido en minerales esenciales es muy alto y nos proporciona potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro y otros oligoelementos como el yodo, zinc, flúor, cobre y cromo; también posee vitaminas A y E, beta carotenos; vitaminas del grupo B: B1, B2 y B6 y ácido fólico que junto con el hierro, mejora y previene los problemas de anemia.

Es un buen alimento para niños, mujeres embarazadas y ancianos el cuál es de muy agradable sabor por ser un producto dulce (FAO, 2007). En el Perú un 85% de su población recibe una alimentación no adecuada; ya sea por ingerir alimentos de escaso valor energético, en la cantidad insuficiente o debido al consumo de alimentos contaminados (ACUÑA y FIERRO, 1994).

Las tecnologías que se han desarrollado para la industrialización de frutas, son métodos de conservación específicos que dependen de varios factores, como: variedad, textura, grado de madurez, firmeza de cocimiento, cantidad de jugo, acidez, resistencia al almacenamiento (PILAMALA, 2009).

La calabaza es de producción continua y de considerable textura, exige menor tiempo de almacenamiento, por lo que se puede mantenerlo en lugares frescos y secos sin que sus propiedades nutritivas se alteren.

La industria alimenticia en el Perú tiene un mercado amplio y creciente debido al aumento de la población urbana, lo que genera la necesidad de

satisfacer a estos núcleos cada vez más numerosos. Frente a esta demanda, es necesaria la aplicación de una tecnología adecuada que permita conservar a la materia prima con sus mejores características durante un tiempo prolongado (MASAQUIZA y POVEDA, 1992).

La investigación sobre la elaboración de compota de calabaza (*Cucúrbita ficifolia Bouché*), como una tecnología aplicable para transformar en un nuevo producto a la calabaza, se debe a que la fruta se encuentra en las zonas frías y su consumo es mínimo.

## **2.2. Aspectos agrícolas del cultivo de la calabaza**

### **2.2.1. Origen**

El origen de la calabaza (*Cucúrbita ficifolia*) es aún incierto. Se tienen dos teorías. Algunos autores afirman que por la evidencia lingüística su origen es mexicano, ya que los nombres empleados tienen origen náhuatl (chilacayote, lacayote), dialecto propio de la región; sin embargo, los restos arqueológicos más antiguos conservados provienen del Perú. Se desconoce la variedad silvestre de la que se haya originado y las hipótesis apuntan a una especie, posiblemente nativa de la región oriental de la cordillera andina.



Figura 1. *Cucurbita ficifolia* Bouché.

### 2.2.2. Información taxonómica

REINO: Plantae

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Violales

FAMILIA: Cucurbitaceae

GÉNERO: Cucurbita

ESPECIE: *Cucurbita ficifolia* Bouché, 1837

NOMBRES COMUNES: En náhuatl: chilacayote (México, Guatemala). En castellano: calabaza (Perú, Bolivia, Argentina), chiverri (Honduras, Costa Rica), victoria, auyama (Colombia); alcayota, cayote (Chile). En inglés: fig leaf squash, fig leaved gourd, malbaargourd. (SIOVM, 2007)

### 2.2.3. Morfología

La calabaza (*Cucúrbita ficifolia* B.) es una planta rastrera o trepadora, monoica, perteneciente a la gran familia de plantas dicotiledóneas. Poseen un fruto carnoso, de forma redonda y alargada, de cáscara gruesa, rugosa o lisa, resistente a bajas temperaturas, pero no a heladas severas.

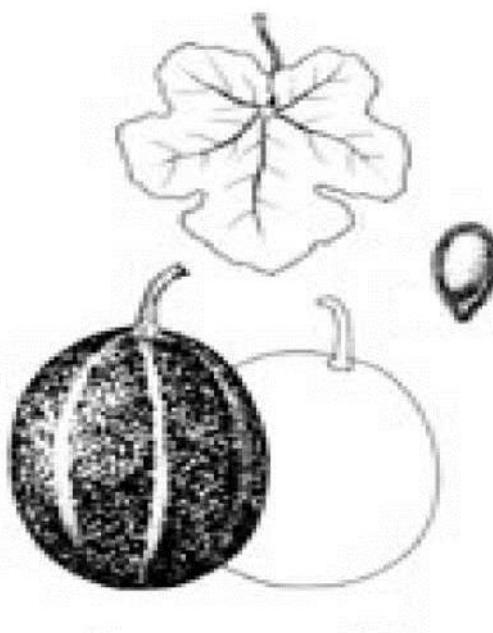


Figura 2. Partes de la calabaza

### 2.2.4. Frutos

Los frutos pueden llegar a medir de entre 15 a 50 cm de largo, de forma ovoide elíptico, a veces ligeramente comprimido en el ápice, que une el fruto con el tallo. Su epicarpio (cáscara) es rígida, persistente, comúnmente se puede apreciar tres modelos de coloración: verde claro u oscuro, con o sin franjas longitudinales blancas hacia el ápice; verde con pequeñas manchas blancas y blancos o crema.

Además, el mesocarpio o pulpa es de color blanco con textura granulosa y fibrosa. Cabe resaltar que en el centro del fruto existen folículos contenedores de semillas, los cuales son de forma alargada.

### 2.2.5. Semillas

Las semillas de calabaza varían en su forma y cantidad de acuerdo con el tamaño, variedad y zona geográfica. Son generalmente ovaladas-elípticas (1,6 a 2,2 cm de longitud) y comprimidas (0,5 a 1,5 mm de espesor). El centro de las semillas es de color pardo oscuro y dependiendo de la polinización, son blanquecinas o amarillentas. (PARSONS, 1986)



Figura 3. Semillas de *Curcubita ficifolia* B.

### 2.2.6. Usos y ventajas

Las diferentes partes de las plantas de *C. ficifolia* se destinan a diversos usos alimenticios.

El fruto en nuestro país se lo consume en sopas, mermeladas (dulce de calabaza), colada. Para la preparación de estos platos, es necesario establecer que en sopas se utiliza la calabaza tierna, en tanto que

para la elaboración de los dulces se utiliza la calabaza madura.

En otras regiones como Honduras, Guatemala y México, la pulpa de los frutos maduros de cucurbitáceas se destinan a la elaboración de bebidas refrescantes o ligeramente alcohólicas; además, en ciertos países de Centro América, usan la cáscara como recipiente para recolectar agua.

Estudios recientes, realizados en Chile, han demostrado que algunas enzimas proteolíticas extraídas de la pulpa de los frutos de *Cucúrbita ficifolia* puede usarse en el tratamiento de agua residual. (SIOVM, 2007)

El valor nutritivo más importante de la calabaza se encuentra en las semillas, cuyo consumo representa un aporte considerable de proteínas. Son también muy apreciadas en la elaboración de dulces, barras energéticas, granolas con alto contenido de fibra, etc. En la actualidad, se da un valor agregado a la semilla de calabaza mediante un tratamiento térmico, el cual inhibe la acción de las brioninas y permitiendo la obtención de un producto, con alto contenido de fibra, que tiene dos presentaciones, dulce y salada.

Los tallos y hojas se utilizan como forraje de ganado menor. Además, se utiliza como patrón para el injerto de otras especies de cucúrbitas de mayor interés, como el pepinillo (*Cucumis sativus L.*).

## **2.2.7. Composición nutricional**

### **2.2.7.1. Proximal**

La composición química proximal de la calabaza se muestra en

el Cuadro 1, en donde los datos de la composición química varía entre límites que dependen no solo de las líneas, sino también de las condiciones de cultivo, climatología, abonado, época de cosecha, hasta que llega al consumidor. Los procesos de manufactura son uno de los principales factores que modifican su composición. (FAO, 2007).

El agua y los carbohidratos son los compuestos más abundantes de la calabaza.

Cuadro 1. Composición química de la calabaza\*

<b>Constituyente</b>	<b>Tierno</b>	<b>Maduro</b>
Humedad (%)	94,5	91,4
Proteína (%)	0,3	0,2
Grasa (%)	0,1	0,5
Carbohidratos totales, (%)	4,4	6,9
Fibra cruda (%)	0,5	0,6
Ceniza (%)	0,2	0,4

Fuente: FAO \* En base fresca

### 2.2.7.2. Minerales y vitaminas

En el cuadro 2, se presenta el contenido de vitaminas y minerales tanto de la calabaza tierna, como de la madura.

Cuadro 2. Contenido de vitaminas y minerales en la calabaza

<b>Constituyente</b>	<b>Tierna</b>	<b>Madura</b>
Calcio (mg)	24	21
Fósforo (mg)	13	6
Hierro (mg)	0,3	0,5
Caroteno (mg)	0,04	---
Tiamina (mg)	0,02	0,01
Riboflavina (mg)	0,01	0,02
Niacina (mg)	0,26	0,22
Acido ascórbico (mg)	18	4

Fuente: FAO \* En base seca

Se observa que en estado tierno el contenido de calcio (24 mg) es mayor al compararlo con el maduro y de la misma forma sucede con el fósforo (19 mg). Este es uno de los minerales básicos, pues forma parte de los ácidos nucleicos DNA, RNA y de los fosfolípidos, que participan en la emulsificación y transporte de grasa. (FAO, 2007).

La calabaza constituye una buena fuente de vitaminas del grupo B; la más abundante es la niacina.

También se observa que el aporte de ácido ascórbico se eleva a medida que el zambo alcanza su grado de madurez óptimo (46 mg). Dado su poder antioxidante, el ácido ascórbico neutraliza los radicales libres y evita así el daño que los mismos generan al organismo. (LICATA, 2007)

### **2.3. La Harina de maíz**

El maíz destinado a la elaboración de harina, es una variedad en el que predomina el almidón blando o menos compacto, que facilita la molienda del grano. Se cultiva mucho en los Andes sudamericanos, territorios que ocupaba el antiguo Imperio inca. La harina de maíz se extrae al moler la parte interna o núcleo del grano. Esta parte representa el 75% del peso del grano del cereal, y está formado fundamentalmente por almidón, y por un complejo proteico denominado zeína. El maíz no origina harinas panificables, ya que no contiene en su composición las proteínas que conforman el gluten al amasarse con agua.

Existen diferentes tipos de harinas de maíz por lo que se utiliza la molienda del maíz harinoso, se debe a que al tener gran cantidad de almidón

ayuda a una gelificación permitiendo obtener un producto con mayores características organolépticas (GUICHARD, ISSANCHOU, DESCOURVIERES, ANSETIEVANT, 1991).

Cuadro 3. Composición química de la harina de maíz.

<b>Componentes</b>	<b>Cantidades</b>
Valor Energético	48 (Kcal)
Agua	12.0 (g)
Proteínas	8.3 (g)
Grasas	2.8 (g)
Hidratos de Carbono	75.7 (g)
Magnesio	47 (mg)
Sodio	52 (mg)
Potasio	120 (mg)
Vitamina B1	0.4 (mg)
Vitamina B2	0.13 (mg)

La composición química de la harina depende del grado de extracción (cantidad de harina obtenida a partir de 100 kilos de cereal), así conforme aumenta el grado de extracción, disminuye la proporción de almidón y aumenta el contenido en componentes de las envolturas del cereal como minerales, vitaminas y fibra. La harina de maíz de mayor consumo es blanca, por lo que el grano ha sido despojado de sus envolturas externas y del germen. Apenas contiene vitaminas B1, minerales y carece totalmente de fibra vegetal, (ARAYA, 1996).

## **2.4. Leche evaporada**

### **2.4.1. Generalidades de las leches concentradas**

La concentración de la leche tuvo sus orígenes después de los trabajos de Nicolás Appert; y en 1856, Gail Borden patentó el procedimiento para fabricar leche concentrada estéril. Casi paralelamente se empezó a desarrollar el proceso de elaboración de leche condensada utilizando concentraciones del 45% de azúcar y así en 1883, se montó la primera planta para la producción de leche condensada en Canadá. (ALAIS, 1985).

Los productos que se encuentran en el grupo de las leches concentradas se encuentran; la leche evaporada, leche condensada y leche en polvo. En el caso de la leche en polvo, en 1887 en Inglaterra se patentó la primera planta para desecación de leche. Sin embargo, solo hasta 1950 se tuvo acceso al proceso de instantaneización de la desecación de leche; procedimiento ampliamente difundido en la actualidad y que se tratará con detalle más adelante.

La leche evaporada y condensada se elaboran a partir de leche entera, leche descremada o leche semidescremada. Las leches concentradas o condensadas tienen una alta concentración de sólidos, obtenidos por evaporación de la leche normal. Al respecto, en las leches concentradas este porcentaje se duplica o triplica, con porcentajes de sólidos que van del 24 al 36%.

Las primeras etapas de fabricación son similares para los dos productos: estandarización, precalentamiento y concentración por

evaporación. En ese sentido, ALAIS et al. (1985) asiente que la leche es sometida a un severo tratamiento térmico y de concentración que provoca cambios en la estructura de la leche afectando principalmente en los equilibrios salinos y estructura micelar de la caseína. Sin embargo, estos efectos pueden contrarrestarse con un precalentamiento de la leche y adición de sales estabilizantes.

Estos productos lácteos concentrados tienen una gran aceptabilidad y se han posicionado de gran manera en todos los mercados por la facilidad de conservación pues no necesitan refrigeración, el período de vida útil es largo y el manejo es relativamente sencillo, (ALAIS, 1985)

#### **2.4.2. Proceso de elaboración de leche evaporada**

La leche evaporada dice ALAIS (1985) es el producto que se obtiene por concentración de la leche por el calor y después esterilizada en recipientes herméticos que generalmente son metálicos aunque también se utilizan bolsas selladas. La leche evaporada varía en su composición especialmente por el contenido de materia grasa y en ese sentido se tienen leche evaporada entera, semidescremada y descremada.

El proceso de elaboración de leche evaporada contempla las siguientes etapas:

##### **2.4.2.1. Recepción de la leche**

Recordar en este caso que la leche debe ser recibida en excelentes condiciones de calidad especialmente higiénica pues para este

caso, la leche es sometida a un tratamiento térmico severo y la calidad higiénica es determinante en este caso. Dentro de los análisis de calidad que cobran importancia en este caso es la prueba del alcohol; la cual sirve de referencia para verificar la estabilidad de la leche frente al calor. Al respecto, la prueba del alcohol debe dar negativa. En el proceso de elaboración de leche evaporada no puede utilizarse leches ni siquiera débilmente ácidas y para este caso no es permitida la neutralización de la leche.

#### **2.4.2.2. Estandarización**

La estandarización en este caso, consiste en estandarizar la relación materia grasa/extracto seco de la leche, con el fin de ajustarla teniendo en cuenta el tipo de leche que se desea obtener. La estandarización de la leche concentrada se tratará detenidamente más adelante en la lección 40 de este capítulo.

#### **2.4.2.3. Precalentamiento**

El precalentamiento de la leche tiene por objeto reducir en parte la flora microbiana presente en la leche, estabilizar las proteínas haciendo que la leche evaporada sea más resistente a la esterilización que se lleva a cabo envasada, destruir las lipasas para evitar el enranciamiento y por último, aumentar la eficacia del evaporador permitiendo la entrada de la leche a temperaturas más altas que las del primer efecto. El primer precalentamiento se sucede a temperatura que oscila entre 85 - 90°C en tanques en donde se mantiene la leche durante 15 a 20 minutos. Después la

leche sufre un segundo pre tratamiento en continuo a una temperatura más elevada que alcanza 100-120°C durante uno a tres minutos ó a 150°C durante 25 segundos. Para este proceso se utilizan intercambiadores de calor de placas o tubulares que funcionan a presión.

En esta etapa como también hasta la esterilización de la leche; se puede presentar el fenómeno de coagulación dulce; causada por la gelificación de las proteínas y es sucedida por reacciones enzimáticas de las bacterias proteolíticas que puedan estar presentes en la leche. Este fenómeno se produce cuando hay un almacenamiento prolongado del producto en alguna de las fases de elaboración desde el precalentamiento hasta la esterilización y generalmente hubo deficiencias en el manejo de las sales estabilizantes, un precalentamiento insuficiente.

El aumento de la temperatura en la leche origina una disminución en el contenido de minerales ultra filtrables de calcio y fosfatos; un descenso de pH y aumento en el contenido de fosfato cálcico coloidal. Al respecto, en el precalentamiento se modifica la distribución del calcio y el fosfato que aumentan en su forma coloidal. Sin embargo, estos cambios son reversibles y el calcio y fosfato soluble aumentan lentamente durante la refrigeración aunque, del 10 al 15% de la concentración de calcio y fosfato coloidal producido en el pre calentamiento es irreversible.

#### **2.4.2.4. Concentración por evaporación**

El sistema de evaporación consiste en un sistema continuo de múltiples efectos en donde la leche se calienta rápidamente de manera que

las transformaciones químicas no son considerables y el producto tampoco alcanza a caramelizarse.

Existen diferentes modelos o tipos de evaporadores con diversas características técnicas; los cuales se diferencian por el diseño y funcionamiento. En cuanto al diseño, pueden ser de circulación, de corriente descendente o de placas. Por el funcionamiento se distinguen los continuos y discontinuos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la mayoría de evaporadores trabajan con recuperación de calor pues los vapores desprendidos son conducidos de nuevo a la instalación y pasan de nuevo al cuerpo del vaporizador una vez que sean condensados o son utilizados para el calentamiento previo de la leche.

Los evaporadores discontinuos se emplean cuando la cantidad de agua a extraer es poca. En ese sentido, en la evaporación de leche es más utilizado en evaporador continuo. También se tiene que un evaporados puede tener una o más etapas en donde se denomina de doble (dos etapas) o múltiple efecto (más de dos etapas). El más utilizado en la industria láctea es el evaporador continuo que funciona en múltiple efecto.

Estos aparatos tienen la ventaja de reducir el tiempo de contacto entre la leche y el líquido calefactor.

## **2.5. Azúcar**

La sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), también conocida como azúcar común, es un disacárido formado de una molécula de glucosa y una de fructosa. Es soluble en agua y ligeramente en alcohol y éter.

La sacarosa posee las siguientes propiedades:

- Dulzor, por lo que es usada en la elaboración de caramelos, jarabes y muchos productos alimenticios.
- Coligativas, disminuye el punto de congelación, eleva el punto de ebullición y la osmoticidad.
- Alto grado de solubilidad, por lo que forma jarabes fácilmente, gracias a que forma soluciones moleculares debido al intercambio de puentes de hidrógeno.
- Reducción de la actividad de agua del alimento, mediante al aumento de la presión osmótica. En concentraciones elevadas evita el crecimiento de microorganismos.
- Uniformidad del tamaño de sus partículas, lo cual la hace un vehículo ideal para los aditivos de los alimentos, como saborizante o diluyente, o bien como esponjante.
- La sacarosa imparte densidad y volumen, dulzor, sabor y viscosidad en caramelos y dulces de tipo gel que contienen pectina y almidón, para que soporten la estructura de gel y alcancen el sabor deseado. (LÜCK y LAGER, 2000)

## **2.6. Proceso de elaboración de la compota de calabaza**

Con el objeto de tener un patrón de referencia para la elaboración de compota de calabaza se sigue el siguiente proceso, figura 4.

### **2.6.1. Recepción**

Se realiza la adquisición de las calabazas, en mercados o plazoletas.

### **2.6.2. Preselección**

Se observa el estado en el que se encuentra la calabaza, es decir si presenta defectos no tolerables que afecten la aptitud de consumo, como lesiones causadas por microorganismos, grietas, cortes y magulladuras.

Ya que al no realizar esta operación se va a tener problemas en el sabor y calidad del producto final.

### **2.6.3. Lavado**

Se realiza con agua potable para eliminar la suciedad que se acumula en la cáscara de la calabaza, además para el lavado se debe utilizar un cepillo de cerdas suaves que ayuden a eliminar la suciedad que se encuentran en las partes corrugadas de la cáscara de la calabaza.

### **2.6.4. Pelado**

Se realiza con un cuchillo para empezar con la parte superficial de la calabaza puesto que no se cuenta con equipos especiales para su pelado.

### **2.6.5. Pesado**

Se realiza con la ayuda de una balanza, y se lo efectúa para determinar la cantidad de calabaza con la que se va a trabajar y así saber la cantidad de materia prima que se ocupará en la elaboración de mermelada.

### **2.6.6. Cortado**

Se realiza con la finalidad de obtener cubos de la pulpa de la calabaza.

### **2.6.7. Licuado**

Esta operación permite obtener pulpa neta en estado homogéneo de tal manera que evite grumos al momento de su procesamiento.

### **2.6.8. Cernido**

El objetivo de esta operación es obtener la mayor parte de pulpa sin bagazo para mejorar la calidad del producto final.

### **2.6.9. Dosificación**

Se añade seis kilos de pulpa de calabaza y cuatro kilos de azúcar, esta operación depende de la producción que se realiza durante el día.

### 2.6.10. Cocción

Se cocina la pulpa de calabaza junto con el azúcar hasta obtener una concentración de (65-68) ° Brix.

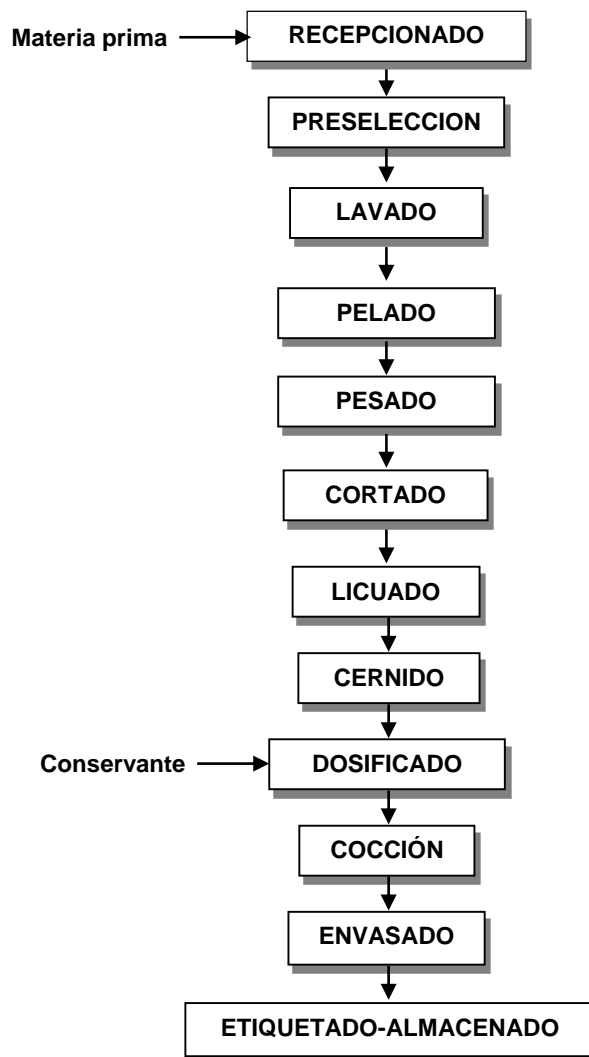


Figura 4. Flujograma artesanal para elaborar compota de calabaza.

### 2.6.11. Envasado

Se efectúa el llenado con la compota a (80-85) °C, en envases previamente esterilizados y con tapas completamente herméticas.

### **2.6.12. Etiquetado**

En la etiqueta del producto se presenta la fecha de elaboración y de caducidad del producto y las formas de conservación.

### **2.6.13. Almacenado**

La temperatura para su estabilidad debe estar alrededor de la temperatura ambiente es decir 18°C, o mantenerse en lugares frescos y secos.

## **2.7. Estabilidad en el almacenamiento y tiempo de vida de anaquel**

### **2.7.1. Fundamentos de las pruebas de vida útil**

En general, la estabilidad hace referencia a la acción del producto bajo determinadas condiciones de prueba y el monitoreo del producto hasta su perecimiento. El tiempo transcurrido hasta el perecimiento es el tiempo de vida útil. En la industria alimentaria, la estabilidad básica de un producto alimenticio depende de varios factores como del cambio que sufren sus ingredientes, del proceso de manufactura, del material de empaque, de los gases circundantes y de la distribución del producto empacado.

En relación con la optimización del procesamiento y transformación (manufactura) y su incidencia sobre la estabilidad, es necesario considerar algunos factores importantes, tales como la tecnología de post-cosecha (calidad del fruto, estabilidad al ser almacenado, características físicas y químicas, propiedades funcionales, comportamiento

de procesamiento y desarrollo de productos), la calidad nutritiva (calidad proteínica, disponibilidad de energía, efecto complementario y suplementario) e incluso la producción y el rendimiento del cultivo que permita obtener ingresos adecuados. (SPEIGEL, 1995)

En la industria, se suelen realizar ensayos de almacenamiento para determinar el tiempo de vida de anaquel de un alimento, bajo una o más de las siguientes condiciones:

#### **2.7.1.1. Normal**

Ensayos que se llevan a cabo bajo condiciones ambientales de temperatura y humedad, que persiguen determinar la estabilidad básica del alimento. (SPEIGEL, 1995)

#### **2.7.1.2. Acelerada**

A escala industrial es importante saber si determinado producto soportará el almacenamiento prolongado, por lo cual se realizan pruebas aceleradas de vida útil consistentes en colocar el producto bajo condiciones severas, usualmente de temperatura y humedad relativa mayor a la normal, o temperatura mayor y humedad relativa menor. Estas condiciones aceleran la tasa de degradación y en consecuencia el producto se deteriora más pronto, (SPEIGEL, 1995)

### **2.7.1.3. Extrema**

La condición extrema, además de acelerar el deterioro de productos, es utilizada principalmente para evaluar materiales de empaque, (SPEIGEL, 1995)

## **2.7.2. Factores que afectan la vida útil de productos estériles**

El requisito fundamental de cualquier alimento es su inocuidad en el momento del consumo. Otro requisito, es el mantenimiento de las propiedades organolépticas durante cierto tiempo. La pérdida de estas propiedades no representa un riesgo para la salud, pero sí es desagradable a la percepción del consumidor. Por lo tanto, es importante comprender las causas que originan el deterioro de los alimentos para desarrollar técnicas que permitan su evaluación y eliminación, o por lo menos el retardo de su efecto en los alimentos.

### **2.7.2.1. Cambios químicos**

Los cambios químicos que pueden presentarse en un alimento, son originados por:

#### **Acción enzimática**

A temperaturas favorables, como la temperatura ambiente, muchas reacciones enzimáticas proceden a alterar rápidamente los atributos de calidad de los alimentos.

### **Reacciones oxidativas**

La presencia de ácidos grasos insaturados en los alimentos, es la primera razón para el desarrollo de rancidez durante el almacenamiento, siempre y cuando exista oxígeno disponible, (SANTILLÁN, 2007)

### **Oscurecimiento no enzimático**

La formación de pigmentos oscuros en los alimentos durante el procesado y almacenamiento es un fenómeno muy común. Son el factor limitante más importante de la vida útil en el anaquel. (SANTILLÁN, 2007)

#### **2.7.2.2. Cambios físicos**

Los cambios físicos son causados por el maltrato de los alimentos durante la cosecha, el procesamiento y la distribución. Originan la reducción de la vida de anaquel. Entre los más comunes se encuentran la apariencia, la viscosidad, el endurecimiento, la precipitación de sólidos, la separación de fases y la cristalización de azúcares. Los ingredientes más utilizados, para prevenir o retardar los cambios físicos. Los hidrocoloides juegan un papel fundamental en la textura y apariencia de los alimentos.

## **II. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1. Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de Análisis de Alimentos, Química, Microbiología de los alimentos, Análisis Sensorial, Planta Piloto de frutas y hortalizas de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en la Ciudad de Tingo María.

### **2.2. Materiales**

#### **2.2.1. Materia Prima**

Fueron aquellas calabazas que no han experimentado ninguna transformación importante en su estado natural, que se utilizó para ser integrados en un proceso y transformarlo en producto de consumo final.

La calabaza que se utilizó para el desarrollo de este producto fue natural y habiendo cumplido su grado de madures, siendo de fácil adquisición en nuestro medio. Para llevar a cabo este proceso se extrajo la pulpa de esta fruta, que es la parte blanca comestible libre de cáscara, piel, semillas, y partes similares, pulpeada reducidas a un puré. Cuya pasta fue importante en la elaboración de esta compota a la cual se añadió aditivos con la única finalidad de mejorar su aspecto físico para convertirlo en un alimento

tipo compota. La variedad empleada para la obtención de este producto fue la calabaza de semilla blanca o criolla

### **2.2.2. Materiales directos**

Se utilizaron los siguientes materiales:

- Azúcar
- Leche evaporada
- Harina de maíz
- Gelatina
- Glucosa
- Canela
- Clavo de olor
- Agua

### **2.2.3. Materiales Indirectos**

- Envases de vidrio.
- Etiquetas.
- Recipientes de acero inoxidable.
- Pulpeador.
- Paleta de madera.
- Marmita de cocción.

### **2.2.4. Equipos**

- Balanza.

- Recipientes de acero inoxidable y otros utensilios.
- Reómetros
- Termómetros.
- Envases de vidrio de 250 ml con tapa.
- pH-metro.
- Brixómetro.
- Incubadora.

#### **2.2.5. Laboratorio**

- Termómetro de 100 °C
- Matraz de Erlenmeyer de 250 ml.
- Buretas.
- Balones de digestión.
- Vasos de precipitación de 50, 100 y 250 ml.
- Crisoles de porcelana.
- Fiolas de 50, 100 y 500 ml
- Vaguetas
- Pipetas graduadas de 2.5 y 10 ml.
- Placas petri.
- Embudos de vidrio.

### **2.2.6. Reactivos y soluciones**

Solución buffer 7, solución de cloruro de sodio al 2.5%; ácido cítrico; hidróxido de sodio; medios de cultivo y todos aquellos que tengan que ver con los análisis fisicoquímicos.

## **2.3. Método de análisis**

Las referencias de los métodos que se utilizaron tanto para la caracterización fisicoquímica, como para el desarrollo de los productos, a partir de la pulpa de calabaza, se detallan en los cuadros 4, 5 y 6

### **2.3.1. Análisis fisicoquímico**

Se realizó tanto de la pulpa de calabaza y de la compota de acuerdo al cuadro 5, donde se indica los análisis realizado de la muestra sea esta la pulpa o la compota y el método.

### **2.3.2. Análisis físico**

Se efectuaron análisis físicos esto solamente en los tratamientos con la finalidad de establecer en el mejor el valor correspondiente que fue el óptimo, la forma como se realizó se indica en el cuadro 6

### **2.3.3. Análisis microbiológico**

Se detalla en el cuadro 7, se indica que se analizó hongos, levaduras y E. coli

Cuadro 4. Referencias de los métodos utilizados en los análisis químicos

<b>Análisis</b>	<b>Muestra</b>	<b>Métodos</b>
Humedad	Pulpa madura, pulpa tierna, mucílago, cáscara, semilla, compota	En estufa a presión atmosférica. Método de la A.O.A.C. N° 925.09, adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.
Cenizas	Pulpa madura, pulpa tierna, mucílago, cáscara, semilla, compota.	Por calcinación en una mufla a 600°C. Método de la A.O.A.C. N°923.03, adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.
Extracto etéreo	Pulpa madura, pulpa tierna, mucílago, cáscara, semilla, compota	En un equipo Goldfish con 1 a 2 g de muestra. Método de la A.O.A.C. N° 920.39C, adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.
Proteína bruta	Pulpa madura, pulpa tierna, mucílago, cáscara, semilla, compota.	Por Micro Kjeldahl en 0,04 g de materia molida. Método de la A.O.A.C. N° 920.87, adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.
Fibra	Pulpa madura, pulpa tierna, mucílago, cáscara, semilla, compota.	Método de la A.O.A.C. N° 962.09, adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.
Elementos libres de nitrógeno	Pulpa madura, pulpa tierna, mucílago, cáscara, semilla, compota.	Método de la A.O.A.C. adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.
Azúcares Totales	Pulpa madura	Determinación por HPLC. Método MO EC 0520, adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.
Preparación de la muestra	Pulpa tierna, semimadura, madura, compota	Métodos de la A.O.A.C N° 920.149, adaptado por el Laboratorio de pos cosecha del DECAB (2007)
pH	Pulpa tierna, semimadura, madura, compota.	Métodos de la A.O.A.C. N° 981.12, adaptado por el Laboratorio de pos cosecha del DECAB (2007).
Acidez titulable	Pulpa tierna, semimadura, madura, compota.	Métodos de la A.O.A.C. N° 942.15, adaptado por el Laboratorio de pos cosecha del DECAB (2007).

Fuente: Departamento de nutrición y calidad INIAP, Laboratorio de poscosecha del DECAB-EPN

Cuadro 5. Referencias de los métodos utilizados en los análisis físicos

<b>Análisis</b>	<b>Muestra</b>	<b>Método</b>
pH y Grados Brix	Alimento tipo compota	Mediante un pH-metro y Brixómetro
Consistencia/ Rendimiento	Alimento tipo compota	Reómetro Brookfield

Fuente: Laboratorio de poscosecha del DECAB-EPN

Cuadro 6. Referencias de los métodos utilizados para el recuento microbiológico

<b>Análisis</b>	<b>Muestra</b>	<b>Método</b>
Hongos y Levaduras	y Compotas	Método determinado para cada placa por el fabricante
NMAV	Compotas	Método determinado para cada placa por el fabricante

Fuente: Laboratorio de nutrición INIAP

#### 2.3.4. Pruebas organolépticas

Las pruebas organolépticas fueron realizadas con la finalidad de establecer el mejor tratamiento, para lo cual se utilizaron 15 jueces semientrenados y cuyo método a utilizarse es mediante una prueba hedónica de 4 puntos para calificar las 12 muestras. En ésta prueba se evaluó el color, olor, textura, sabor y aceptabilidad.

Se evaluó la acción de la adición de leche, sacarosa y la harina de maíz, sobre las características sensoriales del alimento tipo compota,

proporcionando en un vaso descartable pequeño las muestras de los tratamientos.

El formato de la hoja de evaluación se muestra en el anexo 1 y los resultados de ésta se evaluaron haciendo un análisis de superficie de respuesta donde analizaremos el ANVA factorial de 2 x 2 x 3 y la optimización de la formulación más apropiada para tener una máxima calificación. Todas las evaluaciones de las muestras se harán con dos repeticiones.

### **2.3.5. Estudio de la estabilidad de los productos en condiciones aceleradas**

Los alimentos tipo compotas se almacenaron a condiciones aceleradas 90% de humedad relativa y 35 °C, con el fin de disminuir el tiempo de estudio de la estabilidad de los productos.

La estabilidad del alimento tipo compota de calabaza se estudió en dos tipos de empaque: fundas de polietileno-polipropileno y en envases de vidrio.

Mediante un muestreo al azar, cada dos días el producto fue sometido a los análisis establecidos para determinar humedad, actividad de agua y firmeza durante el tiempo de almacenamiento como una medida de control en los alimentos tipo compota de calabaza.

## **2.4. Metodología experimental**

El presente trabajo se realizó en fases bien definidas que consisten en la caracterización de la calabaza variedad criolla o de semilla blanca, la optimización de la formulación, la determinación del proceso productivo definitivo y la caracterización del producto terminado.

### **2.4.1. Caracterización fisicoquímica de la calabaza**

En la figura 5 se muestra la secuencia que se utilizó para realizar la caracterización fisicoquímica de la calabaza.

#### **2.4.1.1. Recepción de las calabazas**

En esta etapa, se utilizó una báscula (capacidad 20 kg), para la determinación del peso del fruto entero. Se realizó esta operación en tres frutos tres veces en cada uno.

#### **2.4.1.2. Limpieza**

Se utilizaron agua potable, desinfectante (cloro), y cepillos plásticos para ropa. El cloro se utilizó en una concentración de 50 ppm por cada litro de agua.

### 2.4.1.3. Dimensionamiento del fruto

Además, se procedió a la medida de largo y ancho del fruto, para lo cual se colocó el fruto en una mesa, que en cuya superficie tuvo adherida una cinta métrica y se tomó los valores del largo y ancho del fruto en centímetros.

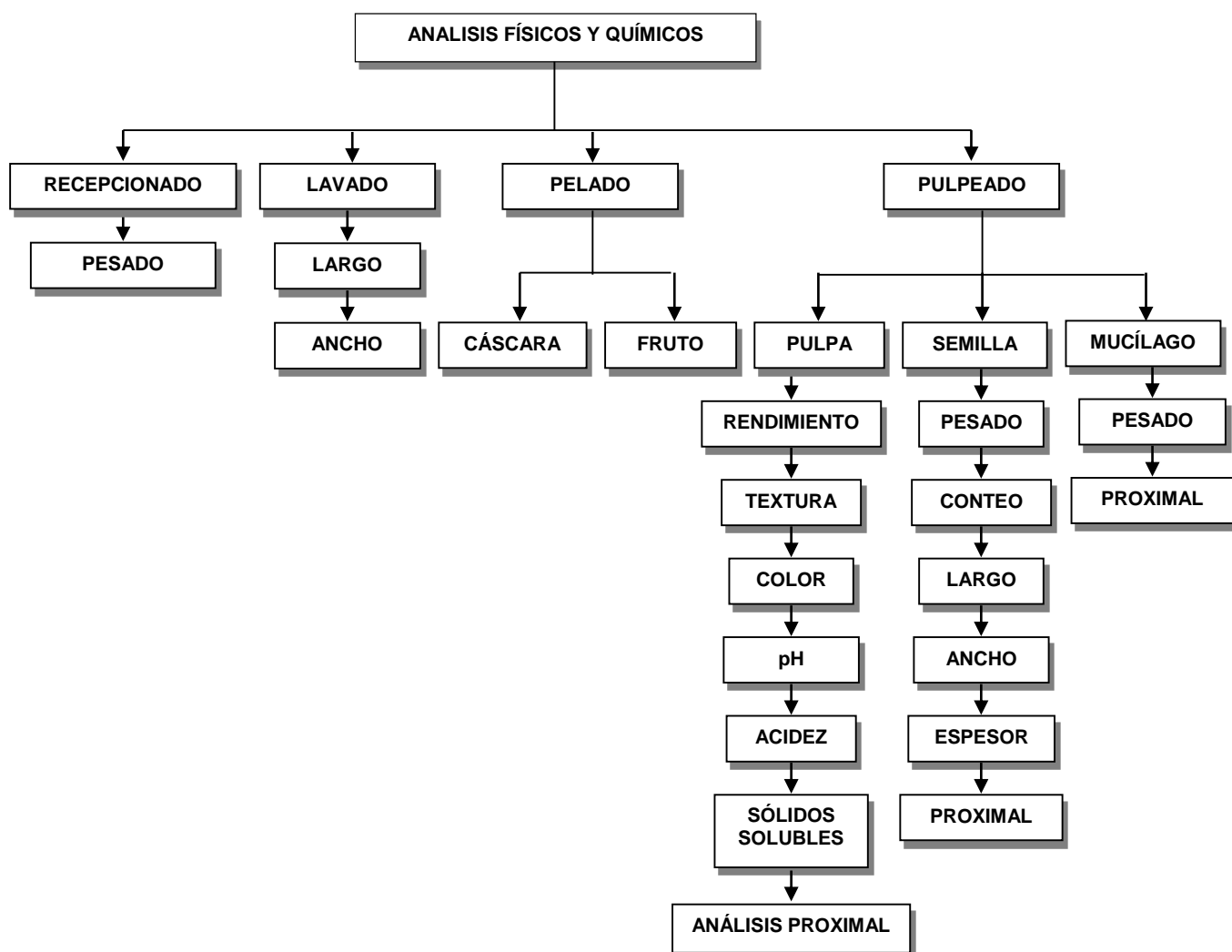


Figura 5. Diagrama del proceso para la caracterización de calabaza (*Cucurbita ficifolia B.*)

#### **3.4.1.5. Pelado**

Terminado el proceso de lavado y dimensionamiento se retiró la cáscara, de forma manual, con ayuda de cuchillos de acero inoxidable. Posteriormente se pesó la cáscara en una balanza digital (capacidad 4100 g).

#### **3.4.1.6. Cortado**

Luego del pelado, el fruto se cortó en trozos, lo que facilitó la extracción del mucílago y las semillas, que posteriormente se pesaron en una balanza.

#### **3.4.1.7. Caracterización de la pulpa**

En la caracterización de la pulpa de calabaza se determinaron los parámetros que se detallan a continuación.

##### **Color interno**

La medida del color se realizará mediante la utilización del colorímetro. La medición se realizara directamente en la pulpa y por duplicado en tres puntos diferentes. Los resultados se expresaron como valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ .  $L^*$  define la luminosidad,  $a^*$  y  $b^*$  definen la cromaticidad rojo verde y azul-amarillo, respectivamente.

### **Sólidos solubles (°Brix)**

Se Licuó la pulpa troceada en una licuadora comercial, marca Oster modelo Super Deluxe, por un lapso de 2 minutos y una velocidad media. La pulpa se cernió y del jugo obtenido se tomó una muestra representativa (20 ml), en la cual se le midió directamente el valor de sólidos solubles (en porcentaje). Para la medida de los sólidos solubles se utilizó un Brixómetro, realizándose dos medidas por cada muestra de jugo.

### **pH**

Para la medir el pH se usó un pH-metro electrónico de electrodo marca Orión, modelo 210 A. El electrodo se introdujo en el jugo preparado, y se registró dos valores por cada muestra de jugo.

### **Acidez titulable**

Para la determinación de la acidez titulable se tomó una muestra de 25 ml de jugo preparado y se diluyó con 250 ml de agua destilada. Se añadió 0.3 ml de fenolftaleína a la solución anterior y se tituló con una solución de NaOH 0.1N, hasta que el jugo adopte un color rosa, que persistió durante 30 segundos. La acidez titulable se reportó como porcentaje del ácido predominante en la calabaza (ácido cítrico, factor 0.06404). (A.O.A.C., 2000), 942.15.

### **Análisis proximal de la pulpa de calabaza**

En el análisis proximal de la pulpa de calabaza se determinó proteína bruta, grasa, cenizas, fibra bruta, minerales y humedad. (Anexo II).

#### **3.4.1.8. Caracterización de las semillas de calabaza**

##### **Número de semillas**

El número de semillas se determinó mediante un conteo que se realizó de forma manual.

##### **Dimensiones de las semillas**

Para medir el largo, ancho y espesor de las semillas se utilizó un pie de rey digital. Se realizaron tres mediciones de cada dimensión en un total de 500 semillas.

##### **Análisis proximal de las semillas**

En el análisis proximal de las semillas se realizó la determinación de proteína bruta, grasa, cenizas, fibra bruta, humedad.

#### **3.4.1.9. Análisis del mucílago de calabaza**

El análisis químico proximal del mucílago se realizó para determinar proteína bruta, grasa, cenizas, fibra bruta, humedad.

### **3.4.2. Optimización de la formulación del alimento tipo compota**

En esta fase se realizaron los ensayos en base al diagrama de flujo tentativo que se muestra en la figura 6 y al diseño experimental que describimos más adelante, se evaluó los porcentajes o cantidades de sacarosa en dos niveles: 16% (80 g) y 20% (100 g), los porcentajes de leche evaporada en dos niveles: 8% (40 g) y 10% (50 g) y los porcentajes de harina de maíz (maicena) en tres niveles: 1,5% (7,5 g), 1,75% (8,75 g) y 2% (10 g).

La formulación se optimizó en base a la evaluación sensorial (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad) y a pruebas físicas (pH, Grados Brix, consistencia y rendimiento).

### **3.4.3. Determinación del proceso productivo definitivo**

Se procederá según el flujograma tentativo que se ilustra en la figura 6, teniendo en cuenta las variables estudiadas según el cuadro 8.

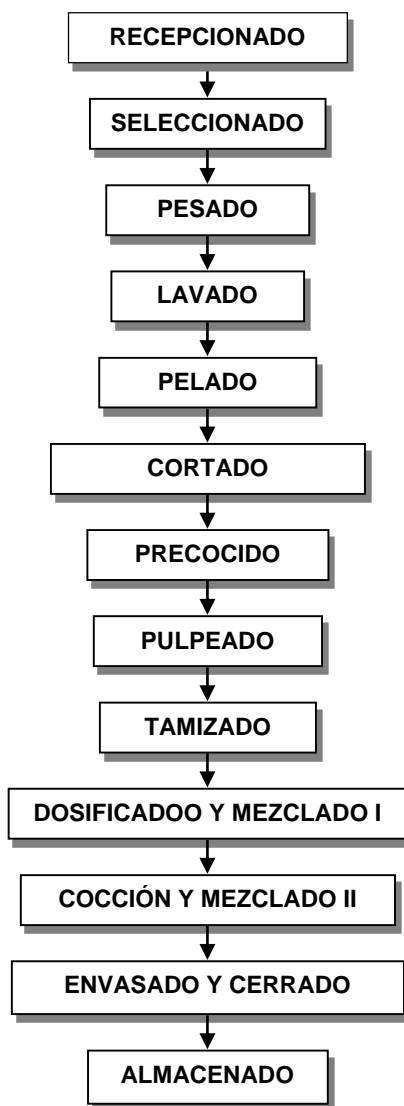


Figura 6. Diagrama de flujo tentativo para elaborar un alimento tipo compota de calabaza

Cuadro 7. Ingredientes para elaborar el alimento tipo compota de calabaza.

<b>Componentes</b>	<b>Gramos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Pulpa de calabaza	500,00	100,00
Leche evaporada*	40, 00; 50,00	8,00; 10,00
Sacarosa*	80,00; 100,00	16,00; 20,00
Maicena*	7,50; 8,75; 10,00	1,50; 1,75; 2,00
Gelatina sin sabor	1,05	0,21
Glucosa	12,5	2,50
Ácido Cítrico	0,8	0,16
Canela	5,0	1,00
Clavo de olor	5,0	1,00
Agua	125,00	25,00

(\*) Variables de la formulación

Las cantidades de materia prima e ingredientes para elaborar el alimento tipo compota se muestra en el cuadro 7.

### **3.5 Diseño experimental**

#### **3.5.1. Caracterización de la calabaza**

En esta etapa no existió diseño experimental, solamente se hicieron pruebas fisicoquímicas específicas que se tuvieron que realizar como ya explicamos en materiales y métodos.

### 3.5.2. Optimización de la formulación del alimento tipo compota

En la figura 7 se tiene el diseño experimental para la elaboración del alimento tipo compota de calabaza elaborada con dos niveles de leche evaporada (8% y 10%), con dos niveles de sacarosa (16% y 20%) y tres niveles de maicena (1,5%, 1,75% y 2%).

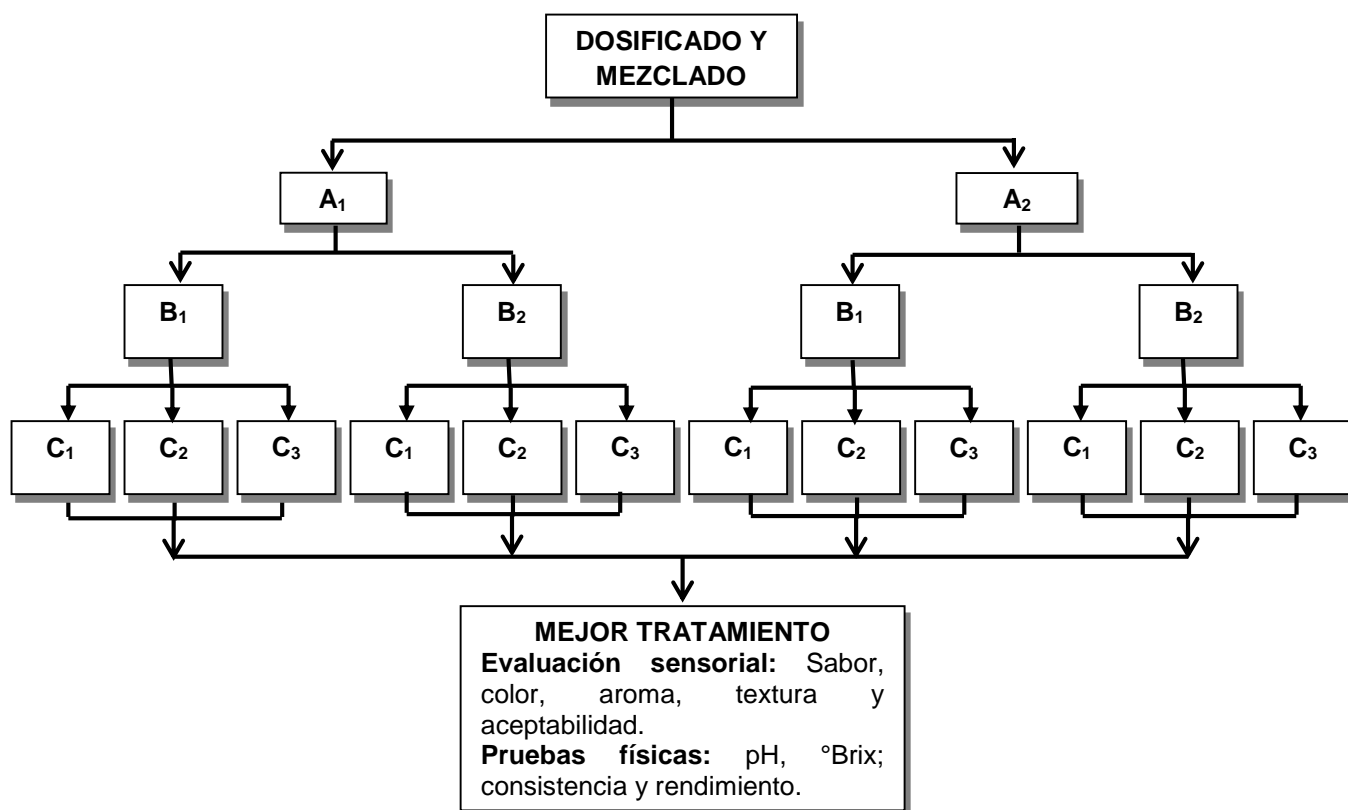


Figura 7. Diseño experimental para optimizar la elaboración del alimento tipo compota de calabaza.

En la figura 2 se tiene:

**A:** Leche evaporada

**A<sub>1</sub>:** 8%

**A<sub>2</sub>:** 10%

**B:** Sacarosa

**B<sub>1</sub>:** 16%

**B<sub>2</sub>**: 20%

**C**: harina de maíz (maicena)

**C<sub>1</sub>**: 1,5%

**C<sub>2</sub>**: 1,75%

**C<sub>3</sub>**: 2%

Es necesario indicar que son 12 tratamientos que se realizaran con dos repeticiones para dar un mejor nivel de confianza a las pruebas que se puedan analizar con el análisis de variancia.

### **3.5.3. Estudio de la estabilidad del alimento tipo compota de calabaza**

En la figura 8 se tiene los factores de estudio en la estabilidad del alimento tipo compota de calabaza.

En la figura 8 se tiene:

**E**: Tipo de Envase

**E<sub>1</sub>**: vidrio

**E<sub>2</sub>**: Bolsas de polietileno

**Θ**: Tiempo de almacenamiento (días)

**θ<sub>0</sub>**: 0 días

**θ<sub>1</sub>**: 3 días

**θ<sub>2</sub>**: 6 días

**θ<sub>3</sub>**: 9 días

**θ<sub>4</sub>**: 12 días

**θ<sub>5</sub>**: 15 días

$\theta_6$ : 18 días

$\theta_7$ : 21 días

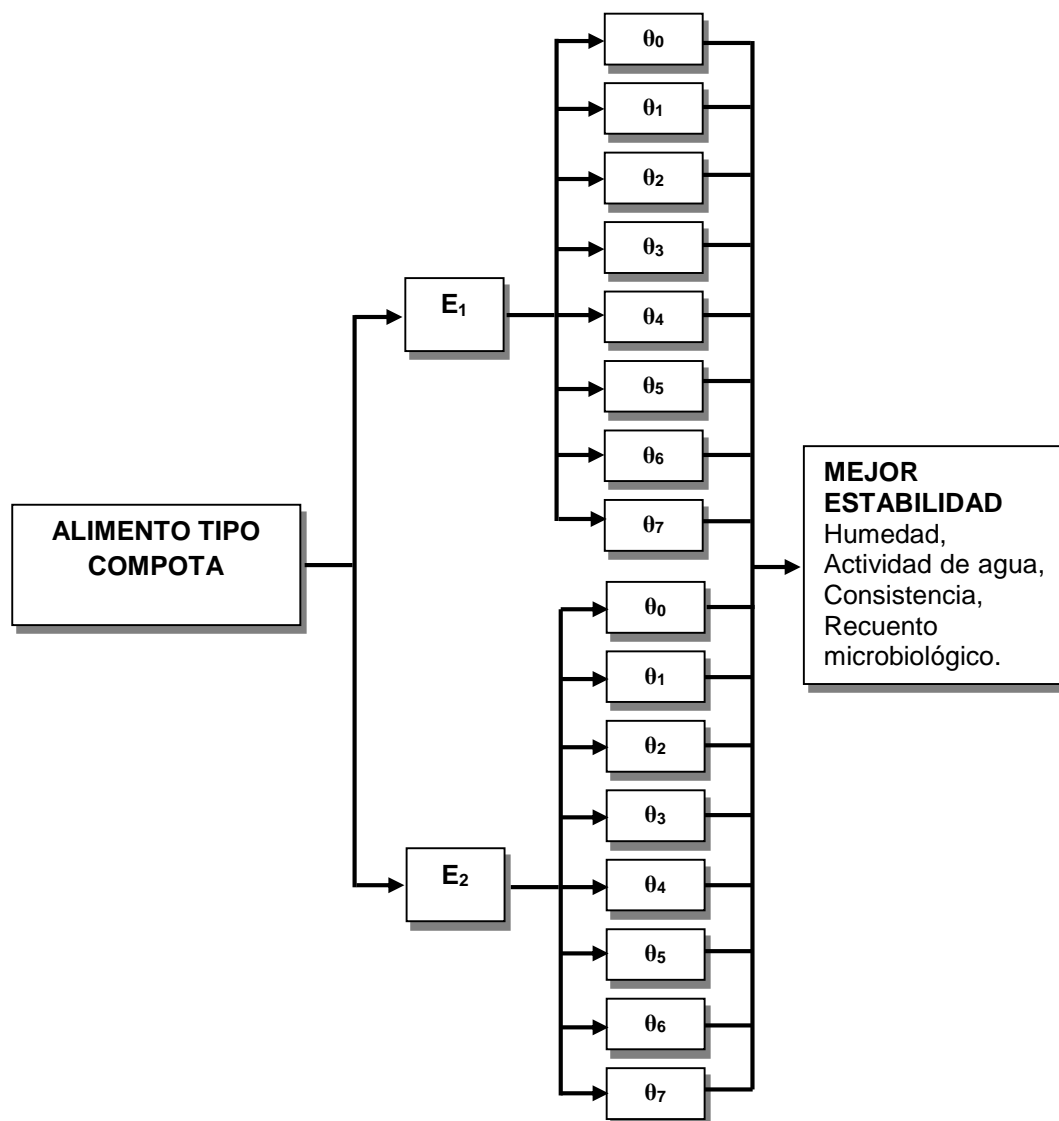


Figura 8. Diseño experimental para el estudio de la estabilidad y determinación de la vida útil del alimento tipo compota de calabaza.

### 3.6. Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas se hicieron solamente a dos niveles del

trabajo de investigación que fueron: Para el estudio de la optimización de la formulación y para el estudio de la estabilidad del alimento tipo compota de calabaza donde se determinara el tiempo de vida útil.

### **3.6.1. Para la optimización de la formulación del alimento tipo compota de calabaza**

Para el análisis estadístico se utilizó el programa STATGRAPHICS CENTURION XVI, con el que se determinó el coeficiente de variación (%) de los datos, se obtuvo la tabla de análisis de varianza y se realizó la prueba de Duncan, con un 95% de confianza, para determinar si existió una diferencia significativa en cuanto al análisis sensorial (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad) y a las pruebas físicas (pH, grados Brix, consistencia y rendimiento).

Se aplicó el análisis de superficie de respuesta, planteado por UREÑA (2000), con un ANVA completo al azar con arreglo factorial de 2 x 2 x 3 con dos repeticiones, cuyo modelo matemático fue:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + C_k + (A*B)_{ij} + (B*C)_{jk} + (A*C)_{ik} + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Resultado de la evaluación

$U$  = Efecto medio de las evaluaciones

$A_i$  = Leche evaporada con 2 niveles: 8% y 10%

$B_j$  = Sacarosa con 2 niveles: 16% y 20%

$C_k$  = Harina de maíz (maicena) con 3 niveles: 1,5%; 1,75% y

2%

$E_{ij}$  = Error experimental

### 3.6.2. Para la estabilidad del alimento tipo compota de calabaza

Determinado el mejor tratamiento en cuanto a la formulación, elaborado el alimento tipo compota de calabaza, se procedió a evaluar la estabilidad del alimento tipo compota de calabaza mediante el análisis estadístico, se utilizó el programa STATGRAPHICS CENTURION XVI, con el que se determinará el coeficiente de variación (%) de los datos, se obtuvo la tabla de análisis de varianza y se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey para cada factor, con un 95% de confianza, para determinar si existió una diferencia significativa entre humedad, actividad de agua, consistencia y rendimiento.

Se aplicó un diseño factorial completamente al azar 2 x 10 con 2 repeticiones, con un análisis de superficie de respuesta planteado por UREÑA (2000), cuyo modelo matemático fue:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + \theta_j + E \cdot \theta + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  : Respuesta de la aceptabilidad.

$\mu$  : Media poblacional.

$E_i$  : Efecto del tipo de envase con dos niveles: Frascos de Vidrio y bolsas de polietileno

$\theta_j$  : Efecto de los tiempos con 7 niveles: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 y 21 días

$E_{ijk}$  : Error experimental.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Caracterización físico química de la calabaza

En los cuadros 8, 9, 10, se muestran los resultados obtenidos de los análisis físicos y químicos respectivamente, los parámetros físicos se determinaron en tres estados de madurez de la calabaza, en tanto que los parámetros químicos se realizaron en la calabaza tierna, madura y en la semilla.

Cuadro 8. Caracterización física de calabaza en sus tres estados de madurez

Categoría	Largo (cm)	Ancho (cm)	L/A	N° de semillas	Color	
					L	°H
Tierno	28,59 ±	17,23 ±	1,66 ±	510,49 ±	76,86 ±	
	2,61	0,86	0,12	55,26	1,50	-64,25
Semi-maduro	34,87 ±	18,74 ±	1,86 ±	324,77 ±	73,47 ±	
	4,48	2,29	0,29	171,82	2,91	-68,46
Maduro	29,99 ±	19,76 ±	1,52 ±	665,34 ±	75,34 ±	
	2,75	1,36	0,12	68,64	1,39	-66,97

Los valores de la relación largo-ancho para la calabaza tierna (1,66); establecen que este fruto en su estado inicial de madurez posee una figura ovoide alargada, en tanto que a medida que su estado de madurez se incrementa su relación cambia (1,52). Se establece que existe un incremento en el ancho del fruto. De igual forma esta relación se mantiene cuando el fruto ha llegado a su estado óptimo de madurez.

De acuerdo a la metodología CIELAB 1971, el color de la pulpa de calabaza no mostró un cambio significativo, debido a que los valores obtenidos de luminosidad (L) y tono (H) no presenta mayor variabilidad entre estados de madurez.

Cuadro 9. Características físicas de las semillas de calabaza

<b>CATEGORÍA</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>L/A</b>	<b>Espesor</b>	<b>Peso</b>
Semilla Blanca	20,77 ± 0,71	12,64 ± 0,54	1,64 ± 0,10	2,53 ± 0,13	0,27 ± 0,02

En los resultados del cuadro 9 se puede observar que la semilla de calabaza madura tiene una forma ovoide alargada.

La caracterización química de la calabaza y de la semilla se presenta en el cuadro 10, el cual muestra que en la pulpa el valor determinante es el extracto libre de nitrógeno (carbohidratos), luego sigue en su orden la fibra y la proteína respectivamente.

Además, se puede apreciar que las semillas de calabaza representan el 3,7% del total, por lo cual se realizó un análisis proximal, de donde se obtuvo valores de grasa 42,37%, proteína 27,34% y fibra 20,24%.

Al comparar los valores de sólidos solubles de la calabaza tierna 3,43 °Brix, con los obtenidos en la calabaza madura 5,28 °Brix, se puede establecer que el incremento de estos valores se encuentra directamente relacionado con la disminución de la humedad del fruto de 95,36% en tierno, a 93,65% en maduro.

Cuadro 10. Caracterización química de la calabaza y su semilla en estado tierno y maduro

Análisis	Tierno		Maduro			Semilla
	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Mucílago	Almendra
Humedad %	93,79	95,36	87,93	93,65	93,90	4,77
Cenizas %	1,11	0,33	1,03	0,5	0,89	4,93
E. Etéreo %	0,11	0,03	0,22	0,04	0,07	41,04
Proteína %	0,81	0,22	1,09	0,35	1,00	28,40
Fibra %	1,22	0,45	4,72	0,72	0,52	20,40
ELN %	2,95	3,62	5,00	3,69	3,62	0,46
pH	—	5,69	—	5,42	—	—
Acidez	—	0,04	—	0,08	—	—
% Ac. Cítrico						
S. S. (°Brix)	—	3,43	—	5,28	—	—

En lo referente al valor de pH y acidez de la pulpa presentados en el cuadro 10, se puede observar que estos valores son deseables para obtener productos que le proporcionen valor agregado a la pulpa, mediante la elaboración de productos agroindustriales.

En el cuadro 11, se muestra los rendimientos obtenidos en la calabaza analizadas en sus tres estados de madurez. Los rendimientos se relacionan directamente con su estado de madurez, cabe resaltar que el rendimiento de la pulpa y la semilla de calabaza dependerá directamente del tamaño de fruto recolectado y de su manejo agronómico.

Cuadro 11. Rendimiento en pulpa y semilla de calabaza en sus tres estados de madurez

<b>Categoría</b>	<b>% Semillas</b>	<b>% Pulpa</b>
Tierno	6,91 ± 0,75	59,74 ± 1,68
Semimaduro	3,32 ± 0,99	58,47 ± 3,95
Maduro	3,74 ± 0,46	60,38 ± 1,59

### **3.2. Formulación del alimento tipo compota mediante una evaluación sensorial y pruebas físicas**

#### **3.2.1. Evaluación sensorial**

Para la elaboración de la compota de calabaza se determinó los factores a utilizar, siendo estos la leche evaporada, la sacarosa y la maicena, se evaluó color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, mediante 15 panelistas.

##### **3.2.1.1. Color**

Mediante el diseño factorial 2x2x3 aplicado, se determinó el color de los tratamientos por parte de los panelistas. Estos resultados se presentan en el anexo 2, donde constan las calificaciones de las dos réplicas, dadas por los catadores. En el cuadro 12, se presentan los resultados del análisis de varianza (ANVA), obteniendo como resultado que para la sacarosa y para la interacción leche evaporada-sacarosa existe diferencia estadística con un nivel de significancia 0.05%.

En el cuadro 13, se tiene la optimización que nos da la superficie de respuesta donde nos indica que el mejor tratamiento fue

A1B2C1 (8% de leche evaporada; 20% de azúcar y 1,5% de maicena) que presento un calificación promedio de 2,83625 que equivale a 3; es decir que los panelistas consideran que la compota de calabaza tiene un color opaco, se debe al color característico de la pulpa cocinada.

Cuadro 12. Análisis de Varianza para Color

<b>Fuente</b>	<b>S. C.</b>	<b>G.L.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F calc</b>	<b>P valor</b>
A:Leche evaporada	0,0096	1	0,0096	0,56	0,4658
B: Sacarosa	0,135	1	0,135	7,88	<b>0,0133</b>
C:Maicena	0,00330625	1	0,00330625	0,19	0,6667
AB	0,07935	1	0,07935	4,63	<b>0,0481</b>
AC	0,00225625	1	0,00225625	0,13	0,7218
BC	0,0138063	1	0,0138063	0,81	0,3836
CC	0,0256687	1	0,0256687	1,50	0,2399
Bloques	0,00201667	1	0,00201667	0,12	0,7363
Error total	0,257046	15	0,0171364		
Total (corr.)	0,52805	23			

Cuadro 13. Optimización de la variable respuesta para maximizar el color con un valor óptimo de 2.83625

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
Leche evaporada	8,0	10,0	8,0
Sacarosa	16,0	20,0	20,0
Maicena	1,5	2,0	1,5

En las figuras 9, se aprecia con claridad esta tendencia aunque no es clara en las figuras 10 y 11 de la superficie de respuesta y sus contornos.

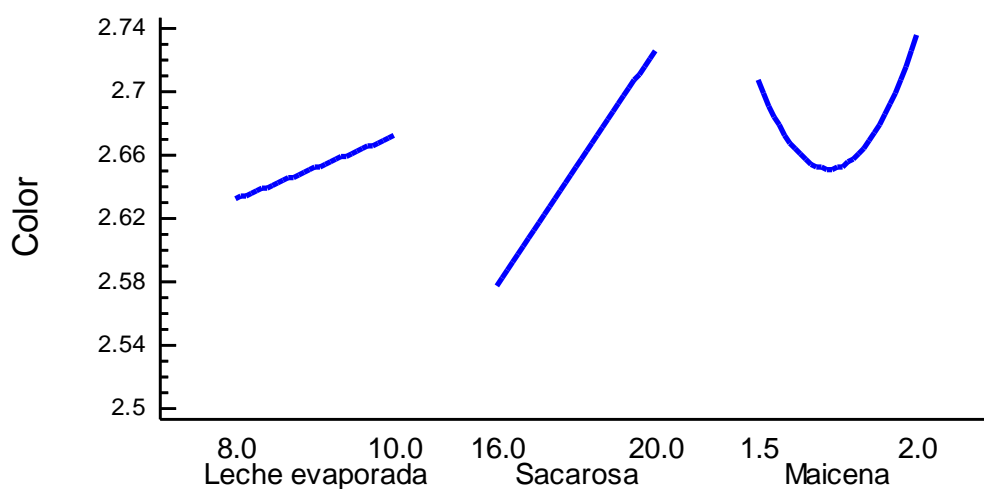


Figura 9. Efectos principales para el color del alimento tipo compota de calabaza

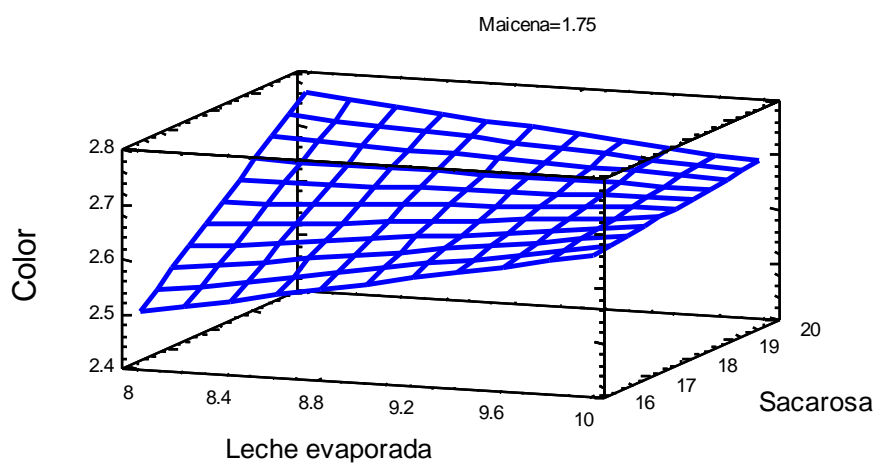


Figura 10. Superficie de respuesta estimada del color

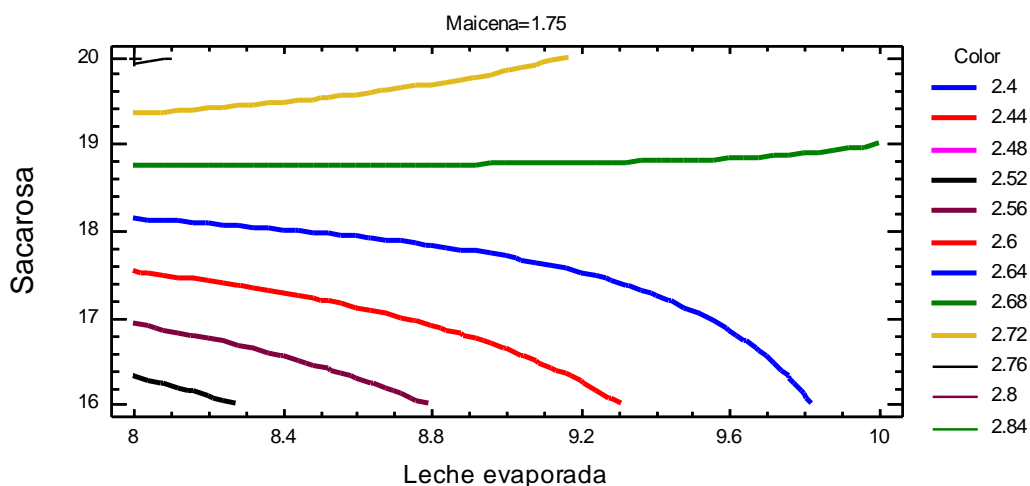


Figura 11. Contornos de la superficie de repuesta estimada del color

### 3.2.1.2. Olor

Mediante la aplicación del diseño factorial 2x2x3, se determinó el olor de los tratamientos identificado por parte de los panelistas. Estos resultados se presentan en el anexo 3, donde constan las calificaciones de las dos réplicas, dadas por los catadores. En el cuadro 14, se presentan los resultados del análisis de varianza (ANVA), obteniendo como resultado que para ningún tratamiento a nivel de variables y de sus interacciones no existe diferencia estadística a nivel de significancia de 0.05%.

En el cuadro 15, se tiene la optimización de la formulación correspondiendo al tratamiento A1B2C2 (8% de leche evaporada, 20% de sacarosa y 1,75% de maicena), el que presento un promedio de 2,88669 que equivale a 3; es decir que los panelistas consideran que la compota de calabaza tiene un olor ligeramente perceptible, a calabaza.

Cuadro 14. Análisis de Varianza para Olor

Fuente	S. C.	G. L.	C. M.	F calc	P valor
A:Leche evaporada	0,0187042	1	0,0187042	2,14	0,1640
B:Sacarosa	0,0360375	1	0,0360375	4,13	0,0603
C:Maicena	0,000225	1	0,000225	0,03	0,8746
AB	0,0030375	1	0,0030375	0,35	0,5641
AC	0,000225	1	0,000225	0,03	0,8746
BC	0,0004	1	0,0004	0,05	0,8334
CC	0,0208333	1	0,0208333	2,39	0,1433
Bloques	0,0108375	1	0,0108375	1,24	0,2828
Error total	0,130996	15	0,00873306		
Total (corr.)	0,221296	23			

Cuadro 15. Optimización de la variable respuesta para maximizar el olor con un valor óptimo de 2,88669.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Leche evaporada	8,0	10,0	8,0
Sacarosa	16,0	20,0	20,0
Maicena	1,5	2,0	1,75

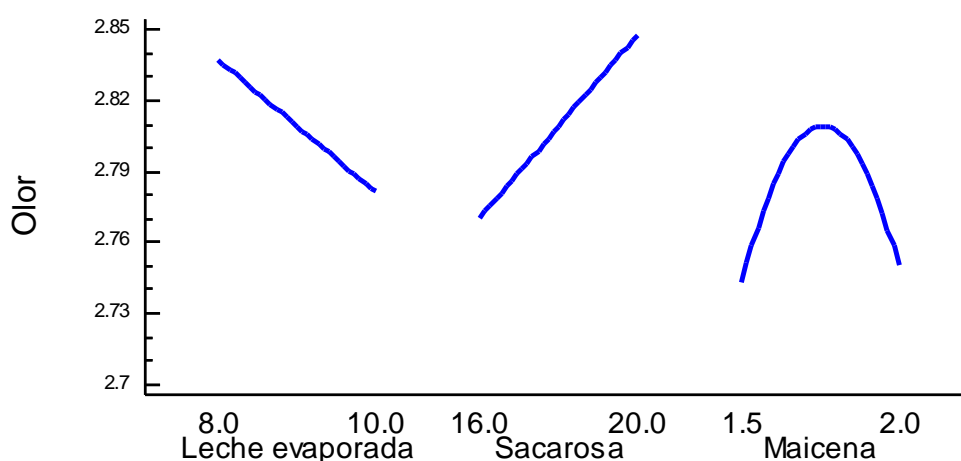


Figura 12. Efectos principales para el olor del alimento tipo compota de calabaza

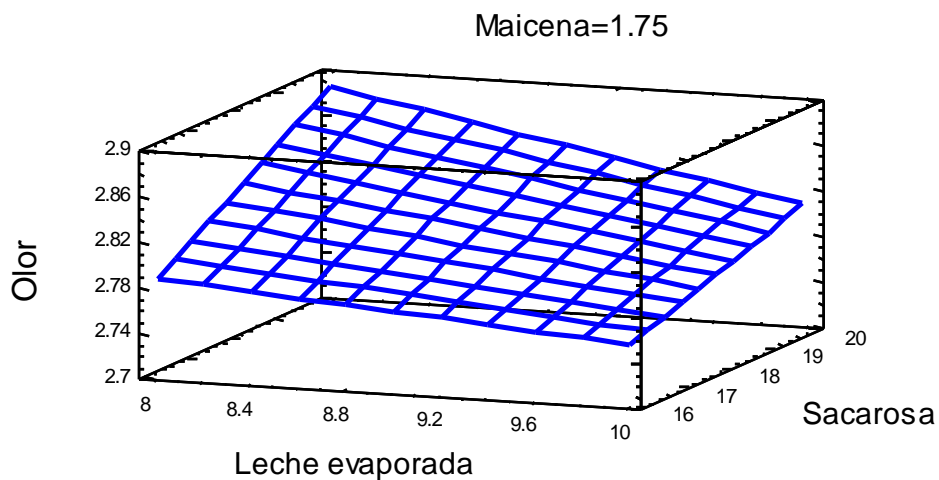


Figura 13. Superficie de respuesta estimada del olor

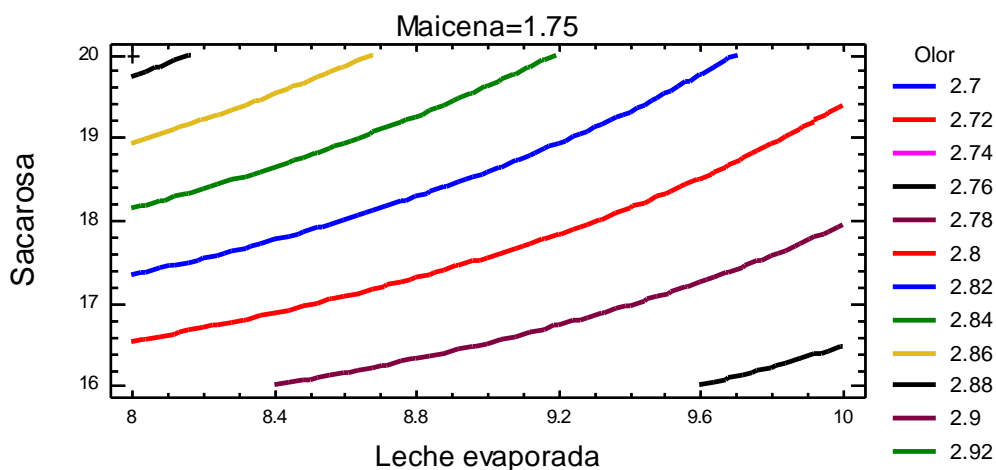


Figura 14. Contornos de la superficie de repuesta estimada del olor

En las figuras 12 y 13 se nota la tendencia del cuadro 15 pero no así en la figura 14.

### 3.2.1.3. Sabor

Mediante la aplicación del diseño factorial 2x2x3, se determinó el sabor de los tratamientos identificado por parte de los panelistas. Estos

resultados se presentan en el anexo 4, donde constan las calificaciones de las dos réplicas, dadas por los panelistas. En el cuadro 16, se presentan los resultados del análisis de varianza (ANVA), obteniendo como resultado que para todas las variables y las interacciones a diferencia de la interacción sacarosa-maicena existe diferencia estadística por lo tanto existe un tratamiento óptimo que corresponde al tratamiento A1B2C2 (8% de leche evaporada, 20% de sacarosa y 1,75% de maicena) lo cual apreciamos en el cuadro 18, que presentó un promedio de 3,29116 que equivale a 3; es decir que los panelistas consideran que la compota de calabaza tiene un sabor agradable.

Cuadro 16. Análisis de Varianza para Sabor

<b>Fuente</b>	<b>S. C.</b>	<b>G. L.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F calc</b>	<b>P valor</b>
A:Leche evaporada	0,96	1	0,96	21,72	<b>0,0003</b>
B:Sacarosa	1,18815	1	1,18815	26,88	<b>0,0001</b>
C:Maicena	0,514806	1	0,514806	11,65	<b>0,0036</b>
AB	0,904817	1	0,904817	20,47	<b>0,0003</b>
AC	0,299756	1	0,299756	6,78	<b>0,0192</b>
BC	0,0333062	1	0,0333062	0,75	0,3982
CC	0,408852	1	0,408852	9,25	<b>0,0078</b>
Error total	0,707246	16	0,0442029		
Total (corr.)	5,01693	23			

Cuadro 17. Optimización de la variable respuesta para maximizar el sabor con valor óptimo de 3,29116

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Leche evaporada	8,0	10,0	8,0
Sacarosa	16,0	20,0	20,0
Maicena	1,5	2,0	1,75

La tendencia del cuadro 17 es apreciable en las figuras 15, 16 y 17, donde claramente se visualiza que los valores óptimos se localizan en la cúspide.

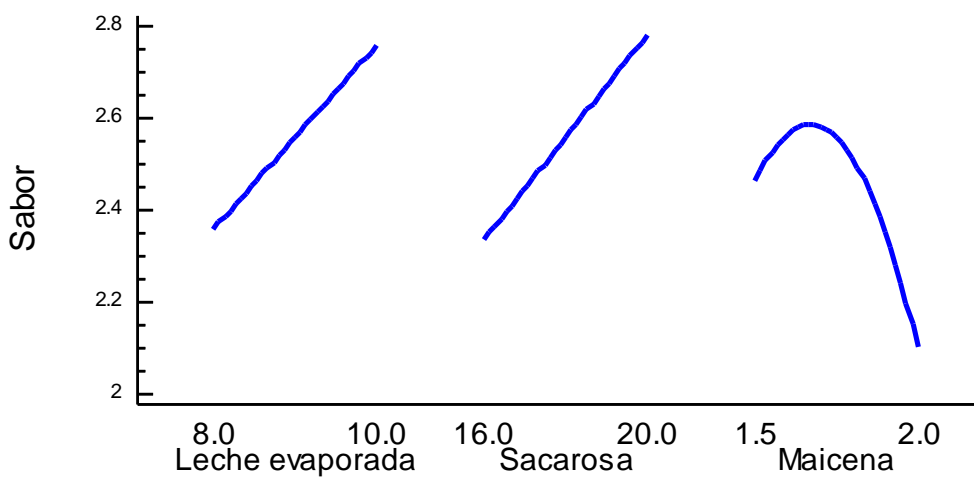


Figura 15. Efectos principales para el sabor del alimento tipo compota de calabaza

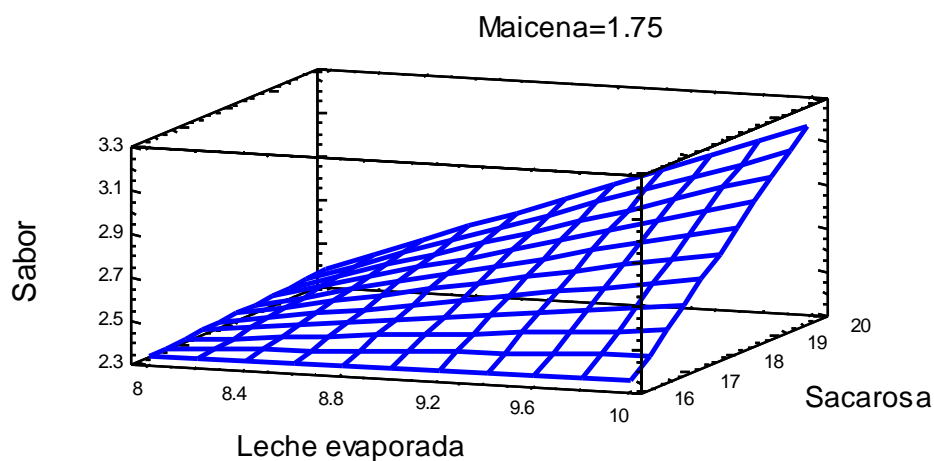


Figura 16. Superficie de respuesta estimada del sabor

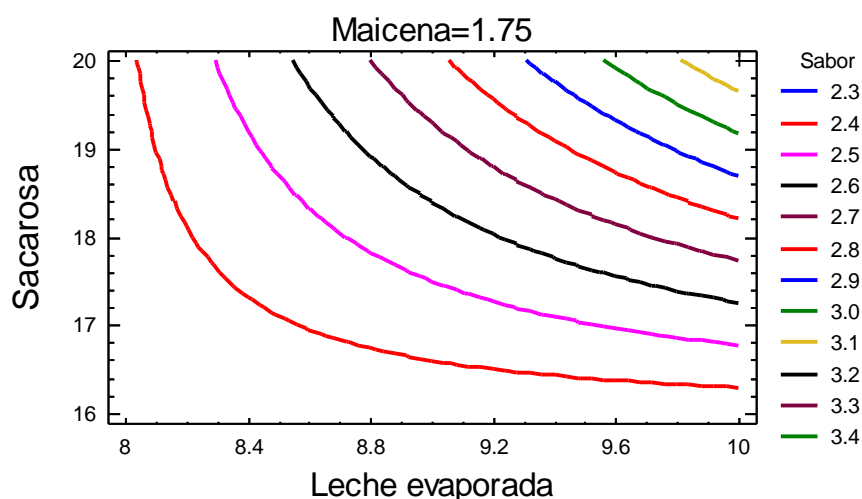


Figura 17. Contornos de la superficie de repuesta estimada del sabor

#### 3.2.1.4. Textura

Mediante la aplicación del diseño factorial  $2 \times 2 \times 3$ , se determinó la textura de los tratamientos identificado por parte de los panelistas. Estos resultados se presentan en el anexo 5, donde constan las calificaciones de las dos réplicas. En el cuadro 18, se presentan los resultados del análisis de varianza (ANVA), obteniendo como resultado que en ningún tratamiento existe diferencia estadística por lo tanto todos los tratamiento son iguales.

En el cuadro 19, nos muestra que el tratamiento óptimo es el A1B2C2 (8% de leche evaporada, 20% de azúcar y 1,75% de maicena) presento un promedio de 3,63708 que equivale a 4; es decir que los panelistas consideran que la compota de calabaza tiene una textura blanda gelatinosa.

Cuadro 18. Análisis de Varianza para Textura

<b>Fuente</b>	<b>S. C.</b>	<b>G. L.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F calc</b>	<b>P valor</b>
A:Leche evaporada	0,106667	1	0,106667	0,80	0,3840
B: Sacarosa	0,24	1	0,24	1,80	0,1981
C: Maicena	0,189225	1	0,189225	1,42	0,2505
AB	0,0352667	1	0,0352667	0,26	0,6138
AC	0,5929	1	0,5929	4,45	0,0509
BC	0,1369	1	0,1369	1,03	0,3256
CC	0,0225333	1	0,0225333	0,17	0,6862
Error total	2,12984	16	0,133115		
Total (corr.)	3,45333	23			

Cuadro 19. Optimización de la variable respuesta para maximizar la textura con valor óptimo de 3,63708

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
Leche evaporada	8,0	10,0	10,0
Sacarosa	16,0	20,0	20,0
Maicena	1,5	2,0	75,0

En las figuras 18, 19 y 20 se aprecia la tendencia del cuadro 19 en cuyas partes superiores se tiene los valores óptimos de las variables

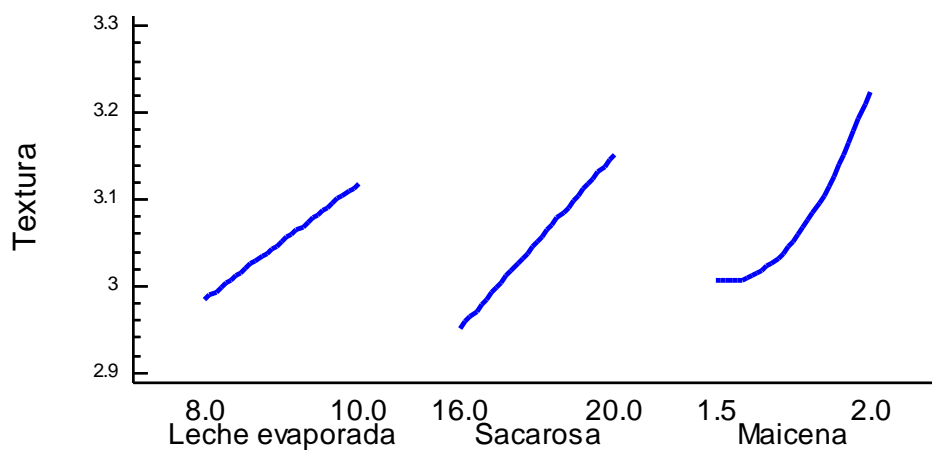


Figura 18. Efectos principales para la textura del alimento tipo compota de calabaza

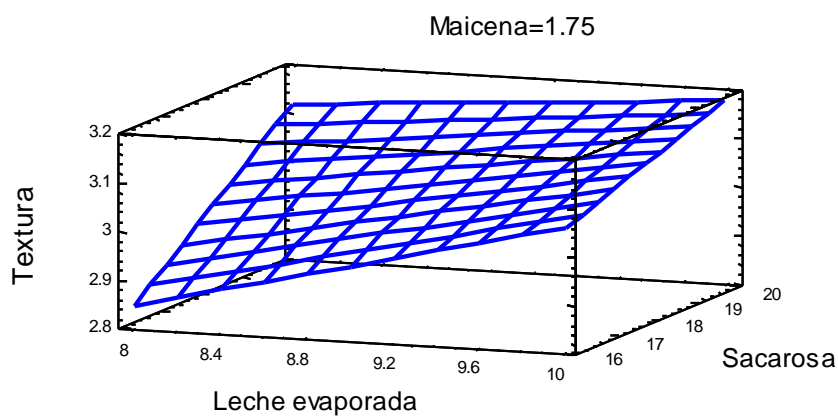


Figura 19. Superficie de respuesta estimada de la textura

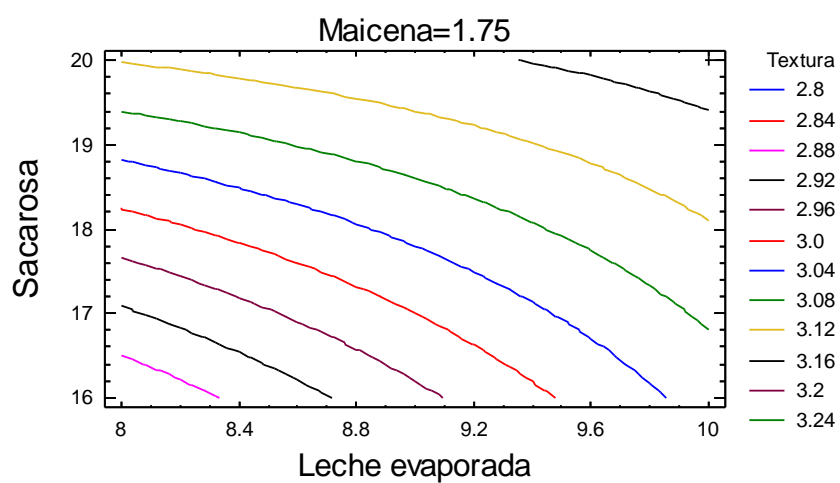


Figura 20. Contornos de la superficie de repuesta estimada de la textura

### 3.2.1.5. Aceptabilidad

Mediante la aplicación del diseño factorial 2x2x3, se determinó la aceptabilidad de los tratamientos identificado por parte de los catadores. Estos resultados se presentan en el anexo 6, donde constan las calificaciones de las dos réplicas.

En el cuadro 20, se presentan los resultados del análisis de varianza (ANVA), obteniendo como resultado igual que en el caso anterior donde todos los tratamientos son iguales, es decir no hay diferencia estadística debido a que el P valor es mayor que 0,05.

En el cuadro 21, para la optimización que nos proporciona la superficie de respuesta se tiene igual que en los 3 últimos casos que el mejor tratamiento fue el A1B2C2, con una calificación de 2,83333 que corresponde a 3 que es lo que gusta al panelista

Cuadro 20. Análisis de Varianza para la aceptabilidad

Fuente	S. C.	G.L.	C. M.	F calc	P valor
A:Leche evaporada	0,06615	1	0,06615	1,44	0,2469
B:Sacarosa	0,201667	1	0,201667	4,40	0,0521
C:Maicena	0,00950625	1	0,00950625	0,21	0,6548
AB	0,000266667	1	0,000266667	0,01	0,9401
AC	0,0189062	1	0,0189062	0,41	0,5296
BC	0,00950625	1	0,00950625	0,21	0,6548
CC	0,00001875	1	0,00001875	0,00	0,9841
Error total	0,732629	16	0,0457893		
Total (corr.)	1,03865	23			

Cuadro 21. Optimización de la variable respuesta para maximizar la aceptabilidad con valor óptimo de 2,83333

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Leche evaporada	8,0	10,0	8,0
Sacarosa	16,0	20,0	20,0
Maicena	1,5	2,0	1,75

Solamente en la figura 21 se aprecia la tendencia del cuadro 21, siendo no muy visibles en los cuadro 22 y 23.

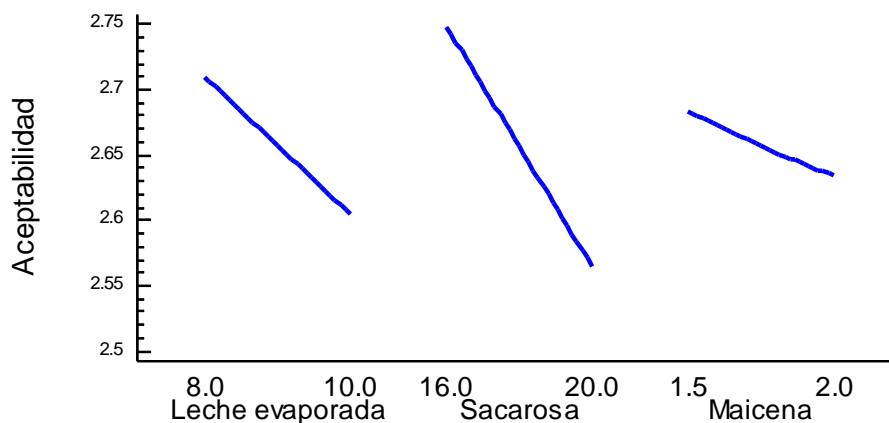


Figura 21. Efectos principales para la aceptabilidad del alimento tipo compota de calabaza

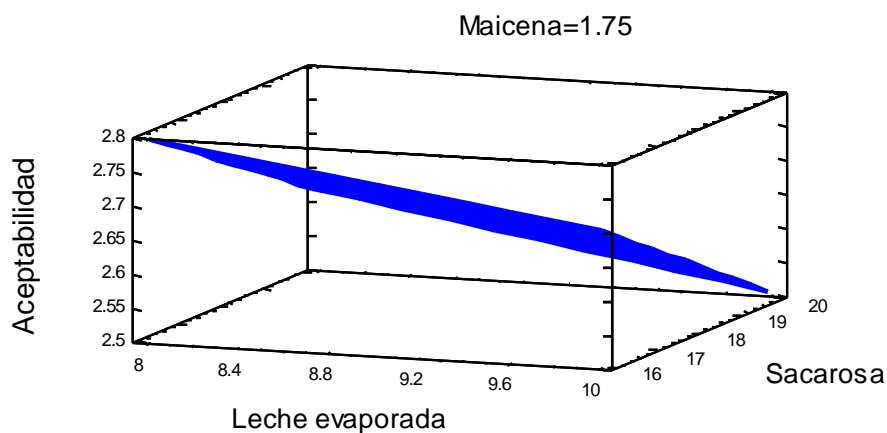


Figura 22. Superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad

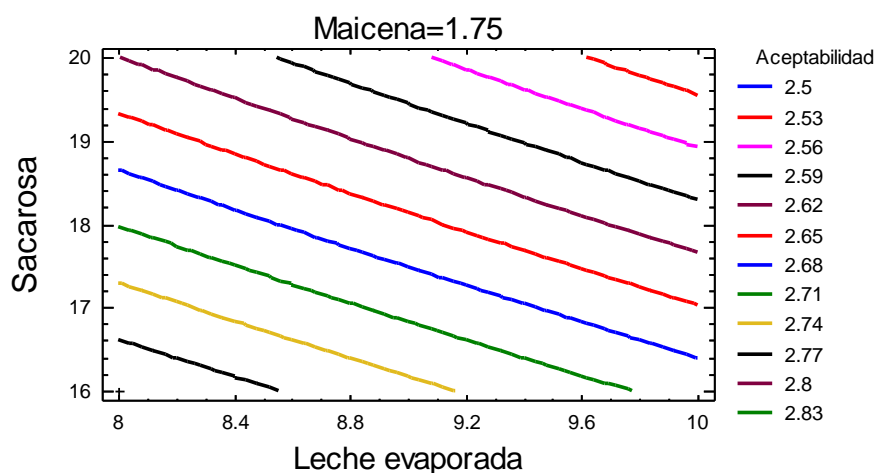


Figura 23. Contornos de la superficie de repuesta estimada de la aceptabilidad

### 3.2.2. Evaluación física

Cuadro 22: valores de grados Brix y pH de la compota de calabaza.

#	Tratamientos	° Brix (%)			pH		
		R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio
1	A1B1C1	62	63	62,5	3,17	3,19	3,18
2	A1B1C2	65	61	63,0	3,42	3,38	3,40
3	A1B1C3	61	65	63,0	3,50	3,54	3,52
4	A1B2C1	64	62	63,0	3,40	3,44	3,42
5	A1B2C2	62	60	61,0	3,40	3,36	3,38
6	A1B2C3	60	62	61,0	3,18	3,16	3,17
7	A2B1C1	62	58	60,0	3,14	3,18	3,16
8	A2B1C2	58	62	60,0	3,18	3,16	3,17
9	A2B1C3	60	63	61,5	3,42	3,40	3,41
10	A2B2C1	64	60	62,0	3,13	3,11	3,12
11	A2B2C2	63	63	63,0	3,28	3,26	3,27
12	A2B2C3	60	62	61,0	3,26	3,24	3,25
<b>Promedio</b>		61,93	61,33	61,6	3,28	3,3	3,29
<b>Desviación Estándar</b>		1,62	1,59	1,14	0,16	0,13	0,14

En el Cuadro 22, se reportan los datos experimentales de pH y grados Brix, de la compota de calabaza.

### **3.2.2.1. pH**

El cuadro 22, presenta valores de pH que van desde 3,12 hasta 3,52 y un promedio total de 3,29 cuya desviación estándar correspondiente 0,14. Los valores obtenidos permiten saber que tan acida es la compota y a la vez determinar si va a dar origen a la supervivencia y crecimiento de microorganismos puesto que el pH indicado para esta clase de productos está en el rango de 3,3 a 3,9 ya que el riesgo de crecimiento de microorganismos es menor.

Para el mejor tratamiento determinado en el análisis sensorial A1B2C2 presento un promedio de 3,38; es decir se considera a la compota como producto de alta acidez y por ende se producirá sinéresis tempranamente.

### **3.2.2.2. Grados Brix**

El cuadro 22, registra valores del contenido de sólidos solubles de la compota, comprendidos entre 60,0 y 63,0 con un promedio total de 61,6 Brix y con una desviación estándar de 1,61. Esto indica que los valores obtenidos están por debajo de la normativa que establece un rango de 65,0 a 68,0 °Brix, pero cabe recalcar que para la elaboración de compotas el ° Brix es de acuerdo a la necesidad biológica del consumidor.

Para el mejor tratamiento A1B2C2 corresponde un valor de 61 grados Brix, es decir que la cantidad de sólidos solubles es óptima para la elaboración de la compota.

### **3.2.3. Elección del mejor tratamiento**

Mediante la aplicación del diseño experimental para las diferentes variables se determinó el mejor tratamiento del producto elaborado.

La respuesta experimental a aplicar fue la que se obtuvo con el análisis sensorial obteniendo como resultado A1B2C2 (8% de leche evaporada, 20% de azúcar y 1,75% de maicena).

Una vez obtenido el mejor tratamiento se realizó el proceso definitivo con los diferentes análisis, en especial el de la vida útil, puesto que de ello depende recomendar la forma y el tiempo de almacenamiento de la compota para evitar la sinéresis.

### **3.3. Proceso productivo definitivo**

La alimentación depende de los desarrollos tecnológicos que permiten la elaboración de alimentos seguros e inocuos. La industria alimentaria es la responsable de llevar a cabo las tecnologías que se transforman las materias primas en este caso provenientes de la agricultura hasta obtener un producto que garantice seguridad en el consumidor, por esta razón formulamos y optimizamos un flujograma definitivo que lo representamos en la figura 6, que describimos a continuación.

### **3.3.1. Recepcionado**

Es la primera operación en la elaboración del alimento tipo compota y el paso fundamental para una inspección breve, completa y necesaria de sus características puntuales como el color, olor, textura, tamaño; basada en criterios para decidir la aceptación o rechazo de esta. Para este proceso la materia prima debió cumplir su etapa de madurez, a la que se realizó una evaluación sensorial, logrando resultados satisfactorios tales como: características sensoriales que fue la descripción de las características físicas que tuvo la materia según pueden percibir los sentidos como son color: blanquecino verdoso; olor: no tiene olor alguno; textura: rígida- ovalada.

### **3.3.2. Seleccionado**

En esta operación se eliminaron todas aquellas calabazas que se encontraban en estado tierno y semimadura o que a su vez presentaron daños físicos y microbianos en su corteza.

En esta etapa se calificó aquellas frutas que tenían una estructura libre de imperfecciones o aquellas que hayan sufrido golpes, magulladuras o con un cierto grado de fermentación. La selección de esta materia prima se llevó con normalidad puesto que ninguno de estos factores perjudiciales influyo en este espacio.

### **3.3.3. Pesado**

Se determinó el peso total de la fruta antes de su elaboración, siendo este peso el 100%

### **3.3.4. Lavado**

Esta operación se le realizó con la finalidad de eliminar la carga microbiana que está adherida a la cascara, se utilizó desinfectantes apropiados como el cloro, alcanzando con esto una superficie en condiciones óptimas para su elaboración. El lavado de esta materia prima se hizo con agua potable y como desinfectante se utilizó hipoclorito de sodio al 3%, garantizando la eliminación de microorganismos patógenos que puedan alterar la calidad del producto final.

### **3.3.5. Pelado**

Se realizó con cuchillos de acero inoxidable, se empezó en la parte superior de la calabaza y se culminó en la parte inferior, puesto que no se contaba con equipos especiales para su pelado.

### **3.3.6. Cortado**

Esta etapa se realizó por medio de cuchillos de acero inoxidable, facilitando con esto la obtención de la pepa, el mesocarpio y el epicarpio, para obtener cubos de la pulpa de la calabaza que se utilizó en la compota.

### **3.3.7. Precocido**

Este proceso de cocción fue importante para romper las membranas celulares de la fruta a la cual se añade un porcentaje de agua logrando con esto la suavidad de las mismas. La cantidad agua a añadir dependió de lo jugosa que fue la fruta, de la cantidad de fruta colocada en el recipiente y de la fuente de calor. Para esta actividad el precocido parte con una relación de 2:1 de mesocarpio de calabaza en agua a una temperatura de 90°C durante 30 minutos a una temperatura constante.

### **3.3.8. Pulpeado**

Es la operación en la que se logró la separación total de la pulpa de los demás residuos como semillas, mediante el uso una pulpeadora. En este caso para la obtención de la pulpa también se pudo utilizar una licuadora industrial de acero inoxidable.

Esta operación permitió obtener pulpa neta en estado homogéneo de tal manera que evito grumos al momento de su procesamiento. Las características organolépticas de estas pulpas se constató que sean agradables y su textura adecuada para el desarrollo de este producto.

### **3.3.9. Tamizado**

El objetivo de esta operación fue obtener la mayor parte de pulpa sin bagazo para mejorar la calidad del producto final, se realizó en tamices de acero inoxidable.

### **3.3.10. Dosificado y Mezclado I**

Se añadió la pulpa de calabaza y el azúcar, luego se mezcló bien con una paleta.

### 3.3.11. Cocción y Mezclado II

Se cocinó la pulpa de calabaza junto con el azúcar por 10 minutos desde el primer hervor, transcurrido este tiempo se agregó la leche y los demás ingredientes, batiendo fuertemente con la paleta de madera.

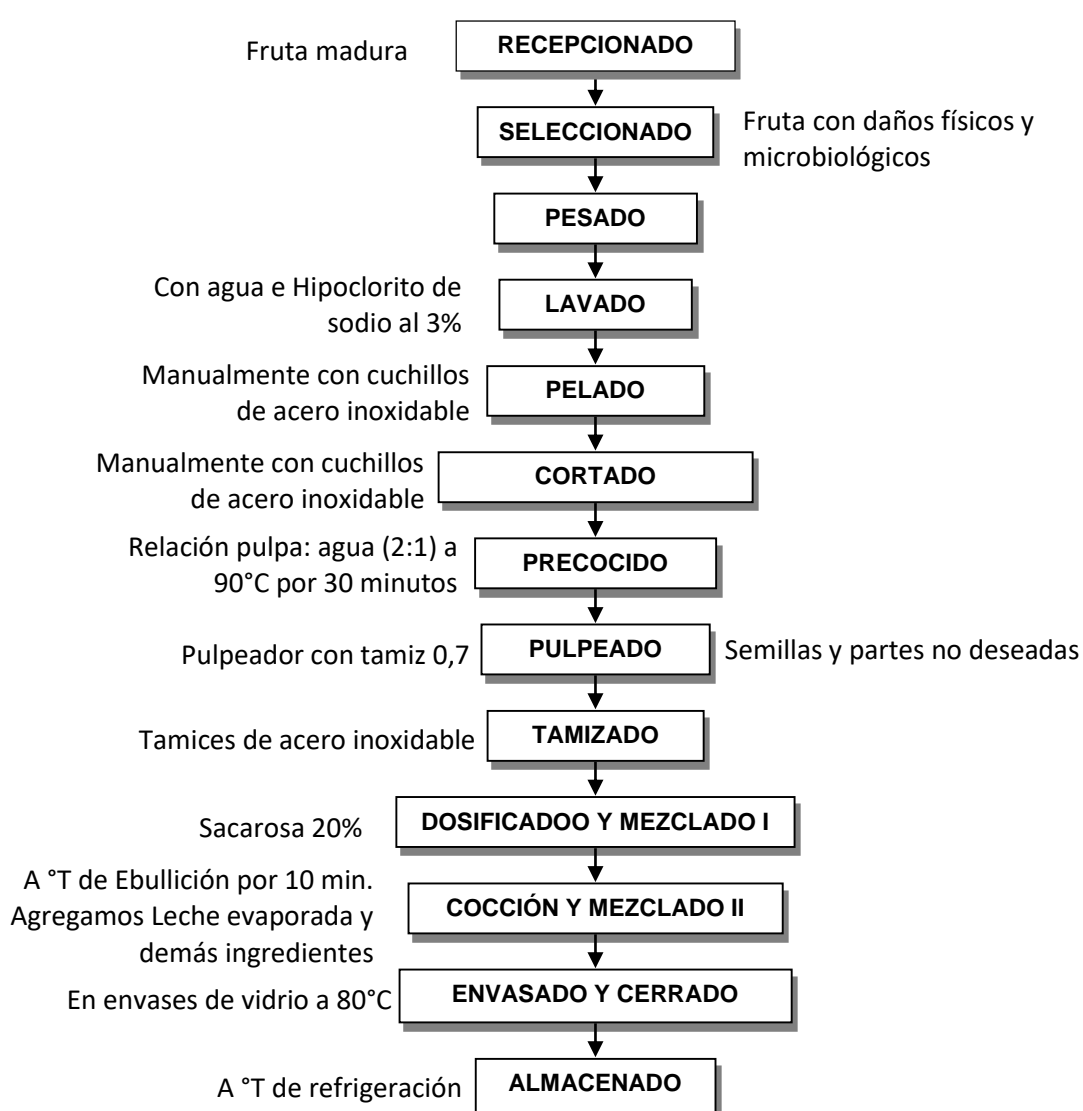


Figura 24. Diagrama de flujo definitivo para elaborar un alimento tipo compota de calabaza

Las cantidades de materia prima e ingredientes para elaborar el alimento tipo compota se muestra en el cuadro 23.

Cuadro 23. Ingredientes para elaborar el alimento tipo compota de calabaza.

<b>Componentes</b>	<b>Gramos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Pulpa de calabaza	500,00	100,00
Leche evaporada	40, 00	8,00
Sacarosa	100,00	20,00
Maicena	8,75	1,75
Gelatina sin sabor	1,05	0,21
Glucosa	12,5	2,50
Ácido Cítrico	0,8	0,16
Canela	5,0	1,00
Clavo de olor	5,0	1,00
Agua	125,00	25,00

### **3.3.12. Envasado**

Una vez listo el producto y cumplido su temperatura adecuada se envasó en caliente a temperatura de 85°C en frascos de vidrio, esterilizados con el fin de eliminar el oxígeno que se encuentra en el envase impidiendo así el crecimiento y desarrollo de bacterias. Gracias a este vacío se consiguió que los alimentos se conserven durante más tiempo, siempre y cuando se mantuviera a temperaturas de refrigeración o de congelación. Inmediatamente después del llenado y cerrado se sumergió totalmente y de forma rápida los frascos en agua fría produciendo un cambio brusco de temperatura durante 5 a 10 minutos.

### **3.3.13. Almacenado**

La temperatura para su estabilidad debe estar a temperatura de refrigeración, si no está almacenado en lugares frescos y secos.

En esta fase realizamos el balance de materia y establecimos los rendimientos por operación y por proceso.

### **3.4. Balance de materia y rendimiento**

En la figura 25 se tiene el balance de materia y rendimiento para elaborar un alimento tipo compota de calabaza.

Se aprecia un rendimiento de 79,10% esto debido a que a pesar que en el proceso se pierde un buen porcentaje en cáscara y semillas, en la formulación agregamos cantidades considerables de agua, leche evaporada, sacarosa, glucosa, maicena y en menor cantidad ácido cítrico, canela y clavo de olor.

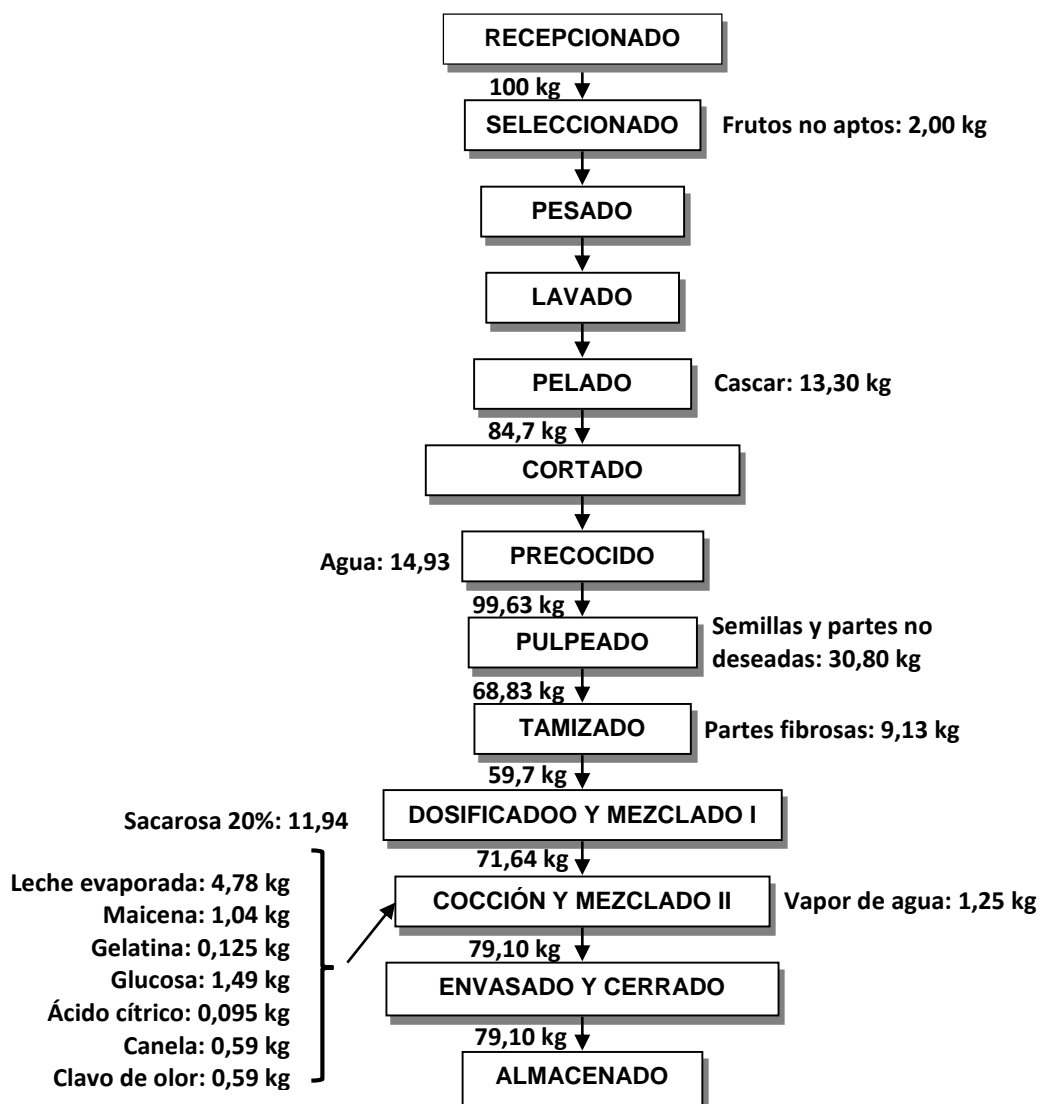


Figura 25. Diagrama de flujo con balance de materia de un alimento tipo compota de calabaza

### 3.5. Estudio de la estabilidad y de la vida útil

En el cuadro 24 se tiene el estudio de la estabilidad del alimento tipo compota de calabaza donde se estudió la humedad, la actividad de agua y la consistencia en función al tiempo de almacenamiento y al tipo de envase.

Cuadro 24. Respuestas de las variables de los factores de la estabilidad para el alimento tipo compota de calabaza.

Trat	Factores de estudio		Variables de evaluación		
	Envase	Tiempo de Almacenamiento (días)	Humedad	Actividad de agua	Consistencia (cm/30s)
1	Vidrio	0	19,33	0,5886	11,67
2	Vidrio	3	18,82	0,5806	11,55
3	Vidrio	6	21,53	0,5670	11,50
4	Vidrio	9	20,98	0,5954	11,43
5	Vidrio	12	23,61	0,6381	11,33
6	Vidrio	15	21,82	0,5854	11,20
7	Vidrio	18	21,16	0,6035	11,07
8	Vidrio	21	22,84	0,5754	10,90
9	Polietileno	0	18,98	0,6004	11,66
10	Polietileno	3	17,94	0,5733	11,54
11	Polietileno	6	19,17	0,5110	11,40
12	Polietileno	9	20,36	0,6004	11,32
13	Polietileno	12	20,36	0,5730	11,18
14	Polietileno	15	21,82	0,5814	11,00
15	Polietileno	18	19,15	0,5634	10,94
16	Polietileno	21	20,71	0,5230	10,80

### 3.5.1. Humedad

Del análisis de varianza del cuadro 25, realizado se establece que la humedad varía de forma significativa en el alimento tipo compota de calabaza por acción del tipo de envase (Factor A), y tiempo de almacenamiento (Factor B), por lo cual se realizó la prueba de Tukey al 5% (cuadro 26) lo cual confirma que los envases de vidrio son los que mantienen mejor la humedad y esta cambia con el tiempo a medida que el producto se va produciendo la sinéresis debido a la acidez. Estos resultados van de acuerdo a la experiencia obtenida en la elaboración de este tipo de productos (desarrollo experimental y monitoreo), la cual establece que debe tener un 25

a 30% de humedad en producto final, porcentaje que permite al producto una mínima incidencia de agentes deteriorativos del alimento (microorganismos).

Cuadro 25. Análisis de varianza para humedad del alimento tipo compota de calabaza

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
<b>Efectos principales</b>					
A:Envase	8,41	1	8,41	12,84	0,0089
B:Tiempo de almacenamiento	24,0732	7	3,43903	5,25	0,0219
RESIDUOS	4,5852	7	0,655029		
TOTAL (CORREGIDO)	37,0684	15			

Todas las F calculadas se basan en el cuadrado medio del error residual

Cuadro 26. Pruebas de Tukey HSD para Humedad por Envase

<b>Envase</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
Polietileno	8	19,8112	0,286144	A
Vidrio	8	21,2613	0,286144	B

### 3.5.2. Actividad de agua

De acuerdo al análisis estadístico del cuadro 27, la actividad de agua varía significativamente solamente cuando se refiere al tipo de envase pero no al tiempo de almacenamiento, razón por la cual se realizó una prueba de Tukey al 5% del cuadro 28, donde se parecía que en ambos envases la actividad de agua es igual o menor a 0,59, donde no pueden

sobrevivir las levaduras ya que actúan a una actividad de agua de 0,88 y los mohos a una actividad de agua de 0,80.

Cuadro 27. Análisis de varianza para actividad de agua del alimento tipo compota de calabaza

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>GI</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Efectos principales					
A:Envase	0,00265483	1	0,00265483	5,61	0,0497
B:Tiempo de almacenamiento	0,00766106	7	0,00109444	2,31	0,1456
RESIDUOS	0,00331323	7	0,000473318		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0136291	15			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Cuadro 28. Pruebas de Tukey HSD para Actividad de agua por Envase

<b>Envase</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
Polietileno	8	0,565988	0,00769187	A
Vidrio	8	0,59175	0,00769187	B

### 3.5.3. Consistencia

Según el cuadro 29 del ANVA de consistencia esta varía según el tipo de envase y según el tiempo, por lo que se hizo la prueba de diferencia de Tukey que se muestra en el cuadro 30, donde se aprecia que el producto mantiene su consistencia mejor en el envase de vidrio.

Cuadro 29. Análisis de varianza para Consistencia del alimento tipo compota de calabaza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:Envase	0,0410063	1	0,0410063	19,34	0,0032
B:Tiempo de almacenamiento	1,09984	7	0,157121	74,09	0,0000
RESIDUOS	0,0148437	7	0,0021205		
		4			
TOTAL (CORREGIDO)	1,15569	15			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Cuadro 30. Pruebas de Tukey HSD para Consistencia por Envase del alimento tipo compota de Calabaza.

Envase	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Polietileno	8	11,23	0,0162809	A
Vidrio	8	11,3313	0,0162809	B

### 3.5.4. Estimación de la Vida Útil

Las especificaciones microbiológicas estándares permitidas para compotas, son para hongos y levaduras  $10^{-1}$  ufc/g con lo que se puede establecer que el producto elaborado se encuentra dentro de estos parámetros.

Cuadro 31: Respuestas del recuento microbiológico a las cuatro semanas para la compota de calabaza.

<b>Parámetros</b>	<b>Dilución</b>	<b>Hongos</b>	<b>Levaduras</b>	<b>Anaerobios</b>
<b>Microbiológicos</b>		<b>(ufc/g)</b>	<b>(ufc/g)</b>	<b>(ufc/g)</b>
Envase de Vidrio	10 <sup>-1</sup>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	10 <sup>-2</sup>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Envase de polietileno	10 <sup>-1</sup>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	10 <sup>-2</sup>	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Cuadro 32: Estimación de vida útil mediante datos experimentales para la compota de calabaza a diferentes temperaturas.

<b>T(°C)</b>	<b>t sinéresis (días)</b>	<b>t real (días)</b>	<b>1/t (días<sup>-1</sup>)</b>
10	57	342	0,0029
20	34	204	0,0049
30	19	114	0,0087

$$t_{real} = \frac{t \text{ Sinerisis} * \% \text{ de sinerisis Establecido}}{\% \text{ de Sinerisis Experimental}} = \frac{57 \text{ días} * 90\%}{15\%}$$

$$t_{real} = 342 \text{ días}$$

Cuadro 33: Estimación de vida útil mediante datos propuestos para la compota de calabaza.

<b>T(°C)</b>	<b>t (días)</b>
17	252
22	183
<b>25</b>	<b>164</b>

Los datos observados en el Cuadro 33 son datos ficticios que ayudan a resolver cuanto va a durar un producto si le mantenemos a esas temperaturas y tiempos.

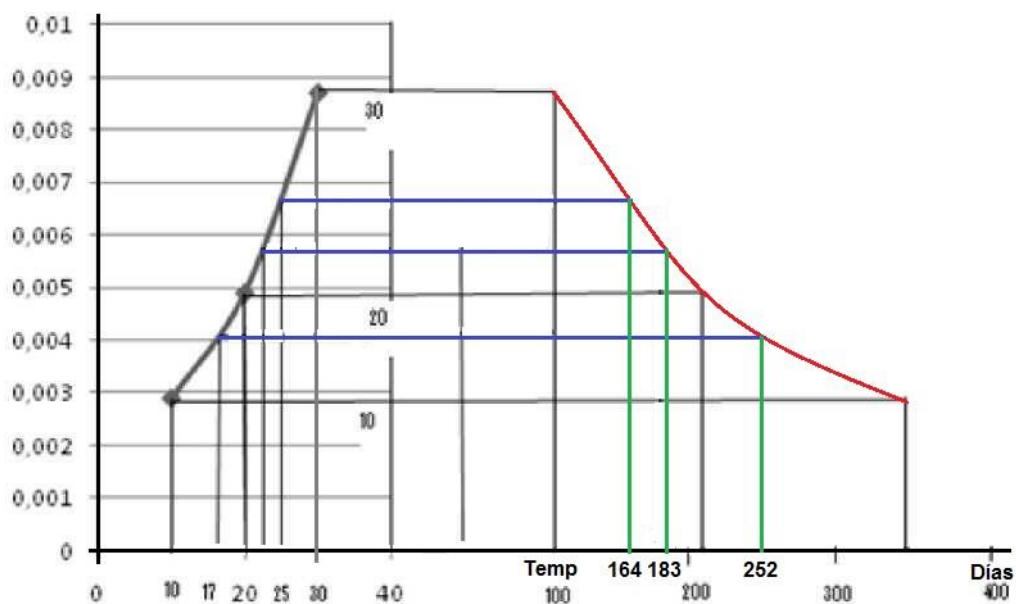


Figura 26: Método Tiempo, Tolerancia, Temperatura (TTT)

La Estimación de la Vida Útil mediante el método TTT establecido por (ALVARADO, 1996), se observa en la figura 26 y permite obtener tiempos y temperaturas en la que el producto pueda mantener sus características en buen estado durante su almacenamiento, se lo realiza previo un historial de datos experimentales y otros datos propuestos como se observa en el Cuadro 32 y 33 respectivamente, cabe mencionar que solo se aplica al mejor tratamiento con su respectiva réplica y su promedio.

#### IV. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el análisis e interpretación de los resultados en esta investigación, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se logró formular y elaborar un alimento tipo compota a partir de la calabaza (*Cucúrbita ficifolia Bouché*) mediante mezclas con harina de maíz (*Zea mays L.*), leche evaporada y sacarosa.
- Se caracterizó fisicoquímicamente la calabaza variedad semilla blanca tal como especifican los cuadros 8, 9, 10 y 11.
- Se optimizó la formulación del alimento tipo compota mediante una evaluación sensorial y pruebas físicas, estableciéndose como mejor tratamiento al A1B2C2 que corresponde a 8% de leche evaporada, 20% de azúcar y 1,75% de maicena.
- Se estableció el proceso productivo definitivo del alimento tipo compota de calabaza que establece las siguientes operaciones: Recepcionado, Seleccionado, Pesado, Lavado, Pelado, Cortado, Precocado, Pulpeado, Tamizado, Dosificado y Mezclado I, Cocción y Mezclado II, Envasado, Almacenado; estableciéndose los parámetros óptimos en cada uno de ellos y con un balance de materia que arroja un rendimiento de 79,10%
- Se caracterizó el producto final estableciéndose que tiene una humedad promedio de 19,8112% para envases de polietileno y

21,2613 para envases de vidrio; una aw de 0,565988 en envases de polietileno y 0,59175 en envase de vidrio; una consistencia de 11,23 cm/30s para envases de polietileno y 11,3313 cm/30s para envases de vidrio; tiene 61,6°Brix y un pH de 3,29 y finalmente se puede decir que tiene aceptabilidad

- Se determinó el tiempo de vida útil de la compota de calabaza (*Cucúrbita ficifolia Bouché*), en el mejor tratamiento, siendo esta de 164 días (5 meses y 14 días) almacenado a 25°C y 183 días (6 meses y 3 días) almacenados a 22°C.

## V. RECOMENDACIONES

La presente investigación permite establecer las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda en la dieta de los infantes el suministro de las compotas para su correcta alimentación a partir de los seis meses de vida ya que aporta nutrientes esenciales; previniendo de esta manera posibles enfermedades como la desnutrición. La principal razón de escoger una compota debe ser por su calidad nutricional que esta aporta.
- Se recomienda establecer una metodología para el manejo poscosecha y de almacenamiento de la calabaza con lo cual se puede obtener una materia prima en mejores condiciones.
- Al aumentar la producción de las conservas se requiere optimizar los recursos, por lo que se recomienda mejorar los procesos de pelado y cortado de la pulpa.
- Se recomienda hacer un estudio más exhaustivo acerca de las características de las semillas y mucílago de calabaza para determinar sus beneficios y posibles usos dentro de la industria.
- Es recomendable que las frutas destinadas a la elaboración de compotas sean de preferencia, frescas y con un estado de madurez óptimo; por su mejor sabor, color, aroma y cantidad de azúcar y a la vez es necesario trabajar con un pH de 3,2 para

evitar que se dé la cristalización, y actúe de mejor manera la harina de maíz para la gelificación.

- Para la disolución correcta de la pectina u otros aditivos que sirvan como espesantes, a más de una vigorosa agitación, para obtener excelentes resultados es mezclarla con cinco veces el valor de su peso en azúcar o hidratándola en agua previo a la incorporación a la pulpa.
- Realizar estudios de vida útil previo tratamiento térmico en envases de vidrio.
- Realizar estudios de obtención de la compota, utilizando diferentes tipos de variedades de calabaza.

## VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ACUÑA, O. Y FIERRO, G. 1994. Desarrollo de un alimento para niños a partir de la mezcla de quinua germinada. VII congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Revista Agro sur, Valdivia, Chile. Pág. 33.
- ALAIS, Ch. 1985. Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. Editorial Reverte. Barcelona (España).
- A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 1976. Bread Firmness. Métodos 14-22, 54-21, 54-30, 72-10, 74-09.
- ARAYA, JULIO.1996. Producción de Harinas. Tesis para obtención de título Técnico Universitario en Industria Alimentaria. Universidad de Santiago de Chile. Chile.
- CODEX ALIMENTARIUS TOMO IV Y TOMO VII ...
- FAO, 2007 (Colección Producción mundial de calabaza, FAO N° 26).
- FAO. Compotas.<http://www.rlc.fao.org/>
- GUICHARD E.; ISSANCHOU S., DESCOURVIERES. ANSETIEVANT P. 1991. Pectin Concentration, Molecular Weight and Degree of Esterification: Influence on Volatile Composition of Strawberry Jam. Journal of FoodScience. 56 (6): 1621-1627.
- HERNÁNDEZ B. J. E.; LEÓN, J. 1994. Neglected crops: 1492 from a different perspective. Roma: FAO. ISBN 92-5-103217-3[1].

- HERNÁNDEZ B. J.E. Y LEÓN, J. 1992. Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492. (FAO Colección Producción y Protección Vegetal. Roma, FAO N° 26).
- LICATA, M., “Ácido Ascórbico”, <http://zonadiet.com/nutricion/vit-c.htm>, (Marzo, 2007)
- LÜCK, E., Y LAGER, M., 2000, “Conservación química de los alimentos: características, usos, efectos”, Segunda Edición, Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España. pág: 155 - 160.
- MASQUIZA, C Y POVEDA. G, 1992, Situación de calabaza en la elaboración de mermelada de Guayaba-Calabaza y Mora-Calabaza. Tesis de Grado para optar el título de ingeniero en alimentos en la Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 111 pág.
- PARSONS, D. 1986. Cucurbitáceas. Primera Edición., Editorial Trillas. México D.F. México. Pp. 10, 11-24, 53-56.
- PILAMALA, M, 2009, Elaboración de mermelada de uvilla (Physalis peruviana) con adición de fibra. Tesis de Grado para optar el título de ingeniero en alimentos en la Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- RODRÍGUEZ, D; RUILOVA,M Y LARREA. O, 1990, Elaboración de mermeladas de calabaza criolla. Tesis de Grado para optar el título de ingeniero en alimentos en la Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 62 pág.

- SANTILLÁN, V., 2007, "Símbolos de Textura y Apariencia",  
<http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/7699-simbolos-textura-y-apariencia>, (Enero, 2008).
- Sistema de Información de Organismos Vivos y Modificados (SIOVM).  
Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. CONABIO "Fig leaf squash".  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20833\\_especie.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20833_especie.pdf). (Febrero, 2007).
- SPEIGEL, A., 1995, "Packaging technology and science". WILEY, J. Eds.  
Shelf Life Testing, ed.6 Vol.15. Cap. 9.
- UREÑA, P. W. 2000. Análisis sensorial de alimentos. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYTEC. Lima Perú.

## **ANEXOS**

Anexo 1: Formulario para la evaluación sensorial del alimento tipo compota de calabaza.

Nombre del catador:

Fecha:

Instrucciones: Deguste cuidadosamente cada una de "tas muestras apreciando su contenido total marcando con una X en la característica que Ud. considere conveniente.

ATRIBUTO	ESCALA	DESCRIPTORES	392	575	987
Color	4	Claro			
	3	Opaco			
	2	Muy opaco			
	1	Oscuro			
Olor	4	No perceptible a calabaza			
	3	Ligeramente perceptible a calabaza			
	2	Perceptible a calabaza			
	1	Muy perceptible a calabaza			
Sabor	4	Muy agradable			
	3	Agradable			
	2	Poco agradable			
	1	Nada agradable			
Textura	4	3landa gelatinosa			
	3	Gelatinosa			
	2	Poco Gelatinosa			
	1	áspera			
	4	Gusta muchísimo			
	3	Gusta			
Aceptabilidad	2	No gusta ni disgusta			
	1	Disgusta			

Observaciones:

Anexo 2. Resultados de las pruebas sensoriales para el atributo color de la compota de calabaza.

		CATADORES															
FACTORES	REPLICAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Suma
T1	R1	2	3	3	4	3	1	2	2	4	1	1	3	3	3	2	2,87
	R2	3	2	4	2	2	1	3	4	4	1	2	1	3	3	2	2,47
T2	R1	2	5	3	4	4	1	4	1	3	3	1	2	2	4	1	2,67
	R2	3	4	2	1	4	2	3	5	3	1	1	2	4	4	2	2,87
T3	R1	3	1	3	4	4	2	1	2	4	2	1	4	3	3	3	2,80
	R2	3	2	1	2	4	3	3	1	1	2	3	3	4	3	2	2,73
T4	R1	4	2	2	2	5	2	2	0	3	2	5	4	2	3	1	2,60
	R2	3	2	2	1	1	2	1	2	3	2	4	5	3	3	3	2,47
T5	R1	1	2	3	3	3	2	3	5	2	3	5	4	2	4	1	2,87
	R2	4	4	2	2	3	2	1	3	1	2	2	3	3	3	3	2,80
T6	R1	3	2	1	4	4	2	3	4	4	1	1	4	2	4	1	2,80
	R2	3	4	3	4	2	1	3	3	3	3	1	2	4	4	2	2,93
T7	R1	3	1	3	3	3	2	1	1	3	3	1	4	2	3	4	2,73
	R2	3	2	5	2	3	1	3	4	2	1	2	3	3	3	4	2,73
T8	R1	2	2	1	3	4	2	5	4	3	1	1	2	2	4	1	2,47
	R2	3	4	2	4	2	1	2	3	2	3	1	2	4	3	2	2,53
T9	R1	4	1	2	3	3	2	1	2	3	3	1	4	2	2	4	2,60
	R2	3	3	4	2	3	1	3	2	2	1	2	3	2	3	4	2,53
T10	R1	4	3	2	3	3	2	2	1	3	2	3	4	2	3	1	2,67
	R2	3	2	1	1	2	2	3	2	1	2	4	3	3	3	3	2,47

T11	R1	1	1	3	2	3	2	3	4	2	3	3	4	3	4	1	2,73
	R2	3	4	2	3	3	2	1	3	2	3	2	3	4	3	4	2,93
T12	R1	3	2	3	4	2	2	1	2	4	2	1	4	3	2	3	2,67
	R2	3	2	2	2	4	3	3	1	1	2	3	3	4	5	2	2,80

Anexo 3. Resultados de las pruebas sensoriales para el atributo olor de la compota de calabaza.

		CATADORES															
FACTORES	REPLICAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Suma
T1	R1	1	2	4	4	2	2	3	2	2	2	4	3	3	4	3	2,73
	R2	2	3	3	4	2	2	3	3	4	2	1	3	3	3	4	2,80
T2	R1	0	2	4	2	3	3	5	3	2	3	3	2	3	4	3	2,80
	R2	2	3	3	2	1	4	2	2	3	2	4	5	3	3	2	2,73
T3	R1	3	4	3	3	2	2	3	1	4	2	2	3	3	3	3	2,67
	R2	2	2	2	3	3	3	3	4	2	2	2	3	2	3	4	2,67
T4	R1	3	3	4	2	2	2	3	0	3	2	2	4	3	3	2	2,67
	R2	3	3	2	4	3	2	4	3	2	2	2	5	4	2	2	2,87
T4	R1	4	3	3	3	3	2	3	0	3	3	3	4	3	2	2	2,73
	R2	3	3	3	4	1	2	2	2	2	2	4	3	3	3	2	2,60
T6	R1	2	4	3	4	2	2	2	2	3	3	2	4	2	3	2	2,67
	R2	2	3	3	4	3	3	2	3	2	3	3	4	2	3	4	2,93
T7	R1	4	3	4	2	5	2	3	2	3	2	2	4	3	2	2	2,87
	R2	3	2	2	4	3	2	4	3	3	2	2	5	4	4	2	3,00
T8	R1	2	4	3	4	4	2	2	3	4	2	3	3	3	2	2	2,87
	R2	2	2	3	4	3	2	3	2	4	2	2	3	2	3	4	2,73
T9	R1	2	3	3	4	3	2	2	3	4	2	3	2	3	2	2	2,67
	R2	2	3	3	4	3	2	3	3	4	2	2	3	2	2	4	2,80
T10	R1	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	4	3	2	2	2,67
	R2	3	2	3	4	2	2	2	2	3	2	4	3	4	3	3	2,80

T11	R1	2	3	3	3	2	2	4	2	3	2	2	4	2	4	3	2,73
	R2	2	2	2	4	3	4	2	3	2	4	3	4	2	3	2	2,80
T12	R1	4	3	3	2	2	2	3	2	4	2	2	3	4	4	3	2,87
	R2	2	3	3	3	3	2	3	4	2	2	4	3	2	3	2	2,73

Anexo 4. Resultados de las pruebas sensoriales para el atributo sabor de la compota de calabaza.

		CATADORES															
FACTORES	REPLICAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Suma
T1	R1	4	2	2	1	4	2	3	1	1	3	3	2	1	3	1	2,20
	R2	2	1	1	2	1	2	2	3	4	2	2	1	1	2	2	1,87
T2	R1	3	2	4	3	3	3	4	2	4	2	4	3	2	4	3	3,20
	R2	2	3	3	4	2	4	3	4	3	4	3	4	2	4	4	3,40
T3	R1	4	4	3	2	3	3	4	3	4	2	4	3	3	3	3	3,20
	R2	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3,33
T4	R1	3	2	3	3	1	2	2	2	2	2	3	4	2	2	2	2,33
	R2	3	2	2	2	2	1	1	2	2	3	4	3	4	3	3	2,47
T5	R1	3	2	2	3	3	2	1	2	2	3	2	3	2	2	1	2,33
	R2	2	3	2	3	2	1	3	4	3	2	4	1	2	1	4	2,47
T6	R1	1	2	2	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2,07
	R2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	2	2	2	3	3	3	2,13
T7	R1	1	2	2	2	4	2	3	3	1	3	1	3	2	3	3	2,33
	R2	2	2	3	2	2	3	1	2	3	3	4	3	2	2	3	2,47
T8	R1	2	2	2	2	4	1	1	3	2	2	1	2	1	2	2	1,93
	R2	2	2	3	4	3	1	2	1	3	2	2	2	1	2	2	2,13
T9	R1	1	2	1	3	2	2	2	1	2	3	2	2	2	3	2	2,00
	R2	2	1	3	2	1	3	1	1	1	2	3	2	3	3	3	2,07
T10	R1	2	2	1	2	4	2	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2,53
	R2	3	2	3	2	1	3	1	2	2	3	4	3	2	4	3	2,53

T11	R1	2	1	2	2	4	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1,80
	R2	2	1	1	4	3	1	2	2	3	2	2	2	1	1	2	1,93
T12	R1	3	2	3	1	4	2	3	1	1	3	2	2	1	3	1	2,13
	R2	2	2	1	2	1	2	2	3	4	2	2	2	1	3	2	2,07

Anexo 5. Resultados de las pruebas sensoriales para el atributo textura de la compota de calabaza.

		CATADORES															
FACTORES	REPLICAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Suma
T1	R1	5	4	4	3	3	4	3	2	4	4	4	4	3	3	3	3,53
	R2	4	4	3	2	2	3	4	4	4	3	2	2	3	4	4	3,20
T2	R1	3	2	3	2	3	4	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2,73
	R2	2	3	4	4	4	2	4	3	4	3	3	2	2	2	2	2,93
T3	R1	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3,47
	R2	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3,53
T4	R1	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	2	4	3	3	3,40
	R2	2	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	2	4	3,27
T5	R1	3	3	3	2	3	4	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2,87
	R2	3	3	4	2	4	2	4	2	4	3	3	2	2	3	4	3,00
T6	R1	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3,33
	R2	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3,53
T7	R1	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2,73
	R2	2	3	4	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2,60
T8	R1	4	3	4	4	2	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3,40
	R2	4	3	2	3	3	4	3	2	3	3	3	2	4	4	4	3,13
T9	R1	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3,47
	R2	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3,33
T10	R1	2	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2,60
	R2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2,40

T11	R1	3	3	4	3	2	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3,33
	R2	4	3	2	2	3	4	3	3	3	3	4	2	4	4	4	3,20
T12	R1	5	4	5	3	2	4	3	2	4	2	4	4	3	2	3	3,33
	R2	4	2	3	3	2	3	4	3	4	3	2	2	3	4	2	2,93

Anexo 6. Resultados de las pruebas sensoriales para el atributo aceptabilidad de la compota de calabaza.

		CATADORES															
FACTORES	REPLICAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Suma
T1	R1	2	2	3	4	4	2	4	3	3	2	2	4	2	2	4	2,87
	R2	3	3	3	2	2	2	2	4	2	3	2	3	3	3	3	2,67
T2	R1	1	2	2	3	4	3	3	5	2	3	2	2	2	1	3	2,53
	R2	2	3	2	2	2	4	3	4	1	2	3	3	2	3	3	2,60
T3	R1	4	1	2	2	4	2	3	2	2	2	1	4	1	2	3	2,33
	R2	3	2	2	2	3	4	4	3	2	1	1	1	2	3	2	2,33
T4	R1	4	2	3	2	5	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2,67
	R2	3	2	3	2	2	4	3	3	3	3	2	1	1	2	3	2,60
T5	R1	1	1	2	3	4	3	3	3	2	3	2	2	3	1	3	2,53
	R2	3	3	2	4	2	4	3	4	1	2	3	3	2	3	1	2,67
T6	R1	4	2	2	2	3	2	2	5	2	3	2	2	2	3	2	2,53
	R2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2,47
T7	R1	5	3	4	4	3	3	2	2	2	2	4	3	3	2	2	2,93
	R2	4	4	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2,67
T8	R1	3	2	2	3	3	2	3	4	2	3	2	2	2	2	3	2,53
	R2	2	2	2	3	4	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2,53
T9	R1	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2,67
	R2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2,53
T10	R1	5	3	4	4	3	3	2	4	2	2	4	3	2	2	2	3,13
	R2	4	4	3	2	3	3	4	3	2	3	5	2	2	4	4	3,20

T11	R1	2	2	2	3	2	2	3	4	2	3	2	3	2	3	3	2,53
	R2	3	2	3	3	4	3	2	2	3	2	2	3	2	3	4	2,73
T12	R1	2	3	3	4	4	2	3	3	3	2	2	3	2	2	4	2,80
	R2	4	2	3	3	2	2	2	4	2	3	2	3	4	3	2	2,73

Anexo 7. Resultados promedios de las pruebas sensoriales para atributos como: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad de la compota de calabaza.

#	Tratamientos	COLOR		OLOR		SABOR		TEXTURA		ACEPTABILIDAD	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	A1B1C1	2,87	2,80	2,67	2,67	2,20	1,87	3,53	3,20	2,87	2,67
2	A1B1C2	2,80	2,73	2,67	2,87	3,20	3,40	2,73	2,93	2,53	2,60
3	A1B1C3	2,67	2,87	2,73	2,80	3,20	3,33	3,47	3,53	2,33	2,33
4	A1B2C1	2,87	2,47	2,80	2,73	2,33	2,47	3,40	3,27	2,67	2,60
5	A1B2C2	2,67	2,80	2,87	3,00	2,33	2,47	2,87	3,00	2,53	2,67
6	A1B2C3	2,80	2,93	2,87	2,73	2,07	2,13	3,33	3,53	2,53	2,47
7	A2B1C1	2,73	2,73	2,73	2,60	2,33	2,47	2,73	2,60	2,93	2,67
8	A2B1C2	2,60	2,47	2,67	2,93	1,93	2,13	3,40	3,13	2,53	2,53
9	A2B1C3	2,47	2,53	2,67	2,80	2,00	2,07	3,47	3,33	2,67	2,53
10	A2B2C1	2,60	2,53	2,67	2,80	2,53	2,53	2,60	2,40	3,13	3,20
11	A2B2C2	2,67	2,47	2,73	2,80	1,80	1,93	3,33	3,20	2,53	2,73
12	A2B2C3	2,73	2,93	2,87	2,73	2,13	2,07	3,33	2,93	2,80	2,73