



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FELIX LÓPEZ**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIAS**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

**EFFECTO DE LA ESTERILIZACIÓN Y GOMA XANTHAN EN LAS  
PROPIEDADES REOLÓGICAS Y NUTRICIONALES DE LA  
COMPOTA DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*)**

**AUTORES:**

**CHRISTIAN ROLANDO CEDEÑO ZAMBRANO  
EDDISON JAVIER MORÁN VIDAL**

**TUTOR:**

**ING. ELY FERNANDO SACÓN VERA, Dr.C.**

**CALCETA, JUNIO 2017**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Christian Rolando Cedeño Zambrano y Eddison Javier Moran Vidal, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

---

**Christian R. Cedeño Zambrano**

---

**Eddison J. Morán Vidal**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Ely Fernando Sacón Vera, Dr.C certifica haber tutelado la tesis EFECTOS DE LA ESTERILIZACIÓN Y GOMA XANTHAN EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y NUTRICIONALES DE LA COMPOTA DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*), que ha sido desarrollada por Christian Rolando Cedeño Zambrano y Eddison Javier Moran Vidal, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. ELY FERNANDO SACÓN VERA, Dr.C**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **EFFECTO DE LA ESTERILIZACIÓN Y GOMA XANTHAN EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y NUTRICIONALES DE LA COMPOTA DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*)**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Christian Rolando Cedeño Zambrano y Eddison Javier Moran Vidal, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Blg. Jhonny M. Navarrete Álava, Mg.  
**MIEMBRO**

---

Ing. Nelson E. Mendoza Ganchozo, Mg.  
**MIEMBRO**

---

Ing. Edison F. Macías Andrade, Mg.  
**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A Dios por darme perseverancia a lo largo de todo este camino,

A mi familia por el apoyo incondicional que me han dado siempre,

A mi tutor ingeniero Ely Fernando Sacón Vera por haberme ayudado y tutelado en todo este proceso

A mi facilitadora ingeniera Katerine Loor por estar siempre guiando el proceso de elaboración de tesis.

## **LOS AUTORES**

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis padres que han sido pilares fundamentales en mi vida, que han sabido guiarme con sabiduría y ejemplo de superación y a mí querida esposa por su apoyo sincero e incondicional.

**Eddison J. Morán Vidal**

A Dios y a mi madre que han sido pilares fundamentales en mi vida, que han sabido guiarme con sabiduría y ejemplo de superación y a mí querida abuelita por su apoyo sincero e incondicional.

**Christian R. Cedeño Zambrano**

## CONTENIDO GENERAL

CARÁTULA .....	i
DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	x
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
KEY WORDS .....	xiii
CAPITULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1.    PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2.    JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3.    OBJETIVOS .....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	4
1.4.    HIPÓTESIS .....	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.    PRODUCCIÓN DE FRUTAS EN ECUADOR.....	5
2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR ECUATORIANO.....	5
2.2.    LA RESPIRACIÓN DE LAS FRUTAS .....	6
2.2.1. FRUTAS CLIMATÉRICAS.....	6
2.2.2. FRUTAS NO CLIMATÉRICAS .....	6
2.3.1. PROPIEDADES.....	8
2.4.    METODOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.....	8
2.4.1. MÉTODOS FÍSICOS.....	9
2.4.3. MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS.....	10



2.5.2.	DEFINICIÓN DE LA COMPOTA SEGÚN CODEX ALIMENTARIUS, CODEX STAN 79-1981 .....	11
2.5.3.	CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LA COMPOTA .....	11
2.6.	GOMA XANTANA O XANTANO .....	11
2.7.	LOS ALIMENTOS COMO FUENTE DE ENERGÍA Y NUTRIENTES	12
2.8.	NUTRIENTES EN LOS ALIMENTOS.....	13
2.8.1.	ASPECTOS NUTRICIONALES DE LA COMPOTA.....	13
2.9.	FLUIDOS NO NEWTONIANOS .....	14
2.10.	REOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS.....	15
2.10.1.	VISCOSIDAD.....	17
2.10.2.	CONSISTENCIA.....	17
2.11.	TRATAMIENTO TÉRMICO GENERALIDADES.....	18
2.11.1.	FACTORES QUE DETERMINAN LA CONDICIÓN DEL PROCESAMIENTO TÉRMICO .....	18
2.11.3.	TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA COMPOTA .....	19
2.12.	ESTERILIZACIÓN.....	19
2.12.1.	CONTROL DE CALIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONSERVAS: DEFINICIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS SEGÚN LA FAO.....	20
2.12.2.	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD A REALIZAR EN EL LABORATORIO .....	20
CAPITULO III. DESARROLLO METEOLÓGICO .....		21
3.1.	UBICACIÓN .....	21
3.2.	DURACIÓN DEL TRABAJO.....	21
3.3.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	21
3.4.	FACTORES EN ESTUDIO .....	21
3.5.	TRATAMIENTOS .....	22
3.6.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
3.7.	UNIDAD EXPERIMENTAL .....	23

3.8.	MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
3.8.1.	DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOTA DE PITAHAYA .....	24
3.8.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE COMPOTA DE PITAHAYA .....	25
3.9.	VARIABLES A MEDIR .....	26
3.10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	27
3.11.	TRATAMIENTO DE LOS DATOS .....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		29
4.1.	VARIABLES REOLÓGICAS.....	29
4.1.1.	ANÁLISIS DE CONSISTENCIA.....	29
4.1.2.	ANÁLISIS DE VISCOSIDAD.....	30
4.2.	VARIABLES NUTRICIONALES .....	31
4.2.1.	ANÁLISIS DE CARBOHIDRATOS .....	31
4.2.2.	ANÁLISIS DE GRASAS.....	32
4.2.3.	ANÁLISIS DE PROTEÍNAS.....	33
4.2.4.	ANÁLISIS DE ENERGÍA BRUTA .....	34
4.3.	FICHA TÉCNICA DEL MEJOR TRATAMIENTO.....	35
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		37
5.1.	CONCLUSIONES.....	37
5.2.	RECOMENDACIONES .....	37
BIBLIOGRAFÍA .....		39
ANEXOS .....		44

## **CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS**

<b>CUADRO 2. 1.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIETADES DE PITAHAYA .....</b>	<b>7</b>
<b>CUADRO 2. 2.</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL FRUTO DE PITAHAYA.....</b>	<b>8</b>
<b>CUADRO 3. 1.</b>	<b>NÚMERO DE TRATAMIENTOS.....</b>	<b>22</b>
<b>CUADRO 3. 2.</b>	<b>ESQUEMA ANOVA .....</b>	<b>22</b>

<b>CUADRO 3. 3. DETALLE DEL MATERIAL EXPERIMENTAL .....</b>	<b>23</b>
<b>CUADRO 4. 1. VALORES PROMEDIOS DE LAS VARIABLES NUTRICIONALES DE LA COMPOTA DE PITAHAYA .....</b>	<b>31</b>
<b>CUADRO 4. 2. FICHA TÉCNICA DEL MEJOR TRATAMIENTO .....</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 3. 1. DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOTA DE PITAHAYA.....</b>	<b>24</b>
<b>GRÁFICO 4. 1. MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA VARIABLE CONSISTENCIA .....</b>	<b>29</b>
<b>GRÁFICO 4. 2. MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA VARIABLE VISCOSIDAD .....</b>	<b>30</b>
<b>GRÁFICO 4. 3. MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA VARIABLE CARBOHIDRATOS .....</b>	<b>32</b>
<b>GRÁFICO 4. 4. MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA VARIABLE GRASAS ..</b>	<b>33</b>
<b>GRÁFICO 4. 5. MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA VARIABLE PROTEÍNAS .....</b>	<b>34</b>
<b>GRÁFICO 4. 6. MEDIAS DE LOS RESULTADOS DE LA VARIABLE ENERGÍA BRUTA .....</b>	<b>35</b>

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar los efectos de la esterilización y goma xanthan en las propiedades reológicas y nutricionales de la compota de pitahaya. El diseño estadístico empleado fue un DCA con arreglo bifactorial de A\*B+1. Se elaboraron cuatro tratamientos, combinando porcentajes de goma xanthan (0,5 %; 1 %) y temperaturas de esterilización (100 °C; 115 °C) con relación a la unidad experimental de 1000 gramos de compota de pitahaya. El desarrollo de la investigación se realizó en el taller agroindustrial de frutas y vegetales de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí – Manuel Félix López y los análisis de laboratorio fueron realizados en la Universidad Técnica de Ambato y en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (Portoviejo). Se evaluaron características reológicas (Viscosidad y consistencia) y características nutricionales (carbohidratos, grasas, proteínas y energía bruta). Se empleó un anova y los datos se evaluaron en el programa IBM SPSS versión 21. Se logró determinar como mejor tratamiento el T2 con (1 % de goma xanthan y 100 °C de temperatura de esterilización) el cual obtuvo 8,80 cm de consistencia; 9343,50 m. Pa. s. de viscosidad; 20,13 % de carbohidratos; 0,08 % de grasas (lípidos); 0,49 % de proteínas; 83,12 kcal/g de energía bruta y se elaboró una ficha técnica con las especificaciones del mejor tratamiento (T2); determinando que la temperatura de esterilización en las características nutricionales especialmente en las proteínas y los porcentajes de goma xanthan influyen en las características reológicas.

## PALABRAS CLAVE

Viscosidad, consistencia, carbohidratos, grasas o lípidos, proteínas y energía bruta.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of sterilization and xanthan gum in the rheological and nutritional properties of Pitahaya compote. The statistical design used was a DCA with a \* b + 1 bifactorial settlement. Four treatments were developed, combining percentages of xanthan gum (0,5%; 1%) and sterilization temperatures (100 °c, 115 °c) in relation to the experimental unit of 1000 grams of pitahaya compote. The development of the research has been executed in the agro-industrial workshop of fruits and vegetables at the Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí – Manuel Félix López and the laboratory analyses were carried out at the Technical University of Ambato and at the National Agricultural Research Institute in Portoviejo City. Rheological characteristics (viscosity and consistency) and nutritional characteristics (carbohydrates, fats, proteins and crude energy) were assessed. An anova was used and the data were evaluated in the IBM SPSS version 21 program. It was possible to determine T2 as best treatment (1% xanthan gum and 100 °C sterilization temperature) which obtained 8.80 cm of consistency; 9343.50 m. Pa. S. of viscosity; 20.13% of carbohydrate; 0.08% of fat (lipids); 0.49% of protein; 83.12 kcal / g of raw energy and a technical file was prepared with the specifications of the best treatment (T2); Determining that the sterilization temperature in the nutritional characteristics, especially in the proteins and xanthan gum percentages influence to the rheological characteristics.

## KEY WORDS

Viscosity, consistency, carbohydrates, fats or lipids, proteins, and gross energy.

# CAPITULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Desde el inicio de la humanidad el hombre ha buscado la forma para conservar sus alimentos por más tiempo (Vargas *et al.*, 2005); procurando conservar sus características reológicas y resguardando la calidad nutricional de los diferentes productos que se elaboren, utilizando métodos físicos y químicos, donde destacan la pasteurización y esterilización, siendo la esterilización un método ampliamente utilizado a nivel mundial para la obtención de productos inocuos en donde se emplean diversas técnicas, en cuánto a temperaturas y tiempos de esterilización.

Según Mankad y Col., (1995), citado por Jiménez *et al.* (2005) si el tratamiento térmico es excesivo, el alimento pierde valor nutritivo. En caso contrario, si no se esteriliza adecuadamente el alimento, existe el peligro de que se desarrollen microorganismos anaerobios (National Cannery Association, 1979 citado por Jiménez *et al.* 2005).

En Ecuador, se producen decenas de variedades de diferentes frutas que muy a menudo no son aprovechadas y en el peor de los casos son desechadas por desconocimiento de métodos de conservación por parte de los productores, dentro de estas frutas se encuentra la pitahaya, conocida también popularmente como “fruta dragón”, que ha tenido un aumento en la producción nacional en los últimos años.

En Manabí, especialmente en la zona norte de esta provincia costera la producción de pitahaya está orientada en gran parte a ser exportada como materia prima, mas no se le están empleando procesos de industrialización para dar valor agregado ya que no existen empresas dedicadas a la manufactura de esta materia prima.

Uno de los problemas más frecuentes en los procesos semi industriales en la elaboración de conservas y confituras, es la presencia de factores desfavorables en el producto terminado. Según el estudio realizado por Sánchez y Sánchez. (s.f) la temperatura tiene un efecto muy acusado en los parámetros reológicos de los purés (compotas).

En el orden de las ideas antes presentadas, se plantea la siguiente interrogante:

¿Es posible obtener una compota con características reológicas y nutricionales, similares a un producto comercial, mediante la aplicación de goma xanthan y temperaturas de esterilización?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Las conservas son aquellos productos que se realizan para aumentar la vida útil del alimento de forma de consumirlos posteriormente sin que sean nocivos para la salud. El uso combinado de tratamientos térmicos es muy común en la esterilización de conservas; con la correcta utilización de este mecanismo es posible mantener la inocuidad, eliminando microorganismos adversos, sin embargo es necesario contemplar que este método no altere las características reológicas y nutricionales del producto final, especialmente en compotas, utilizando nuevas materias primas, como la pitahaya para su mayor aprovechamiento.

La aplicación de tratamientos térmicos (esterilización) en los procesos semi industriales en la elaboración de conservas y confituras, son importantes para prevenir la presencia de factores desfavorables en el producto terminado (características reológicas y nutricionales). Esta investigación permitirá demostrar la importancia del proceso térmico, garantizando que el producto final conserve las propiedades nutricionales presentes en la fruta (pitahaya) y orientadas a indagar en las posibles alteraciones reológicas.

Los cereales y las frutas elaboradas mediante procesos como lo es la compota son los primeros sólidos que el niño debe comer los cereales aportan hidratos de carbono, estupenda fuente de energía y las frutas elaboradas mediante procesos son riquísimas en vitaminas y energía

Las características reológicas de una compota como son la viscosidad y consistencia dependen del procedimiento aplicado y del tipo de estabilizante utilizado entre ellos se encuentran las gomas, una de estas es la goma xantana que según Angioloni (s.f.) es completamente soluble en agua caliente o fría, se hidrata rápidamente una vez dispersa y facilita la retención de agua produciendo soluciones altamente viscosas a baja concentración, además según Ospina (2012) la goma xantan tiene excelente estabilidad en un rango amplio de pH y temperatura.

El desarrollo de la compota se regirá bajo la “Norma Del Codex Para Compotas (Conservas De Frutas) y Jaleas CODEX STAN 79-1981” y en Ecuador la norma vigente para este producto es la “NTE INEN 2825”. Estas normativas establecen los lineamientos para la elaboración de compotas que se encuentran dentro de género de las conservas.

En Ecuador, en la zona norte de la provincia de Manabí, específicamente en los cantones: Tosagua, Rocafuerte, Chone, el aprovechamiento de los recursos es una tarea para los nuevos profesionales y la utilización de las frutas es clave para lograrlo. Con la presente investigación se prevé aprovechar la pitahaya, una fruta que de no ser vendida se convierte en un desecho. Utilizando esta materia prima para la elaboración de productos se puede lograr disminuir la contaminación que causa el desperdicio de esta fruta que es cosechada durante todo el año.

La producción de pitahaya se está convirtiendo en una buena alternativa para los agricultores que ven en el agro una oportunidad de desarrollo. Con el presente proyecto de investigación, se exhibe la oportunidad de divulgar a través de los programas de vinculación de la ESPAM – MFL una alternativa para que los productores de Pitahaya de la zona norte de Manabí puedan dar



valor agregado a esta materia prima por medio de la elaboración de una compota, obteniendo características reológicas óptimas y manteniendo la inocuidad del producto.

Por estas razones, se proyecta esta investigación, guiada a evaluar los efectos de la esterilización y goma xanthan en las propiedades reológicas y nutricionales de la compota de pitahaya para responder los cuestionamientos planteados.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar los efectos de la esterilización y goma xanthan en las propiedades reológicas y nutricionales de la compota de pitahaya (*Hylocereus undatus*).

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el efecto del porcentaje de goma xanthan sobre las propiedades reológicas de la compota frente a un testigo comercial.
- Evaluar el efecto de la esterilización sobre las propiedades nutricionales de la compota de pitahaya mediante análisis de laboratorio.
- Estandarizar el proceso de elaboración de compota mediante las especificaciones técnicas a partir del mejor tratamiento.

### **1.4. HIPÓTESIS**

La esterilización y goma xanthan influyen en las características reológicas y propiedades nutricionales de la compota de pitahaya.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. PRODUCCIÓN DE FRUTAS EN ECUADOR**

Ecuador posee una gran variedad de frutas no tradicionales dentro de su oferta exportable, debido a la estratégica posición geográfica en la que se encuentra ubicado el país y a la existencia de microclimas que favorecen a la producción de ciertos cultivos para obtener finalmente frutas de excelente calidad (Proecuador, 2012).

Las frutas que se encuentran dentro del grupo a analizar son principalmente: mango, piña, pitahaya, papaya, naranjilla, tomate de árbol, limón (Tahití, Sutil), mora, uvilla, maracuyá, limón, kiwi, guayaba, guanabana, granadilla, entre otros productos (Proecuador, 2012).

#### **2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR ECUATORIANO**

Según, Proecuador (2012), Ecuador debido a su diversidad climática en las diferentes regiones se caracteriza por el cultivo de diferentes frutas, desde tropicales hasta templadas, por citar un ejemplo, Ecuador es el proveedor mundial más importante de concentrado de maracuyá o fruta de la pasión, además, su sabor singular y aromático es reconocido a nivel internacional gracias al clima tropical que favorece la cosecha de la fruta durante todo el año.

Otras frutas que se cultivan en el clima tropical y que tienen como destino mercados internacionales son las piñas, mangos, papayas, melones, mientras que las peras, frutillas, manzanas, moras, uvas, uvillas y ciruelas se cultivan en la sierra, también los cítricos, aguacates, kiwi, pitahaya y otra gran variedad de frutas tropicales se producen en la costa (Proecuador, 2012).

Según el autor antes mencionado, otras frutas como tomate de árbol, granadillas, naranjillas y zapotes son exclusivas de las zonas tropicales de igual forma, resaltan también la importante participación que han ganado en el

mercado internacional las frutas exóticas como: kiwi, pitahaya, borojón, uvilla, naranjillas, gracias al exquisito sabor y las propiedades nutricionales que contiene.

## **2.2. LA RESPIRACIÓN DE LAS FRUTAS**

Según lo expresado por Luna, (2012) la intensidad respiratoria de un fruto depende de su grado de desarrollo y se mide como la cantidad de CO<sub>2</sub> (miligramos) que desprende un kilogramo de fruta en una hora, a lo largo del crecimiento se produce, en primer lugar, un incremento de la respiración, que va disminuyendo lentamente hasta el estado de maduración, sin embargo, en determinadas frutas después de alcanzarse el mínimo se produce un nuevo aumento de la intensidad respiratoria hasta alcanzar un valor máximo, llamado pico climatérico, después del cual la intensidad respiratoria disminuye de nuevo; estas frutas son llamadas "frutas climatéricas".

### **2.2.1. FRUTAS CLIMATÉRICAS**

Se caracterizan por que maduran después de la cosecha y presentan un incremento en la velocidad de producción de etileno y de respiración que coincide con su madurez (Luna, 2012).

### **2.2.2. FRUTAS NO CLIMATÉRICAS**

No aumenta la velocidad de respiración, y durante la maduración la producción de CO<sub>2</sub> (producto de la respiración) y de etileno se mantiene estable y baja (Luna, 2012).

## **2.3. GENERALIDADES DE LA PITAHAYA**

Según, Manzanero, *et. al.* (2014), la pitahaya, *Hylocereus undatus*, es una especie de cultivo en dispersión en el trópico y subtrópico que presenta alto polimorfismo. La especie ha sufrido selección humana por acción de colecta de

frutos, situación que promovió la diversidad de frutos en forma, tamaño, color y calidad organoléptica, la pitahaya (*Hylocereus undatus*), se encuentra cubierta por formaciones saliente llamadas brácteas, su pulpa es blanca consumido en varias partes de México y tiene un promisorio futuro comercial (Vargas, *et. al.* 2010).

La pitahaya (*Hylocereus undatus Haw.*) es una cactácea nativa de América, cuya adaptabilidad a diversas condiciones ambientales ha favorecido su introducción a países con marcadas diferencias en clima y suelo, se distribuyó de América a Asia (China, Vietnam, Indonesia y Corea) y Medio Oriente (Israel), donde ha tenido amplia aceptación, Nicaragua, Colombia y México son los países de América que cuentan con plantaciones comerciales (Osuna, *et. al.* 2011).

**Cuadro 2. 1.** Caracterización de las variedades de Pitahaya  
Caracterización fisicoquímica de tres variedades de pitahaya

Variedad	pH	SST (%)
Pitahaya roja	5,51±0,4a	9,03±1,8b
Pitahaya rosa	5,72±0,6a	13,90±1,4a
Pitahaya blanca	6,00±0,7 <sup>a</sup>	10,43±0,3b

Fuente: (Ochoa, *et. al.* 2012.)

Según Esquivel y Araya (2012), esta fruta ha ganado popularidad en Europa Y Estados Unidos por su apariencia exótica e impresionante, además, el fruto se conoce por su riqueza en nutrientes y por sus benéficos para la salud.

Esta fruta es de sabor dulce con forma ovalada y de color rojo o amarillo intenso, tiene su pulpa espumosa con pequeñas y suaves pepas que pueden ser comestibles, en el Ecuador, el cultivo de pitahaya recién tiene una apertura de producción, ya que sus inicios fue aproximadamente hace 10 años, y se localizaba en el sector noroccidente de la provincia de Pichincha, después de algunos años apareció una variedad de esta fruta en el oriente ecuatoriano, cuya diferencia era que tenía mucha más pulpa, tenía un mayor peso, más

grados BRIX (miden el cociente total de sacarosa de un líquido) y de mejor apariencia que la fruta colombiana (Molina *et. al.* 2009).

Los frutos de pitahaya cosechados en madurez media y completa, mantienen mejores características del color de la cáscara y en el nivel de sólidos solubles totales durante 12 días de almacenamiento ( $20 \pm 2$  °C), que los frutos cosechados en madurez inicial, sin embargo la rápida disminución de la acidez afecta su calidad, por otra parte, los frutos cosechados en madurez inicial conservan los mayores niveles de firmeza, acidez y vitamina C y mejor relación oBrix/acidez, hasta el día 10 de almacenamiento (Montesinos, *et. al.* 2015).

### 2.3.1. PROPIEDADES

Las frutas son muy buena fuente de energía, carbohidratos y minerales, los consumidores de países desarrollados cada día buscan consumir frutas con buenos sabores, la vida útil de frutas cosechadas en climas cálidos es más corta comparada con la de las frutas producidas en climas templados, lo que las hace altamente perecederas, lo cual da lugar a elevadas pérdidas directa o indirecta entre la cosecha y el consumidor final, todo lo anterior, con la escasa información que se tiene sobre la fisiología y comportamiento postcosecha de dichas frutas y su prolongación, para lograr su conservación y manejo adecuado, dificultan su comercialización y producción (Magaña, *et. al.* 2010).

**Cuadro 2. 2.** Composición del fruto de Pitahaya

Componente	Fruto Íntegro	Pulpa
Proteína	6,93	9,07
Fibra Cruda	16,76	23,15
Cenizas	6,67	3,23
Grasas	1,00	0,84
Humedad	84,13	85,79

Fuente: Maldonado, (s.f.)

## 2.4. METODOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Según, Schulz, (s.f.) los métodos de conservación de alimentos que el hombre dispone, y en mayor o menor grado los aplica a la industria, pueden agruparse en:

### **2.4.1. MÉTODOS FÍSICOS**

#### **a) Acción de la temperatura**

Temperatura elevada (Uso del calor)

- Pasteurización
- Esterilización
- Tindalización

Temperatura baja (Uso del frío)

- Refrigeración
- Congelación

#### **b) Eliminación de agua (Baja humedad)**

Deseccación (Uso del frío, del calor y vacío)

- Deseccación natural o al sol
- Deseccación artificial o deshidratación
- Deseccación mixta (deseccación y deshidratación)
- Crio-deshidratación o liofilización (frío y vacío)
- Pulverización o spray

Concentración (Uso del calor o frío)

- Concentración por calor a presión ambiente
- Concentración por calor al vacío
- Concentración por congelación o crioconcentración

#### **c) Filtración estéril o filtración esterilizante**

- Irradiación
- Rayos ultravioletas
- Rayos infrarrojos
- Rayos gamma

## 2.4.2. MÉTODOS QUÍMICOS

- Sustancias antisépticas, antifermentativas o inhibidoras del desarrollo microbiano: ácido bórico, ácido salicílico, ácido sórbico y sorbato de potasio, ácido benzoico y benzoato de sodio, anhídrido sulfuroso, anhídrido carbónico, ácido acético o vinagre, alcohol etílico y otros.
- Conservadores o preservadores naturales, que son también alimentos. Actúan sólo a concentraciones elevadas: Azúcar, cloruro de sodio (sal), grasas y aceites.

## 2.4.3. MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS

- Ahumado
- Acción oligodinámica de metales nobles

## 2.5. COMPOTA

Desde el inicio de la humanidad el hombre ha buscado la forma para conservar sus alimentos por más tiempo, iniciando esa búsqueda con técnicas rudimentarias como el salado o el sacado al sol, conforme la ciencia ha avanzado se han empleado métodos de conservación más sofisticados en los que se han aplicado diversos factores de conservación como la temperatura, la actividad de agua ( $A_w$ ), pH o la adición de conservadores; sin embargo al emplearse cada uno de ellos por separado y en magnitudes elevadas se provoca un daño considerable en la calidad del producto al perderse parte de sus propiedades sensoriales y nutrimentales, una forma de alargar la vida útil de un producto es la elaboración de concentrados, jaleas, frutas en almíbar, compotas, entre otros (Datateca, 2016).

Las peras, manzanas o melocotones, necesitarán de 20 a 40 minutos, en cambio, las uvas y las cerezas tendrán suficiente con 3 o 4 minutos, las frutas pequeñas y blandas como las moras sólo necesitarán una inmersión en almíbar

caliente, pueden hacerse también compotas de frutas secas, ampliando de esta forma el abanico de posibilidades en sus aplicaciones (Datateca, 2016).

### **2.5.1. DEFINICIÓN DE LA COMPOTA SEGÚN LA NORMA INEN 415, (1988)**

Es el producto obtenido por cocción de jugo o extracto acuoso extraído a partir del ingrediente de fruta, y clarificado por filtración o por algún otro medio mecánico; mezclando con azúcares, otros ingredientes permitidos (añadiéndole pectina y ácido si fuera necesario para conseguir cierta textura) y concentrado hasta obtener la consistencia adecuada (INEN, s.f.).

### **2.5.2. DEFINICIÓN DE LA COMPOTA SEGÚN CODEX ALIMENTARIUS, CODEX STAN 79-1981**

Compota es el producto preparado con un ingrediente de fruta (fruta entera, trozos de fruta, pulpa o puré de fruta, zumo de fruta o zumo de fruta concentrado), mezclado con un edulcorante, carbohidrato, con o sin agua y elaborado para adquirir una consistencia adecuada (Codex Alimentarius, s.f.).

### **2.5.3. CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LA COMPOTA**

Las características de una compota dependen mucho del tipo de fruta que se va a usar como materia prima, en general, las compotas son de consistencia viscosa o semisólida, con color y sabor típicos de fruta la que la compone, deben estar razonablemente exentas de materiales defectuosos que normalmente acompañan a las frutas (Ramírez, 2013).

## **2.6. GOMA XANTANA O XANTANO**

También conocido comercialmente como goma Xanthan, es un polisacárido que proviene de una bacteria llamada *Xanthomonas campestris* que sirve como espesante y emulsionante en la gastronomía, en la industria se conoce como



E-415 y sirve como espesante de gran poder en la preparación de helados, sorbetes cremosos y vinagretas o aderezos para ensaladas, entre muchos productos, comercialmente se vende en forma de polvo blanco y se consigue actualmente en tiendas especializadas en gastronomía molecular y también se encuentra en tiendas online (Bartole, 2014).

Como mencionamos antes, este producto alimenticio no es una gelatina, sino un espesante de sencilla disolución tanto en líquidos fríos como en calientes, que no contiene gluten y que es capaz de emulsionar grasas con líquidos sin introducir color, ni sabor a la mezcla que se está preparando, además este producto permite ser congelado y descongelado sin que su textura y consistencia se dañen, y su nivel de espesor no variará con la temperatura, sea ésta fría o caliente (Bartole, 2014).

Para obtener resultados óptimos y evitar que se formen grumos en la mezcla, tenemos que batir energicamente con la ayuda de una batidora de mano o una eléctrica, la goma xantana se utiliza en las salsas calientes igual como se usa la maicena o la harina de almidón de maíz, además sirve para espesar y darle estabilidad a espumas, emulsiones, helados, aderezos para ensaladas, natas montadas y merengues, en los helados evita la aparición de cristales de hielo dándole una textura y consistencia cremosa (Bartole, 2014).

Según la FAO (2011), la dosis aplicada de goma xantan está dada por las buenas prácticas de fabricación (BPF), la cual indica que se puede adicionar 1g/100ml de pulpa de fruta (Mercosur, 2010).

## **2.7. LOS ALIMENTOS COMO FUENTE DE ENERGÍA Y NUTRIENTES**

Según Carbajal (s.f) El conocimiento de la composición nutricional de los alimentos y los diferentes grupos en que estos se clasifican es fundamental para la preparación de dietas, pues simplifica y ayuda extraordinariamente en la elección de los alimentos y menús que formarán parte de la dieta.

El hombre para mantener la salud desde el punto de vista nutricional, necesita consumir diariamente una determinada cantidad/calidad de energía y de unos 50 nutrientes que se encuentran almacenados en los alimentos. Gracias a las diversas adaptaciones que ha desarrollado a lo largo de su evolución, en la actualidad, puede utilizar o consumir una amplia gama de productos o alimentos para obtener la energía y los nutrientes necesarios.

## **2.8. NUTRIENTES EN LOS ALIMENTOS**

Según la FAO, (s.f.), Que un alimento sea o no una buena fuente de nutrientes depende de: la cantidad de nutrientes presentes en el alimento. Los alimentos que contienen una gran cantidad de nutrientes con relación a su aporte de energía se denominan alimentos «ricos en nutrientes» (o «de alta densidad de nutrientes»). Son los alimentos más recomendables, pues ayudan a cubrir las necesidades nutricionales. Este Anexo proporciona una lista de alimentos que contienen cantidades significativas de diferentes nutrientes; la cantidad del alimento consumida normalmente.

### **2.8.1. ASPECTOS NUTRICIONALES DE LA COMPOTA**

Pérez, *et al.* (2011). Los cereales y las frutas son los primeros sólidos que el niño debe comer, los cereales le aportan hidratos de carbono, estupenda fuente de energía, y las frutas son riquísimas en vitaminas y fructuosa (energía).

Aunque existen muchos prejuicios sobre los alimentos preparados de compotas que conservan perfectamente los nutrientes – incluso se suplen, si algunos se han perdido en la cocción y no llevan colorantes ni aditivos (Pérez, *et al.* 2011).

## 2.9. FLUIDOS NO NEWTONIANOS

De acuerdo a lo descrito por Rojas, (1999), se consideran fluidos no newtonianos a los que no cumplen con la Ley de Newton. Pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- a) La ecuación que relaciona  $\tau$  vs  $\dot{\gamma}$  no es lineal:  $\tau = \tau(\dot{\gamma})$
- b)  $\tau$  es una función más o menos compleja de  $\dot{\gamma}$  y eventualmente del tiempo:  $\tau = \tau(\dot{\gamma}, t)$
- c) El comportamiento reológico es el resultante de un sistema fluido (newtoniano o no), y un sistema elástico: fluidos viscoelásticos.

La complejidad reológica aumenta de a) a c).

Además estos grupos son ideales, pues con frecuencia existen fluidos reales complejos que son combinaciones de varios modelos reológicos.

En los fluidos no-newtonianos la temperatura tiene una enorme importancia ya que a menudo, pequeñas variaciones de temperatura pueden modificar notablemente el comportamiento reológico de un fluido de este tipo.

En los fluidos no-newtonianos no puede utilizarse el concepto de viscosidad por dos causas:

a) En general, la consistencia (concepto análogo al de viscosidad, y que relaciona el esfuerzo de corte con la tasa de deformación), depende de la presión tangencial,  $\gamma$ , por lo tanto, no es constante sino que puede variar entre amplios límites. En oposición a la viscosidad que es siempre constante (a una temperatura dada).

b) Por otra parte, la consistencia tiene unas dimensiones diferentes de la viscosidad ya que no se cumple:

$$\eta = \tau / \dot{\gamma} \text{ (para fluidos no-newtonianos)}$$

Por esta razón los fluidos no-newtonianos se caracterizan por los reogramas, que son las representaciones gráficas de sus comportamientos, o bien por sus parámetros reológicos, que son las constantes de las ecuaciones que definen ese comportamiento reológico (Rojas, 1999).

Tanto los reogramas como los parámetros reológicos se obtienen a partir de datos experimentales.

En general se traza primero el reograma, buscando un sistema de escalas que permita la linealización y, a partir de los datos gráficos, se calculan los parámetros reológicos. En muchos casos se utilizan solamente reogramas.

En los fluidos no-newtonianos se ha utilizado con frecuencia el concepto de viscosidad aparente que es la que tendría un fluido newtoniano cuya recta pasara por el mismo punto del reograma (Rojas, 1999).

## **2.10. REOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

Según, Ramírez (2009), los fluidos constituyen la mayor parte de los alimentos que ingiere el hombre; los adultos consumen más productos líquidos y pastosos que alimentos sólidos por la facilidad de ingestión y digestión; en los niños y recién nacidos la importancia de los alimentos fluidos y particularmente líquidos es fundamental.

Cuando un alimento se procesa, el mismo está sujeto a un movimiento constante; en la práctica es muy difícil pensar en un producto que no requiera movilización (Ramírez, 2009).

Se atribuye el uso de la palabra Reología al Profesor Crawford, quien la utilizó para definir a la ciencia del flujo, en el momento actual se acepta que la reología es la ciencia dedicada al estudio de la deformación y el flujo; su desarrollo, en especial durante los últimos años, es notorio y merece destacarse el trabajo del Profesor Prentice, relacionado con la reología de

productos alimentarios y su medida, varias son las razones para determinar las propiedades reológicas de alimentos, son básicas en la ingeniería de procesos para el diseño de plantas, en el cálculo de requerimientos de bombeo; para establecer las dimensiones de tuberías y válvulas; para realizar mezclas; además, se utilizan en el cálculo de operaciones básicas con transferencia de calor, masa y cantidad de movimiento (Ramírez, 2009).

También se aprovechan para control instrumental de calidad del material crudo previo al procesamiento, de productos intermedios durante la manufactura, y de los productos finales después de la producción, sirven para evaluar la calidad preferida por el consumidor por medio de correlaciones entre las medidas reológicas y pruebas sensoriales, permiten elucidar la estructura o composición de alimentos y analizar los cambios estructurales que ocurren durante un proceso (Ramírez, 2009).

Se definen a los fluidos como las sustancias que fluyen sin desintegrarse cuando se aplica una presión, lo cual incluye a gases, líquidos y ciertos sólidos, en especial, para el caso de los líquidos se requieren diferentes esfuerzos de cizalla, para permitir que las moléculas de una capa pasen a otra a cierta velocidad; la relación entre el esfuerzo de cizalla requerido para inducir una determinada velocidad de deformación en cizalla, caracteriza el comportamiento reológico de un fluido (Ramírez, 2009).

En los fluidos llamados newtonianos, el esfuerzo de cizalla es directamente proporcional a la velocidad de deformación en cizalla o, abreviadamente, velocidad de cizalla y la constante de proporcionalidad corresponde a la viscosidad; muchos fluidos alimentarios se desvían de este comportamiento; pertenecen al grupo de los fluidos no-newtonianos, en los cuales el término índice de consistencia es equivalente a una viscosidad no-newtoniana, pero para definir el flujo se requiere de otros términos: el índice de comportamiento al flujo y, en ciertos casos, el esfuerzo de fluencia (tensión mínima de deformación o umbral de fluencia) (Ramírez, 2009).

### **2.10.1. VISCOSIDAD**

La viscosidad se puede definir como una medida de la resistencia a la deformación del fluido. Este concepto relaciona el esfuerzo cortante con la velocidad de deformación, la viscosidad aparente ( $\mu$ ) se define como el cociente entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. (viscosidad para fluidos no newtonianos, en el siguiente punto se explica esta denominación).

Un fluido se define como una sustancia que se deforma continuamente bajo la aplicación de esfuerzos cortantes, las características reológicas de un fluido son uno de los criterios esenciales en el desarrollo de productos en el ámbito industrial (Catriel, 2008).

### **2.10.2. CONSISTENCIA**

La consistencia está considerada un atributo de calidad textural: Un jarabe de chocolate puede ser delgado, espeso o viscoso, la consistencia de este tipo de alimentos se mide en términos de la resistencia al flujo, se puede medir de acuerdo al tiempo que tarda el alimento en escurrir por un pequeño orificio de determinado diámetro (López y Corral 2011).

En el caso de la consistencia existen diversos métodos empíricos para determinarla, entre ellos el consistómetro de Adams, este dispositivo mide el flujo debido a la gravedad una placa de plástico duro, vidrio o metal graduada con círculos concéntricos a intervalos regulares, un cilindro se coloca en el centro de la placa donde se introduce un volumen determinado del producto a caracterizar, en el tiempo cero, el cilindro se levanta y el producto fluye radialmente sobre la placa, después de un tiempo establecido (de 10 a 30 s) se mide la distancia recorrida en cada cuadrante y se registra el promedio como consistencia de Adams. Se utiliza para productos cremosos (Mouquet, 1998; Steffe, 1996 citado por Bravo, 2010)

## **2.11. TRATAMIENTO TÉRMICO GENERALIDADES**

Si el tratamiento térmico es excesivo, el alimento pierde valor nutritivo, debido a la disminución de su contenido vitamínico y puede adquirir características sensoriales indeseables, tales como aroma y sabor a quemado, además del consiguiente deterioro de proteínas y carbohidratos, en caso contrario, si no se esteriliza adecuadamente el alimento, existe el peligro de que se desarrollen microorganismos anaerobios como *Clostridium botulinum*, productor de la toxina botulínica, que es letal para el ser humano en dosis del orden 10-9g/kg de peso corporal, por lo que el tiempo requerido para la destrucción de este microorganismo generalmente se toma como base en el diseño de procesos térmicos de alimentos de baja acidez (Jiménez, *et al.* 2005).

Históricamente la prevención y el control de las enfermedades transmisibles estaban íntimamente unidos a procedimientos como el salazón, el ahumado, la ebullición, etc., incluso sin comprender los mecanismos por los cuales estas actividades evitaban la transmisión de infecciones, con el descubrimiento de los microbios se comprendieron la causa de las enfermedades infecciosas y sus mecanismos de transmisión, y de forma paulatina fueron surgiendo nuevos métodos para impedir dicha transferencia (Hernández, *et. al.* 2014).

### **2.11.1. FACTORES QUE DETERMINAN LA CONDICIÓN DEL PROCESAMIENTO TÉRMICO**

Los factores más importantes que determinan las condiciones del proceso térmico son: el tipo de microorganismo, pH del alimento, composición del alimento, condiciones de calentamiento, medio de calentamiento, tipo de contenedor, forma y tamaño, el tiempo de reducción decimal (D) se define como el tiempo de procesamiento aplicado a una población microbiana a temperatura constante, requerido para inactivar el 90% de la población con cinética de muerte de primer orden (Alvarado, *et. al.* 2009).

### **2.11.2. TIEMPO Y TEMPERATURA**

El tiempo de proceso térmico necesario para obtener el mismo efecto letal que un proceso térmico en donde el alimento adquiriese instantáneamente la temperatura de la autoclave (usualmente 121.1 °C), está definido por Heldman y Lund, (1992) (Jiménez, *et al.* 2005).

### **2.11.3. TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA COMPOTA**

Chipantiza *et al.* (2007), El tratamiento térmico que recibió el producto fue “esterilización” y sus condiciones fueron a 115°C durante 15 minutos en autoclave, el mismo que se encontraba lleno de envases que contenían el producto, el sensor “Datatrace” fue colocado en el envase ubicado en el punto más frío de la autoclave, y en el centro del envase, la compota se encontraba envasada herméticamente en envase de vidrio por lo que presentaba condiciones adecuadas para poder desarrollar el tratamiento.

El control del tiempo y temperatura del proceso térmico se llevó a cabo mediante una termocupla (Sensor Datatrace) ubicada en el centro geométrico del envase, la misma que registra los datos que permiten realizar los cálculos necesarios para determinar las condiciones óptimas de proceso.

## **2.12. ESTERILIZACIÓN**

La esterilización es el proceso con el que se intenta acabar con todos los microorganismos; es también el procedimiento con el cual se puede lograr el mayor número de microorganismos muertos, un proceso no puede ser llamado esterilización a menos que haya sido capaz de matar un gran número de esporas bacterianas, que son las más difíciles de eliminar (Chávez, *et al.* 2013).



### **2.12.1. CONTROL DE CALIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE CONSERVAS: DEFINICIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS SEGÚN LA FAO**

**SELECCIÓN DE LA FRUTA RECEPCIONADA:** La fruta destinada a la elaboración de conservas no debe estar demasiado madura, sino firme, ya que de lo contrario no resistiría las temperaturas de esterilización, dando un mal aspecto a las conservas.

**PELADO DE LA FRUTA:** El pelado debe realizarse de tal modo de no perder demasiada pulpa, ya que esto influiría significativamente en el rendimiento del producto final.

**ENVASADO:** Se realizará dejando un espacio libre mínimo para producir vacío y permitir la dilatación del producto a las diferentes temperaturas a que es sometido durante el proceso.

**SELLADO:** Este es uno de los puntos críticos y de mayor importancia, de él depende en gran parte que se obtenga un producto final de buena calidad.

**ESTERILIZACIÓN:** El proceso de esterilización de las conservas, se realizará en la autoclave a una temperatura de 100 ° C y por espacio de 15 a 22 minutos.

**RENDIMIENTO DEL PRODUCTO FINAL:** Para estimar el rendimiento del producto se procederá de la siguiente manera.

### **2.12.2. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD A REALIZAR EN EL LABORATORIO**

Las pruebas que se realizarán son las siguientes:

- a) Acidez
- b) pH
- c) Sólidos solubles (°Brix)

## **CAPITULO III. DESARROLLO METOLOGÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

Esta investigación se desarrolló en el Taller Agroindustrial de Frutas y Vegetales y en los laboratorios del Área Agroindustrial de la ESPAM MFL, ubicada en el Campus Politécnico El Limón, km 2.7 Vía Calceta-La pastora, perteneciente al cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador. La ubicación geográfica es de 0°49'41.1" de Latitud 84 Sur y 80°11'11.8" de Longitud Este, y los análisis se los realizo en Ambato en la Universidad técnica de Ambato.

### **3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO**

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 9 meses a partir de la aprobación del proyecto de tesis.

### **3.3. TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

- Se proyectó una investigación bibliográfica porque se indago en libros, folletos y revistas científicas pertinentes.
- Experimental porque se ejecutó muestras significativas para la realización de los análisis y medición de las variables.

### **3.4. FACTORES EN ESTUDIO**

**Factor A:** Esterilización

Niveles:

- **a<sub>1</sub>**: 100 °C por 20 minutos
- **a<sub>2</sub>**: 115 °C por 20 minutos

**Factor B:** Porcentajes de goma Xanthan

Niveles:

- $b_1$ : 0,5%
- $b_2$ : 1%

### 3.5. TRATAMIENTOS

**Cuadro 3. 1.** Número de tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	100°C por 20 min + 0,5%l goma Xanthan
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	100°C por 20 min + 1% goma Xanthan
T3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	115°C por 20 min + 0,5% goma Xanthan
T4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	115°C por 20 min + 1% goma Xanthan
Testigo	Tx	Comercial marca "Gerber"

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se aplicó en la investigación fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial A\*B+1, dando un total de 4 tratamientos y la utilización de un testigo para comparar las propiedades reológicas. Se realizaron 3 repeticiones para obtener 12 corridas experimentales.

**Cuadro 3. 2.** Esquema ANOVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	11
Tratamientos	3
Factor A	1
Factor B	1
A*B	1
Error experimental	8

### 3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Se tomó para esta investigación como unidad experimental 1000g por replica de compota de pitahaya.

**Cuadro 3. 3.** Detalle del material experimental

Materias primas e insumos	TRATAMIENTOS							
	T1		T2		T3		T4	
	%	Kg	%	Kg	%	kg	%	kg
<b>Pitahaya</b>	99,9001	1,0000	99,9500	1,0000	99,9001	1,0000	99,9500	1,00000
<b>Goma Xanthan</b>	0,0999	0,0010	0,0500	0,0005	0,0999	0,0010	0,0500	0,00050
<b>TOTAL</b>	100	1,0010	100	1,0005	100	1,0010	100	1,00050

### 3.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la elaboración del material experimental se aplicó el siguiente diagrama de procesos y posteriormente se describió el procedimiento.

### 3.8.1. DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOTA DE PITAHAYA

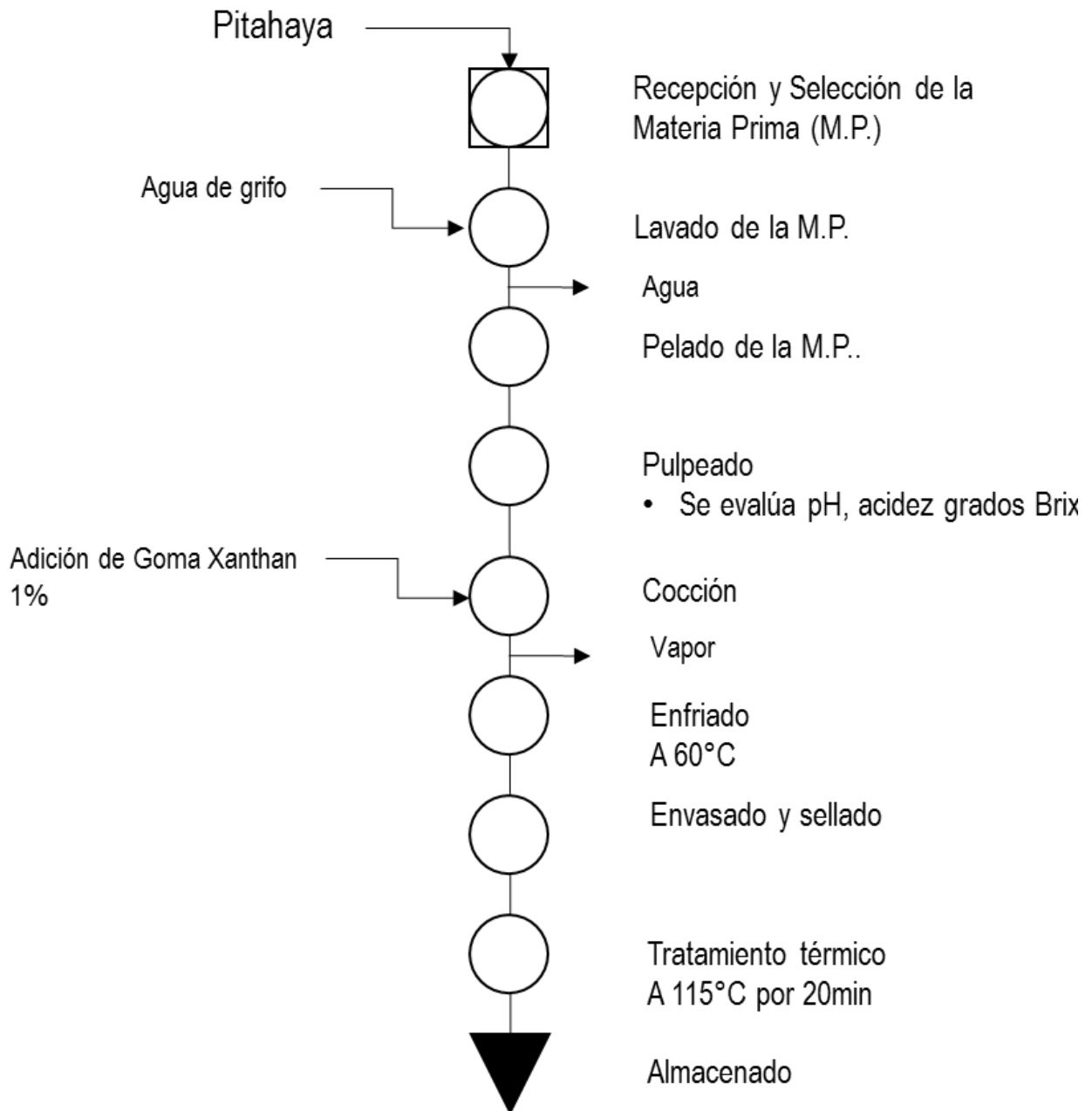


Figura 3. 1. Diagrama de procesos para la elaboración de compota de Pitahaya.

### 3.8.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE COMPOTA DE PITAHAYA

**Recepción y selección de la Materia Prima (M.P.).** Consistió en el ingreso de los frutos (Pitahaya) en el lugar de procesos. Este procedimiento se lo realizo aplicando buenas prácticas de manufactura (B.P.M.) y con el objetivo de verificar y clasificar la materia prima que se encuentre en óptimas condiciones, la corteza debe ser de color rojo y debe estar libre de insectos como gusanos y que no hayas indicios de putrefacción.

**Lavado de la M.P.** Este procedimiento consistió en retirar sustancias como lodo, tierra y otros componentes extraños que se pudieron encontrar adheridos a los frutos. En esta etapa del proceso se utilizó agua limpia no tratada de grifo.

**Pelado de la M.P.** Este pasó consistió en retirar la corteza que recubre la pulpa de la fruta. En este proceso se aplicó B.P.M. y se lo realizo con el objetivo de facilitar la obtención de la pulpa.

**Pulpeado.** Este procedimiento consistió en pasar la pulpa de la fruta por un tamiz. Esto se lo realizo con el objetivo de disminuir la cantidad de semilla adherida a la pulpa para dar una apariencia más agradable al producto final. En este proceso se realizó la caracterización de la materia prima que consistió en evaluar el pH, acidez, y grados Brix.

**Medición de °Brix.** NTE INEN 0380 (1986) (Spanish): Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico.

**Medición de Acidez:** Método volumétrico. Se lo determino por medio del método de acidez titulable que consistió en tomar 2 gr, introducir en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, se enrazo con agua destilada al 1 % de conductividad, se agito hasta alcanzar la disolución total y se añadió 2 a 3 gotas de indicador fenolftaleína y se tituló con solución NaOH (Hidróxido de Sodio) al 0,1 N hasta percibir un cambio en la coloración.

**Medición de pH:** Norma INEN 0389 – 1986.

**Cocción.** Consistió en proporcionar temperatura hasta la ebullición de la pulpa y se realizó movimientos continuos con el objetivo de incentivar el incremento de los grados brix hasta llegar al mínimo que se establece según el CODEX STAN 79-1981; NTE INEN 3078 e NTE INEN 0380. En esta etapa se utilizarán ollas de acero inoxidable.

**Enfriado.** Radico en permitir que la temperatura del producto descienda a una temperatura de 60 °C para poder realizar el envasado.

**Envasado y sellado.** Consistió en introducir el producto en envases de vidrio transparente de 400 gr. En esta etapa se aplicaron buenas prácticas de manufactura y se constatará que previamente los envases hayan sido, lavados y esterilizados.

**Tratamiento térmico (esterilización).** Esta etapa consistió en introducir el producto envasado en una autoclave con el objetivo de eliminar algún tipo de microorganismo presente en el producto y además crear un vacío dentro del envase que prevenga la proliferación de microorganismos no deseables. La temperatura será de 100 °C por 20 minutos.

**Almacenado.** El almacenado del producto se efectuó a temperatura ambiente en un lugar libre de humedad y fueron de 24 horas para posteriormente realizar los análisis respectivos que permitan verificar las propiedades nutricionales del producto y el envío de muestras para la realización de los análisis correspondientes a las variedades reológicas.

### **3.9. VARIABLES A MEDIR**

#### **3.9.1. VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Porcentajes de goma xanthan
- Rangos de temperatura de esterilización

### 3.9.2. VARIABLES DEPENDIENTES

### 3.9.3. VARIABLES REOLÓGICAS

- Viscosidad (m. Pa. seg)
- Consistencia (cm)

### 3.9.4. CALIDAD NUTRICIONAL:

Según lo descrito por Inageros, *et al*, (2012) los parámetros a medir en la calidad nutricional son:

- Energía bruta (cal/g) MO-LSAIA-12
- Carbohidratos (azúcares totales %) MO-LSAIA-21
- Lípidos (extracto etéreo o grasa %) MO-LSAIA-01.03
- Proteína (%) MO-LSAIA-01.04

## 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Supuestos del anova:

- Normalidad
- Independencia
- Homocestacidad

Análisis de varianza (ANOVA): Permitió determinar la homogeneidad de las varianzas.

Método de comparación múltiple de Tukey al 5 % para las variables nutricionales; permitió determinar la magnitud de las diferencias entre los tratamientos.

Método de comparación múltiple de Dunnett al 5 % para las variables reológicas; permitió determinar la magnitud de las diferencias entre los tratamientos versus al testigo.



### **3.11. TRATAMIENTO DE LOS DATOS**

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el Software IBM SPSS versión 21.

# CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1. VARIABLES REOLÓGICAS

La viscosidad y/o consistencia de los jugos y purés de frutas es una característica física importante, ya que influye en el desarrollo del proceso de elaboración y en la aceptación del producto por el consumidor, los purés de fruta se comportan como no-newtonianos como resultado de una compleja interacción entre los azúcares solubles, las sustancias pécticas y los sólidos suspendidos (Aguilar, *et. al.* 2014). Las variables reológicas fueron evaluadas después de 24 horas de la elaboración de los tratamientos cuyos resultados se presentan a continuación:

### 4.1.1. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

Los resultados del grafico (4.1) demuestran que la consistencia de los tratamientos frente al testigo (compota comercial), en la prueba paramétrica de Dunnett, proporcionó como resultados que  $T_3 = 15,50$  cm fue el tratamiento que presentó mayor consistencia y  $T_2 = 8,89$  cm es el tratamiento que presentó menor consistencia.

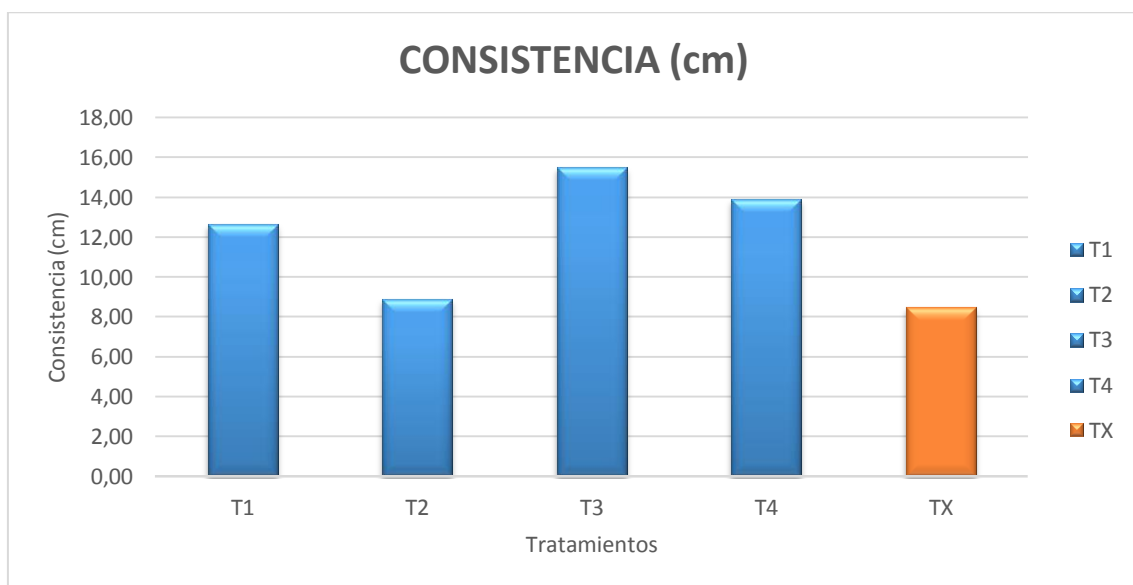


Gráfico 4. 1. Medias de los resultados de la variable consistencia

Según Navas *et al.* (2008), las compotas son de consistencia viscosa o semisólida, con color y sabor típicos de la fruta que la compone, este mismo autor encontró entre 7 a 8 cm de consistencia en su investigación de compota de banana. En la presente investigación, el tratamiento que más se asemeja a lo antes mencionado es el  $T_2 = 8,89$  cm coincidiendo además con el testigo (Tx = 8,50), indicado que los factores en estudio influyen de forma positiva en esta variable ya que al no utilizar la goma esta podría perder consistencia en el producto final, ya que uno de los factores que pueden afectar en la consistencia son las temperaturas altas según lo describe Gárza y Ibarz, 1999.

#### 4.1.2. ANÁLISIS DE VISCOSIDAD

Realizada las comparaciones de cada uno de los tratamientos frente al testigo (compota comercial), mediante la prueba paramétrica de Dunnett, proporcionó como resultados que  $T_2 = 9343,50$  m. Pa. s. fue el tratamiento que reveló mayor viscosidad y  $T_3 = 2662,28$  m. Pa. s. es el tratamiento que presentó menor viscosidad (Gráfico 4.2.).

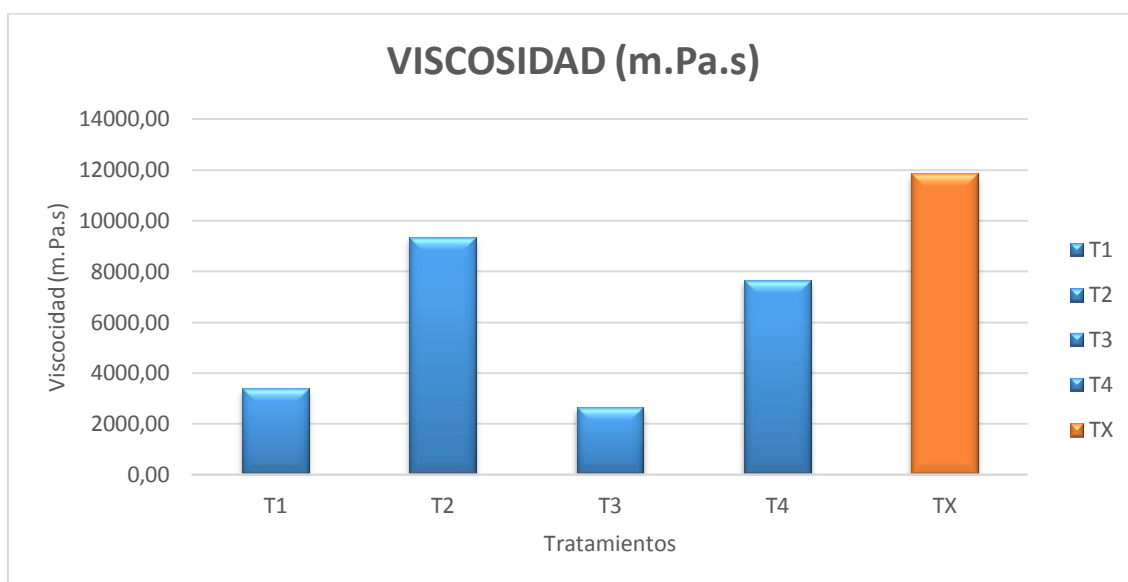


Gráfico 4. 2. Medias de los resultados de la variable viscosidad

Realizada las comparaciones de cada uno de los tratamientos frente al testigo (compota comercial), mediante la prueba de Dunnett, proporcionó como resultados que  $T_2 = 9343,50$  m. Pa. s. es el tratamiento que más se acerca

satisfactoriamente al testigo Tx = 11850,00 m. Pa. s., resultados que definen a la compota como un fluido no newtoniano de carácter pseudoplástico según los descrito por, Ocampo, 2015. Estos resultados difieren de los presentados por Quispe (2015) que encontró hasta 1768,8243 m. Pa. s. en su investigación donde se evaluaba el efecto de la goma xantana sobre las características reológicas y sensoriales de una compota; también difieren de los que presenta Castro (2013) que encontró hasta 191363,3 m. Pa. s. en su investigación de una compota de zapallo pero aplicando otros aditivos

## 4.2. VARIABLES NUTRICIONALES

Las variables nutricionales fueron evaluadas con la finalidad de conocer el contenido de: carbohidratos, lípidos, proteínas y energía bruta en los tratamientos, en el cuadro 4.1 se muestran los resultados del análisis estadístico.

**Cuadro 4. 1.** Valores promedios de las variables nutricionales de la compota de pitahaya

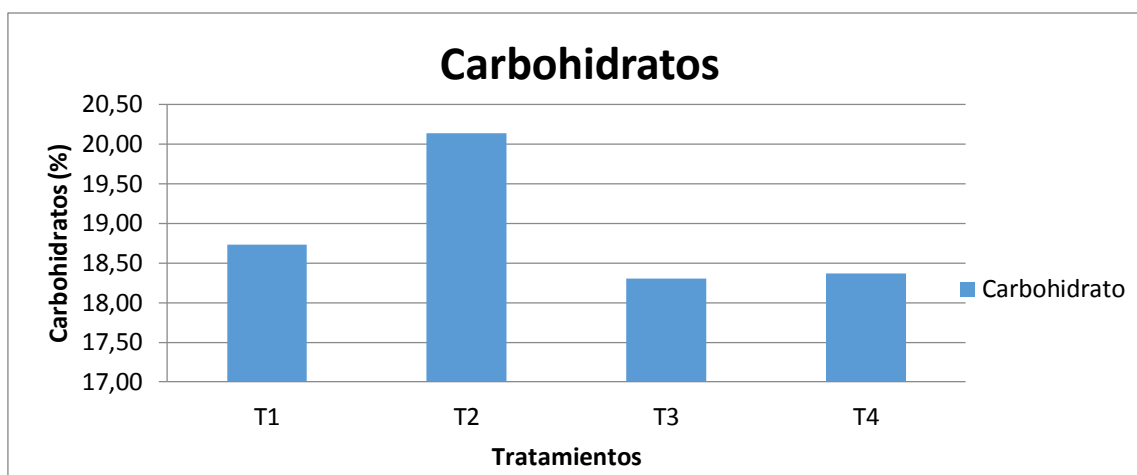
Tratamientos	Variable							
	Carbohidratos		Grasas		Proteínas	Energía Bruta		
	**		**		NS		**	
T1	18,73	a	0,60	a	0,13	80,76	a	
T2	20,13	b	0,08	a	0,49	83,12	ab	
T3	18,30	a	1,24	b	0,71	87,30	b	
T4	18,37	a	2,50	c	0,16	96,66	c	
Tukey (0.05)	0.00		0.00		0,10	0.00		
C.V. %	0,08		0,04		0,88	0,83		

Promedios con letras iguales en una misma columna no presentan diferencias significativas según Tukey ( $p < 0,05$ )

\*\* altamente significativo

### 4.2.1. ANÁLISIS DE CARBOHIDRATOS

Realizada las comparaciones entre los tratamientos, mediante la prueba paramétrica de tukey, proporcionó como resultados que T<sub>2</sub> = 20,13 % fue el tratamiento que reveló mayor cantidad de carbohidratos y T<sub>3</sub> = 18,30 % es el tratamiento que presentó menor cantidad de carbohidratos (Gráfico 4.3.).



**Gráfico 4. 3.** Medias de los resultados de la variable carbohidratos

Según la FAO (2002) Los carbohidratos en la dieta humana están sobre todo en forma de almidones y diversos azúcares. Según Reyes (2015) en su investigación para el mejoramiento de la textura de una compota a base de manzana sin adición de goma, encontró hasta 14,60 % de carbohidratos y son cercanos a los de la compota comercial de manzana de marca “Gerber” que contiene 16,81 % de este componente, sin embargo los resultados de la presente investigación se encontraron entre 18,30 % hasta 20,13 %. Los valores de carbohidratos están plenamente ligados a la composición nutricional de la materia prima que, sometida a cocción permite que los azúcares se concentren y a su vez aumenten el contenido de hidratos de carbono.

#### **4.2.2. ANÁLISIS DE GRASAS**

Realizada las comparaciones entre los tratamientos, mediante la prueba paramétrica de tukey, proporcionó como resultados que T4 = 2,50 % fue el tratamiento que reveló mayor cantidad de grasas y T2 = 0,08 % es el tratamiento que presentó menor cantidad de grasas (Gráfico 4.4.).

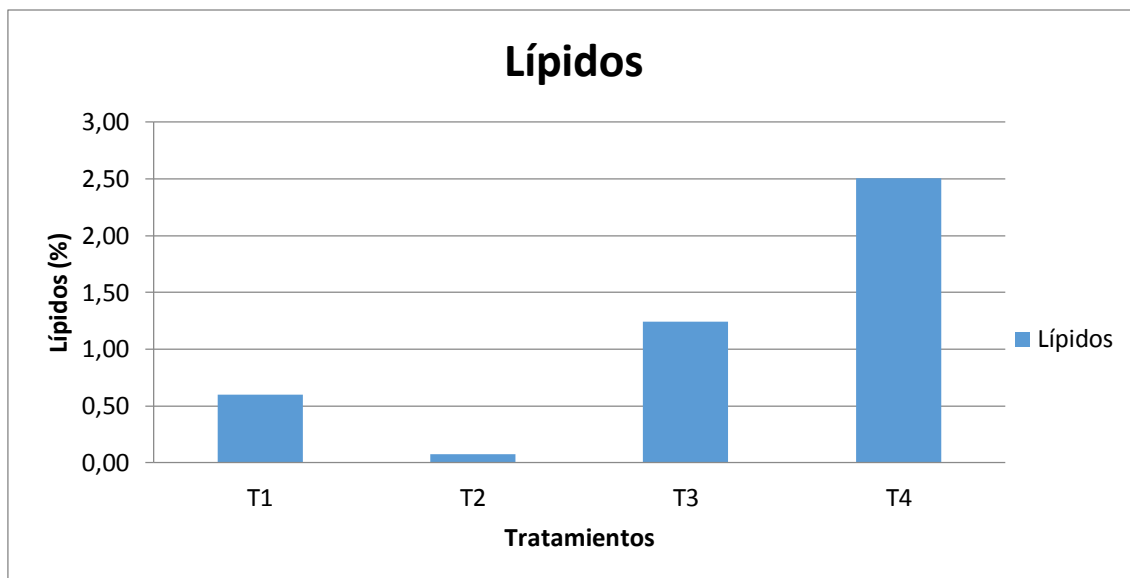
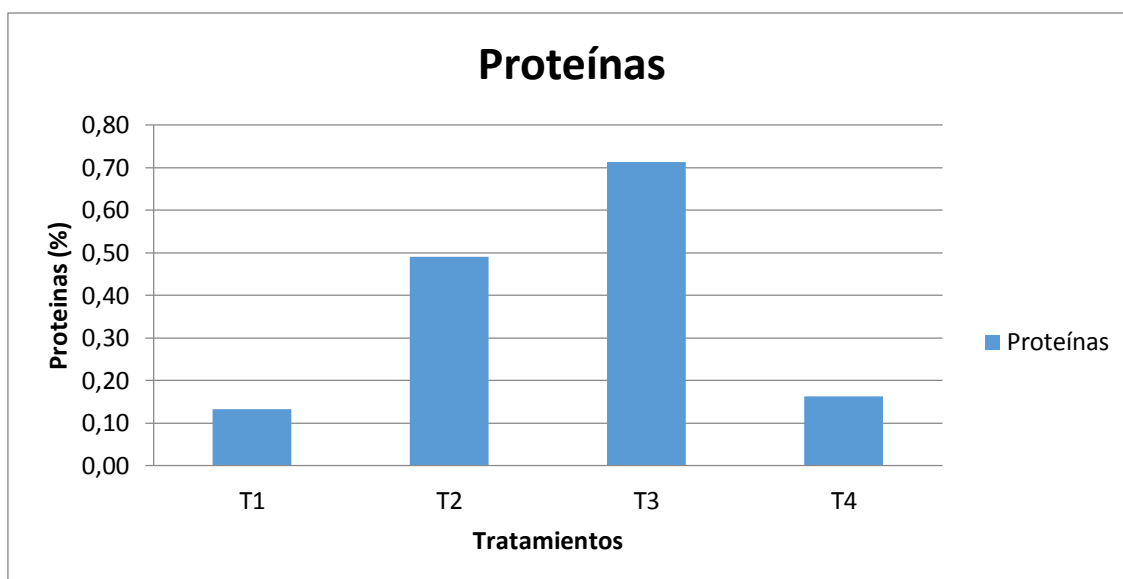


Gráfico 4. 4. Medias de los resultados de la variable grasas

Según la FAO (2002) El término «grasa» se utiliza para incluir todas las grasas y aceites que son comestibles y están presentes en la alimentación humana. En una investigación sobre caracterización y propuesta de la compota de *Oxalis tuberosa* realizada por Carrera (2013) este encontró hasta 0,95% de grasas. Esto no se aleja de la compota comercial “Gerber” que contiene 0% de grasa. En la presente investigación, el tratamiento que con mayor satisfacción se acerca a lo antes mencionado es el  $T_2=0,08$ .

#### 4.2.3. ANÁLISIS DE PROTEÍNAS

Realizado el anova de Kruskal Wallis este determino que la distribución de proteínas en los tratamientos es la misma, es decir son estadísticamente iguales, sin embargo para una mejor apreciación se realizó un gráfico de medias el cual proporcionó como resultados que  $T_3 = 0,71$  % fue el tratamiento que reveló mayor cantidad de proteínas y  $T_1 = 0,13$  % es el tratamiento que presentó menor cantidad de proteínas (Gráfico 4.5.).

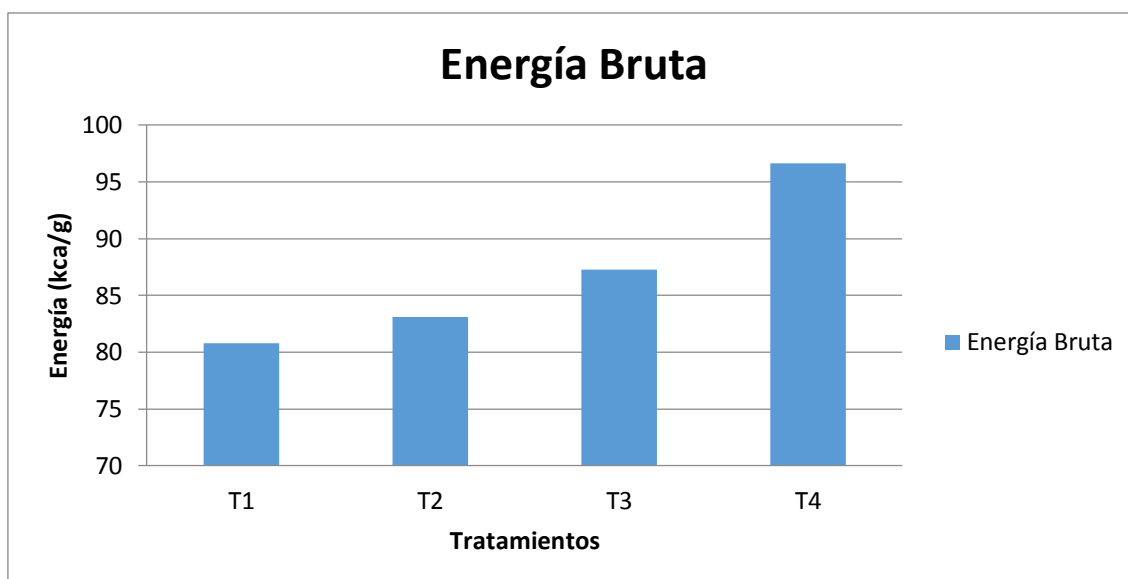


**Gráfico 4. 5.** Medias de los resultados de la variable proteínas

Según Hernández (s.f.) Todos los nutrientes son importantes, pero si hubiera que elegir uno, serían sin duda las proteínas. En una investigación sobre caracterización y propuesta de la compota de *Oxalis tuberosa* realizada por Carrera (2013) este encontró hasta 1 % de proteínas. Sin embargo la compota comercial “Gerber” contiene 0% de proteínas. En la presente investigación todos los tratamientos presentaron un rango de proteínas inferior al 1%, esto se debe a la degradación de las proteínas en el momento de someter a elevadas temperaturas en la cocción; Según Cueto *et al.* (s.f.) la transición desde el estado nativo hasta el estado desnaturado ha sido estudiado en numerosas proteínas utilizando como agente desnaturante el incremento de temperaturas.

#### **4.2.4. ANÁLISIS DE ENERGÍA BRUTA**

Realizada las comparaciones entre los tratamientos, mediante la prueba paramétrica de tukey, proporcionó como resultados que  $T_4 = 96,66$  kcal/g fue el tratamiento que reveló mayor cantidad de energía y  $T_1 = 80,76$  kcal/g es el tratamiento que presentó menor cantidad de este componente (Gráfico 4.6.).



**Gráfico 4. 6.** Medias de los resultados de la variable energía bruta

Hidratos de carbono, proteínas y grasas o lípidos se denominan macronutrientes y son los mayoritarios en los alimentos. A partir de ellos se obtiene la energía que el organismo necesita (Carvajal, 2013). Según FAO (s.f.) La energía es el combustible que utiliza nuestro organismo para desarrollar sus funciones vitales. En una investigación realizada por Salgar (2011) encontró hasta 102 kcal/g en una propuesta de un producto alimenticio complementario para niños, esto difiere con la cantidad de energía de la compota comercial “Gerber” que contiene 80 kcal/g. En la presente investigación, todos los tratamientos cumplen con mayor satisfacción a lo antes mencionado. El contenido de energía es proporcional al contenido de lípidos en el producto; entre más grasa tenga un alimento mayor será la energía.

### **4.3. FICHA TÉCNICA DEL MEJOR TRATAMIENTO**

A continuación se detallan las siguientes las principales características del mejor tratamiento (T2).



Cuadro 4. 2. Ficha técnica del mejor tratamiento

 <b>ESPAMMFL</b>	
	<b>FICHA TÉCNICA DEL MEJOR TRATAMIENTO</b> 100°C por 20 min + 1% goma Xanthan
<b>Tipo de producto</b>	Alimento complementario
<b>Nombre</b>	Compota a base de pulpa de Pitahaya
<b>Características reológicas</b>	Consistencia: 8,89 cm Viscosidad: 9343,50 m.Pa.s
<b>Características del producto</b>	El envase debe estar limpio, la tapa no debe presentar protuberancia y al destapar debe emitir el sonido característico del vacío. No deben existir burbujas en el interior del producto el producto debe ser elaborado con materia prima preseleccionada libre de sustancias extrañas o rastros de epicarpio.
<b>Composición nutricional</b>	Carbohidratos: 20,13 % Grasa (lípidos): 0,08 % Proteínas: 0.49 % Energía bruta: 83,12 Kcal/g
<b>Tamaño de la porción</b>	113 g
<b>Porciones por envase</b>	1
<b>Presentación comercial</b>	Envase por 113 g de contenido neto
<b>Material del envase</b>	Envase de vidrio con tapa metálica
<b>Condiciones de conservación</b>	Mantener a temperatura ambiente en un lugar fresco, evitar exposición a la luz.
<b>Tipo de tratamiento</b>	Esterilizado a 100 °C por 20 min.
<b>Ingredientes</b>	Pulpa de pitahaya y goma xathan
<b>Observaciones</b>	Consumir en la totalidad una vez abierto o refrigerar en la nevera y consumir dentro de las siguientes 24 horas.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- ✚ El porcentaje del 1% de goma xanthan tienen un efecto positivo en las características reológicas de la compota de pitahaya en relación al testigo (compota comercial), debido a que al utilizar porcentajes menores de goma xanthan esta no cumple con las características propias de una compota (consistencia viscosa o semisólida).
- ✚ Relacionado a las variables nutricionales, indican que las temperaturas utilizadas para la esterilización afectaron de forma considerable a todas las variables, especialmente a la de proteína, ya que al ser sometidas a temperaturas superiores de 100 y 115°, estas se desnaturalizan adicional a ello, la materia prima utilizada no cuenta con una cantidad considerable de proteína.
- ✚ La estandarización del proceso de elaboración de compota de pitahaya consta en una ficha donde se observan las especificaciones técnicas, realizada a partir del tratamiento que consta de 1 % de goma xanthan a 100 °C por veinte minutos de esterilización, así mismo se incluyen las características reológicas y nutricionales que debe tener el mismo.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- ✚ Realizar nuevas investigaciones utilizando otro tipo de materias primas o el rechazo de pitahaya para la elaboración de otros productos, para así aprovechar de mejor manera los recursos del agro.
- ✚ Realizar pruebas de aceptación de los consumidores para conocer si es necesario hacer modificaciones al producto en consistencia o tamaño de porción antes de su comercialización.

- ✚ Hacer pruebas de vida útil en percha para determinar la estabilidad del producto durante el paso del tiempo.
- ✚ Realizar posteriores investigaciones sobre procesos para el uso de la cáscara de Pitahaya.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J; Espinoza, M; Cabanillas, J; Gómez, E; Valverde, L; Benavides, D. 2014. Efecto de la concentración de albedo y sacarosa sobre las características fisicoquímicas, reológicas y aceptabilidad general en cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*) . Trujillo, PE. *Agroind Sci* 4. Vol. 1. p 7-18,
- Alcívar, M; Zamora, C; Zapata, S. 2011. Producción y comercialización de la pitahaya en almíbar en la ciudad de Guayaquil. (En línea). EC. Consultado, 27 may. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.cib.espol.edu.ec/>
- Alvarado, J; Martínez, G; Navarrete, J; Botello, E; Calderón, M; Jiménez, H. 2009. Fenomenología de la esterilización de alimentos líquidos enlatados. Medellín, CO. *Revista Facultad de ingeniería Universidad de Antioquia*. Vol. 50. p 87-98.
- Angioloni, A. s.f. La Goma Xantana en la Industria Alimentaria. EC. Consultado 9 ago. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.aditivosalimentarios.es/>
- Bartole, H. 2014. Gelatinas y espesantes – Tipos y usos. (En línea). EC. Consultado 31 jul. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://amantesdelacocina.com>
- Bravo, G. 2010. Nivel de agrado, pH, color y consistencia de yogurt cremoso adicionado con diferentes concentraciones de sábila (*aloe barbadensis miller*). (En línea). EC. Consultado, 20 de ene. 2015. Formato PDF. Disponible en [www.respyn.uanl.mx](http://www.respyn.uanl.mx)
- Carbajal, A. s.f. Manual de Nutrición y Dietética. ES. Consultado 18 ago. 2016. Formato PDF. Disponible en <https://www.ucm.es>
- Carrera, J. 2013. Elaboración, Caracterización Y Propuesta De La Compota De Oca (*Oxalis Tuberosa*), Como Alternativa Complementaria En La Alimentación De Adultos Mayores. Tesis Previa A La Obtención Del Título De Ingeniero Químico En La Universidad De Guayaquil. Guayaquil – Guayas EC. p 26.
- Castro, L. 2013. Utilización Del Zapallo (*Cucurbita Máxima Y Cucurbita Pepo*), En La Elaboración De Compotas. Tesis de Grado Previo A La Obtención Del Título De Ingeniero en Industrias Pecuarias en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo – Los Rios EC. p 52.
- Catriel, G. 2008. Reología en ligantes asfálticos. AR. Consultado, 17 ene. 2017. Formato PDF. Disponible en <http://lemac.frlp.utn.edu.ar/>
- Chávez, E; Domínguez, N; Acosta, S; Hernández, L; De la Cruz, R; Grau, P; Pereyra, D. 2013. Evaluación de la eficacia de la esterilización del instrumental odontológico en la clínica de odontología de Unibe. Santo

Domingo, R. Dominicana. Revista Nacional de Odontología. Vol. 9. p 35-39

- Chipantiza, R; Gutiérrez y Poveda. G, 2007. Extracción y caracterización de aceite de semillas de zambo (Cucúrbita pepo). Tesis de Grado para optar el título de ingeniero en alimentos en la Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Tungurahua EC. p 92.
- Cueto, M; Dorta, M; Munguía, O; Llabrés, M. s.f. Desnaturalización Y Degradación De Proteínas Mediante Calorimetría De Barrido Diferencial. (En línea). ES. Consultado 11 dic. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.sefig.com/>
- Díaz, R. 2014. Caracterización fisicoquímica y reológica de la pulpa de borjón (borjoa patinoi cuatrec.) y productos alimentarios derivados. Tesis de Grado para optar el título de doctor en procesos y productos químico en la Universidad Internacional de Andalucía. Sevilla, ES. p 5.
- Esquivel, P y Araya. 2012. Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus sp.*) y su potencial de uso en la industria alimentaria. San José, C. Rica Revista Cultivos Tropicales. Vol. 36. p 67-76
- FAO, 2002. Macronutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas. EC. Consultado 9 dic. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.fao.org/>
- FAO, 2011. Nutrientes en los alimentos. EC. Consultado 18 ago. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.fao.org/>
- FAO, 2011. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del Codex sobre aditivos alimentarios. (En línea). EC. Consultado 31 jul. 2016. Formato PDF. Disponible en <ftp://ftp.fao.org>
- FAO, s.f. Necesidades nutricionales II. (En línea). EC. Consultado 11 dic. 2016. Formato PDF. Disponible en [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Garza, S; Ibarz, A. 1999. Comportamiento reológico de cremogenado de melocotón. Lleida. ES. Braz, J, Food Technol. Vol. 1. p 12-24,
- Hernández, M; Celorrio, J; Lapresta, C; Solano, V. 2014. Fundamentos de antisepsia, desinfección y esterilización. Zaragoza, ES. Revista Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. Vol. 10. p 21-30
- Hernández, S. s.f. La Importancia De Las Proteínas En Los Alimentos. (En línea). ES. Consultado 11 dic. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.triptolemos.org/>
- Inageros, A; Mancebo, V; Salvador, M. 2012 Desarrollo de alimentos infantiles en formato puré (cremogenados) de estilo artesanal y alta calidad nutricional y organoléptica. (En línea). ES. Consultado 18 ago. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.uclm.es/>

- INEN, 415. 1988. Norma Técnica Ecuatoriana. Conservas Vegetales. Jaleas de frutas. Requisitos. Primera revisión.
- Jiménez, H.; González, L. M.; Botello, J. E.; Navarrete, J. L. 2005. Estudio numérico de la esterilización térmica de alimentos líquidos enlatados que contienen partículas empleando el enfoque de medio poroso. Iztapalapa, MX. Revista Mexicana de Ingeniería Química. Vol.4. p 1– 23
- López, J. y Corral, L. 2011. Tecnología de Alimentos. 3 ed. México. Copyright. p 11
- Luna, Y. 2012. Obtención de quitosano a partir de quitina para su empleo en conservación de frutillas y moras. EC. Consultado 09 ago. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/>
- Magaña, W; Balbín, A; Corrales, G; Saucedo, V; Sauri, D. 2010. Frutas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) frigoconservadas a 4°C en atmosferas controladas. Montecillos, MX. Revista Iberoamericana de Tecnología postcosecha. Vol. 11. p 143-147
- Maldonado, A. s.f. Proyecto mermelada de pitahaya. (En línea). CO. Consultado 27 may. 2016. Formato DOCX. Disponible en <https://docs.google.com/>
- Manzanero, L; Márquez, E; Zamora, P; Rodríguez, L; Ortega, J; Dzi, B. 2014. Conservación de la pitahaya [*Hylocereus undatus* (haw.) Britton & rose] en el estado de Campeche, México. Xalapa, MX. Revista Foresta Veracruzana. Vol. 16. p 9-16
- Molina, D; Vásquez, S; Veliz, D; Gonzalez, V. 2009 “Producción y Exportación de la Fruta Pitahaya hacia el mercado Europeo”. (En línea). EC. Consultado 27 may. 2016. Formato PDF. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/>
- Montesinos, A; Rodríguez, L; Ortiz, R; Fonseca, M; Ruíz, J; Guevara, F. 2015. Pitahaya (*Hylocereus spp.*) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. Chiapas, MX. Revista Cultivos Tropicales. Vol. 36. p 67-76.
- Navas, C; Costa, A. 2008. Diseño De La Línea De Producción De Compotas De Banano. (En línea). EC. Consultado 15 de noviembre de 2016. Formato PDF. Disponible en: <https://www.espol.edu.ec>
- Norma CODEX 2009. Codex alimentarius, codex stan 79-1981 Norma general del Codex para las compotas. (En línea). EC. Consultado 27 de mayo de 2016. Formato HTPL. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.org>
- Ocampo, R; García, L; Franco, J; Vallejo, C. 2015. Caracterización bromatológica, fisicoquímica microbiológica y reológica de la pulpa de borjón (*Borjoia patinoi cuatrec*). Huelva, ES. Revista Ciencia y Tecnología. Vol. 1. p 17-24

- Ochoa, C; García, V; Luna, J; Luna, M; Hernández, P; Guerrero, A. 2012. Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp). Puebla, MX. Revista Scientia Agropecuaria. Vol. 3. p 279 – 289
- Ospina, M; Sepulveda, J; Restrepo, D; Cabrera, K; Suárez, H. 2012. Influencia De Goma Xantan Y Goma Guar Sobre Las Propiedades Reológicas De Leche Saborizada Con Cocoa. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. 10. p 51 – 59.
- Osuna, T; Ibarra, E; Muy, M; Valdez, J. 2011. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. Culiacán, Sinaloa, MX. Revista fitotec. mex Vol.34. p. 63 – 72
- Pérez, N., Mayor, G., y Navarro, V. 2011. Pre elaboración y Conservación de Alimentos; Editorial Síntesis. Barcelona – España. p. 2 – 4.
- Proecuador. 2012. Análisis sectorial de frutas no tradicionales.EC. Consultado 09 ago. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.proecuador.gob.ec/>
- Quispe, M; Manyari, G; De La Cruz, E; Puchoc, K. 2015. Efecto De La Goma Xantana Sobre Las Características Reológicas Y Sensoriales De Una Compota A Base De Pulpa De Zapallo Macre (*Cucurbita maxima Duchesne*). Cuzco, PE. Revista YATRAYNIYU Vol. 2. p. 66 – 74.
- Ramírez, J. 2009. Fundamentos de Reología de Alimentos. (En línea). EC. Consultado 31 jul. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://tarwi.lamolina.edu.pe>
- Ramírez, L. 2013. Utilización del zapallo (cucurbita máxima y cucúrbita pepo), en la elaboración de compotas, Quevedo – Los Ríos. Tesis Ing. Industrias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Quevedo – Los Ríos.,EC. p 19
- Reyes, J. 2015. Aprovechamiento De Cultivos Andinos Camote (*Ipomoea batata*) Y Oca (*Oxalis tuberosa*) En El Mejoramiento De La Textura De Una Compota A Base De Manzana Variedad Emilia (*Malus Communis* – Reineta Amarilla De Blenheim)
- Rojas, O. 1999. Introducción a la reología. (En línea). VE. Consultado, 17 ene. 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.firp.ula.ve/>
- Salgar, L. 2011. Propuesta De Un Producto Alimenticio Complementario Excelente Fuente De Proteína, Para Niños Menores De Dos Años, Desarrollado Mediante Conservación Por Calor Y Vacío. Bogotá – Colombia. Tesis Nutricionista Dietética. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D. C. CO. p 18
- Sánchez, C; Sánchez, A. s.f. Efecto de la temperatura en las propiedades reológicas de purés de guayaba (*Psidium Guajaba* L.).ES. Consultado 09 ago. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.horticom.com/>

- Schulz, A. s.f. Conservación de frutas y hortalizas.AR. Consultado 09 ago. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://inta.gob.ar/>
- Vargas, L; Tamayo, J; Centurión, A; Tamayo, E; Saucedo, C; Saur, E. 2010. Vida útil de pitahaya (*Hylocereus undatus*) mínimamente procesada. Mérida Yucatán, MX. Revista Iberoamericana de Tecnología postcosecha. Vol. 11. p 154-161
- Vargas, M; Centurión, A; Sauri, E; Tamayo, J. 2005. Industrialización de la pitahaya (*Hylocereus undatus*): una nueva forma de comercialización. Yucatán, MX. Revista Mexicana de Agronegocios. Vol.16. p 498 – 509



## **ANEXOS**

**ANEXO N° 1**  
**PROCESO DE ELABORACIÓN DE COMPOTA DE PITAHAYA**



Foto a. Materia prima



Foto b. Lavado de la materia prima



Foto c. Troceado



Foto d. Despulpado



Foto e. Tamizado



Foto f. Cocción





Foto g. Adición de la goma Xathan



Foto h. Enfriado de la compota



Foto i. Envasado de la compota



Foto j. Esterelizado de los tratamientos



Foto k. Tratamientos después del esterilizado



**ANEXO N° 2**  
**ANÁLISIS REOLÓGICOS**



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS**



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com  
Ambato-Ecuador

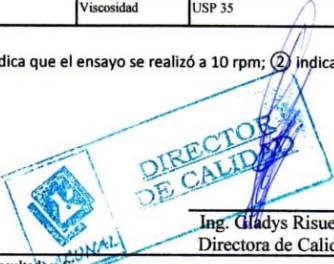
**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**

<b>Certificado No:16-287</b>		R01-5.10 06
Solicitud N°: 16-287		Pág.: 1 de 2
Fecha recepción: 22 de septiembre de 2016		Fecha de ejecución de ensayos: 26 al 27 de septiembre de 2016
<b>Información del cliente:</b>		
Empresa: n/a	C.I./RUC: 1312531336	
Representante: Eddison Javier Moran Vidal	Tlf: 0990148289	
Dirección: Calceta	Email: eddisonmoran29@gmail.com	
Ciudad: Calceta		
<b>Descripción de las muestras:</b>		
Producto: compota	Volumen: 700 ml	
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: frasco de vidrio	
Lote: n/a	No de muestras: trece	
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a	
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:		
Almac. en Lab: 7 días		
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		
Muestreo por el cliente: 22 de septiembre de 2016		

**RESULTADOS OBTENIDOS**

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Compota	28716738	T1R1	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	13,4
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	7300 [20,2 °C ②]
Compota	28716739	T1R2	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	10,6
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	2790 [20,0 °C ③]
Compota	28716740	T1R3	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	14,7
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	2589 [21,2 °C ③]
Compota	28716741	T2R1	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	6,2
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	11445 [20,8 °C ②]
Compota	28716742	T2R2	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	10,2
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	7180 [21,2 °C ②]
Compota	28716743	T2R3	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	12,8
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	10590 [21,1 °C ②]
Compota	28716744	T3R1	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	21
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	7840 [20,0 °C ②]



Compota	28716745	T3R2	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	12,1
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	2700 [20,7 °C ②]
Compota	28716746	T3R3	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	15,8
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	1590 [21,5 °C ②]
Compota	28716747	T4R1	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	14,1
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	6720 [20,7 °C ①]
Compota	28716748	T4R2	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	11,1
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	9050 [20,8 °C ②]
Compota	28716749	T4R3	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	18,2
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	7530 [20,7 °C ②]
Compota	28716750	TESTIGO	Consistencia	INEN 1899:1998 Consistómetro de Bostwick	cm	8,5
			Viscosidad	USP 35	m.Pa.s	11850 [21,2 °C ②]
Conds. Ambientales: 18,5 °C; 48%HR Nota: Los resultados marcados con: ① indica que el ensayo se realizó a 10 rpm; ② indica que el ensayo se realizó a 30 rpm; ③ indica que el ensayo se realizó a 70 rpm						
						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: SI						CG

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.  
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

**ANEXO N° 3**  
**ANÁLISIS NUTRICIONALES**



ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO



### INFORME DE RESULTADOS

Portoviejo, 29 de noviembre del 2016

SEÑOR  
**Christian Rolando Cedeño Zambrano**  
 crist.cede@hotmail.com  
 Junín.

#### Resultado de Análisis de compota de Pitahaya base húmeda.

Muestra	Proteínas%	Grasa%	Carbohidratos%	Energía Bruta Kcal/g
T1 R1	0,20	0,88	18,8	83,76
T1 R2	0,14	0,78	18,5	81,64
T1 R3	0,06	0,13	18,9	76,89
T2 R1	0,53	0,07	20,0	82,75
T2 R2	0,16	0,07	20,3	82,40
T2 R3	0,78	0,09	20,1	84,22
T3R1	0,99	1,33	18,0	88,05
T3 R2	0,43	1,18	18,2	85,26
T3 R3	0,72	1,22	18,7	88,59
T4 R1	0,17	2,33	18,2	94,43
T4R2	0,19	2,79	18,5	99,91
T4 R3	0,13	2,39	18,4	95,63

Atentamente;

Ing. Wilmer Ponce  
 Prog. Agroenergía



**ANEXO N° 4**  
**ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES REOLÓGICAS

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	rpm	4,267 <sup>a</sup>	4	1,067	2,000	,171
	Viscosidad_m.Pa.s	139998230,267 <sup>b</sup>	4	34999557,567	7,083	,006
Intersección	Consistencia_cm	126,151 <sup>c</sup>	4	31,538	3,276	,058
	rpm	29,400	1	29,400	55,125	,000
TRATAMIENTOS	Viscosidad_m.Pa.s	849369325,067	1	849369325,067	171,899	,000
	Consistencia_cm	2298,966	1	2298,966	238,796	,000
Error	rpm	4,267	4	1,067	2,000	,171
	Viscosidad_m.Pa.s	139998230,267	4	34999557,567	7,083	,006
Total	Consistencia_cm	126,151	4	31,538	3,276	,058
	rpm	5,333	10	,533		
Total corregida	Viscosidad_m.Pa.s	49410990,667	10	4941099,067		
	Consistencia_cm	96,273	10	9,627		
Total	rpm	39,000	15			
	Viscosidad_m.Pa.s	1038778546,00	15			
Total corregida	Consistencia_cm	0				
	rpm	2521,390	15			
Total	rpm	9,600	14			
	Viscosidad_m.Pa.s	189409220,933	14			
Total	Consistencia_cm	222,424	14			

a. R cuadrado = ,444 (R cuadrado corregida = ,222)

b. R cuadrado = ,739 (R cuadrado corregida = ,635)

c. R cuadrado = ,567 (R cuadrado corregida = ,394)

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Consistencia_cm es la misma entre las categorías de TRATAMIENTOS.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,064	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de Viscosidad_m.Pa.s es la misma entre las categorías de TRATAMIENTOS.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,041	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

## Pruebas post hoc

### TRATAMIENTOS

#### Comparaciones múltiples

t de Dunnet (bilateral)<sup>a</sup>

Variable dependiente	(I)TRATAMIENTOS	(J)TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
						Límite inferior	Límite superior
rpm	T1	Testigo	1,33	,596	,143	-,39	3,06
	T2	Testigo	,00	,596	1,000	-1,72	1,72
	T3	Testigo	,00	,596	1,000	-1,72	1,72
	T4	Testigo	,67	,596	,643	-1,06	2,39
Viscosidad_m.Pa.s	T1	Testigo	-7623,67*	1814,956	,006	-12869,76	-2377,57
	T2	Testigo	-2111,67	1814,956	,614	-7357,76	3134,43
	T3	Testigo	-7806,67*	1814,956	,005	-13052,76	-2560,57
	T4	Testigo	-4083,33	1814,956	,140	-9329,43	1162,76
Consistencia_cm	T1	Testigo	4,4000	2,53342	,302	-2,9228	11,7228
	T2	Testigo	1,2333	2,53342	,965	-6,0895	8,5561
	T3	Testigo	7,8000*	2,53342	,037	,4772	15,1228
	T4	Testigo	5,9667	2,53342	,119	-1,3561	13,2895

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 9,627.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.



## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES NUTRICIONALES

### Pruebas no paramétricas

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de ENERGÍA_BRUTA es la misma entre las categorías de TRATAMIENTOS.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,022	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de CARBOHIDRATOS es la misma entre las categorías de TRATAMIENTOS.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,037	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de LÍPIDOS es la misma entre las categorías de TRATAMIENTOS.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,015	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de PROTÍNAS es la misma entre las categorías de TRATAMIENTOS.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,099	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

### ANOVA de un factor

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ENERGÍA_BRUTA	Inter-grupos	441,779	3	147,260	23,751	,000
	Intra-grupos	49,601	8	6,200		
	Total	491,380	11			
CARBOHIDRATOS	Inter-grupos	6,577	3	2,192	39,859	,000
	Intra-grupos	,440	8	,055		
	Total	7,017	11			
LÍPIDOS	Inter-grupos	9,871	3	3,290	56,117	,000
	Intra-grupos	,469	8	,059		
	Total	10,340	11			

## Pruebas post hoc

### Comparaciones múltiples

HSD de Tukey

Variable dependiente	(I) TRATAMIENTOS	(J) TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
ENERGÍA_BRUTA	T1	T2	-2,360	2,033	,666	-8,87	4,15
		T3	-6,537*	2,033	,049	-13,05	-,03
		T4	-15,893*	2,033	,000	-22,40	-9,38
	T2	T1	2,360	2,033	,666	-4,15	8,87
		T3	-4,177	2,033	,246	-10,69	2,33
		T4	-13,533*	2,033	,001	-20,04	-7,02
	T3	T1	6,537*	2,033	,049	,03	13,05
		T2	4,177	2,033	,246	-2,33	10,69
		T4	-9,357*	2,033	,008	-15,87	-2,85
	T4	T1	15,893*	2,033	,000	9,38	22,40
		T2	13,533*	2,033	,001	7,02	20,04
		T3	9,357*	2,033	,008	2,85	15,87
CARBOHIDRATOS	T1	T2	-1,40000*	,19149	,000	-2,0132	-,7868
		T3	,43333	,19149	,186	-,1799	1,0465
		T4	,36667	,19149	,294	-,2465	,9799
	T2	T1	1,40000*	,19149	,000	,7868	2,0132
		T3	1,83333*	,19149	,000	1,2201	2,4465

LÍPIDOS		T4	1,76667*	,19149	,000	1,1535	2,3799
		T1	-,43333	,19149	,186	-1,0465	,1799
	T3	T2	-1,83333*	,19149	,000	-2,4465	-1,2201
		T4	-,06667	,19149	,984	-,6799	,5465
		T1	-,36667	,19149	,294	-,9799	,2465
	T4	T2	-1,76667*	,19149	,000	-2,3799	-1,1535
		T3	,06667	,19149	,984	-,5465	,6799
		T2	,52000	,19771	,112	-,1131	1,1531
	T1	T3	-,64667*	,19771	,045	-1,2798	-,0135
		T4	-1,90667*	,19771	,000	-2,5398	-1,2735
		T1	-,52000	,19771	,112	-1,1531	,1131
	T2	T3	-1,16667*	,19771	,002	-1,7998	-,5335
		T4	-2,42667*	,19771	,000	-3,0598	-1,7935
		T1	,64667*	,19771	,045	,0135	1,2798
	T3	T2	1,16667*	,19771	,002	,5335	1,7998
		T4	-1,26000*	,19771	,001	-1,8931	-,6269
	T1	1,90667*	,19771	,000	1,2735	2,5398	
T4	T2	2,42667*	,19771	,000	1,7935	3,0598	
	T3	1,26000*	,19771	,001	,6269	1,8931	

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

## Subconjuntos homogéneos

### ENERGÍA\_BRUTA

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1	3	80,76		
T2	3	83,12	83,12	
T3	3		87,30	
T4	3			96,66
Sig.		,666	,246	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

### CARBOHIDRATOS

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3	3	18,3000	
T4	3	18,3667	
T1	3	18,7333	
T2	3		20,1333
Sig.		,186	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

### LÍPIDOS

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T2	3	,0767		
T1	3	,5967		
T3	3		1,2433	
T4	3			2,5033
Sig.		,112	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.