

## **CAPITULO I: GENERALIDADES**

### **1.1. INTRODUCCION**

Actualmente la ciencia y tecnología de los alimentos representa un reglón importante en el desarrollo de los países. Se denomina tecnología de alimentos a la aplicación de la ciencia en los procedimientos y medios que el hombre emplea en la transformación, conservación, almacenamiento y distribución de los productos al mercado, que estos sirven a la alimentación diaria de la humanidad.

La tecnología de los alimentos constituye una parte integradora e indispensable para la formación de profesionales en el área agroindustrial especialmente en el procesamiento de frutas y hortalizas.

Las frutas y hortalizas forman un grupo muy variable de alimentos ricos en vitaminas y minerales para la alimentación humana. La mayoría de las frutas se consumen en estado fresco, pero para aprovechar estos productos a largo plazo, es necesario transformarlos mediante métodos de conservación, los mismos que consisten en cambiar la materia prima, de tal manera que los organismos putrefactores, reacciones químicas y enzimáticas no puedan desarrollarse y dañar el producto final.

Actualmente se ha producido profundos cambios en el estilo de vida con respecto a los hábitos, usos y gustos alimentarios por la influencia del mundo globalizado. La importancia de investigar y crear nuevos productos para el servicio de un mercado, es la prioridad en la que debemos emprender. Tal es el caso del

estudio que, pretende incorporar al mercado un producto en almíbar con trozos de sábila y piña

El presente trabajo titulado “Elaboración de sábila y piña en almíbar” consta de cinco partes. En la primera parte, se hace una introducción del tema, donde se explica de una forma rápida el contenido del documento y se da importancia al mismo. Más adelante en la segunda parte, se hace referencia al marco teórico donde se detalla los aspectos relevantes tanto de la sábila como de la piña y del proceso técnico de la elaboración de los almíbares.

En la tercera parte se detalla, el proceso metodológico, iniciando con una descripción de los materiales y métodos como también el diseño experimental, en esta parte también se indica el diagrama de proceso y su descripción.

La cuarta parte hace referencia a los resultados y discusiones, en donde se analizan estadísticamente las variables evaluadas, sean estas cuantitativas y cualitativas con el fin de probar la hipótesis planteada, también se indica un análisis físico-químico y microbiológico.

Finalmente en base a los resultados se concluye y se pone las recomendaciones de todo el trabajo. Todo el documento esta sustentado por la bibliografía.

## **1.2. IMPORTANCIA.**

Investigaciones científicas realizadas sobre la composición y las propiedades de la sábila, demuestran que posee características específicas y beneficiosas para la salud y nutrición humana. La sábila puede ser utilizada como materia prima o ingrediente principal en la elaboración de alimentos funcionales por sus características farmacológicas.

Se encuentra comprobado que la sábila ayuda en múltiples afecciones como en la piel seca, quemaduras, acné, hongos, desórdenes estomacales, gastritis, regula la presión sanguínea, etc.

El cultivo e industrialización de la sábila en el Ecuador es limitado debido a la falta de información tecnológica y aplicabilidad en el área alimenticia, cabe señalar que en la región Norte del país no existe cultura de consumo de esta planta, ya que en los últimos tiempos se ha utilizado la sábila para elaborar jabones, shampoo, pastillas entre otros, más no en la elaboración de productos alimenticios.

Este estudio permitió poner en práctica los conocimientos y experiencias adquiridos en la Universidad elaborando un producto nuevo ya que se utilizó la sábila como materia prima. En el mercado existen productos similares como son el durazno, piña y cóctel de frutas, todos estos en almíbar, pero ninguno con sábila como ingrediente principal.

Por lo señalado es importante el estudio sobre “Elaboración de sábila y piña en almíbar” ya que se entrega información técnica, que permitirá la industrialización y consumo de alimentos elaborados con sábila, dando valor agregado al mismo.

### **1.3. OBJETIVOS.**

#### **1.3.1. General.**

- ✓ Elaborar un producto en almíbar, utilizando sábila y piña.

#### **1.3.2. Específicos.**

- ✓ Determinar parámetros de proceso (sólidos solubles, densidad y viscosidad) del líquido de cobertura para la obtención de un producto en almíbar.
- ✓ Determinar los cambios de la concentración de sólidos solubles, densidad, viscosidad al finalizar el período de cuarentena.
- ✓ Establecer el porcentaje adecuado de trozos de sábila y piña a incorporarse en el producto.
- ✓ Establecer la concentración adecuada de sólidos solubles del líquido de cobertura.
- ✓ Determinar la calidad del producto, mediante un análisis Físico-Químico y sensorial del producto elaborado.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

Los sólidos solubles, densidad y viscosidad así como las características sensoriales (olor, color y sabor) del producto final están influenciadas por la variación del porcentaje sábila y piña y la concentración del líquido de cobertura.

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1. SABILA**

La sábila es una planta de gran interés medicinal, técnicamente conocida como Aloe vera. Su nombre común sábila, procede de la voz árabe " sabaira " que significa amargo y el género científico Aloe proviene de otra palabra árabe " Alloeh" que significa sustancia brillante amarga.



**Sábila (Aloe vera)**

#### **2.1.1. Origen y distribución geográfica**

Las informaciones históricas señalan que esta planta ha sido utilizada por el hombre unos 6000 años (A.C), de manera especial en el Egipto, Arabia, El lejano Oriente y la India. Igualmente existen notas informativas por marinos de los viajes de Cristóbal Colón que la reportan en la zona del Caribe Americano y el Norte de América; en donde era utilizada por las naciones indígenas en aplicaciones medicinales por lo que podemos deducir que estaba extendida en forma silvestre a nivel mundial y era igualmente utilizada para los mismos fines. (Guzmán, J. 1999 p.8).

### 2.1.2. Clasificación botánica.

La sábila se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica, esto según (Barahona, E. 2006 p.25)

Reino:	Vegetal
Tipo:	Fanerógama
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Lilifloras
Familia:	Liliáceas
Subfamilia:	Liliodeas o Asfodeloideas
Género:	Aloe
Especie:	Vera
Nombre científico:	Aloe vera.
Nombre Vulgar:	Sábila.

### 2.1.3. Descripción Morfológica

El grupo Arquetipo. (2005); manifiesta que, “la sábila es una planta que pertenece a la familia de las liliáceas. Es una planta perenne, es decir que mantiene sus hojas a lo largo de todo el año. Se caracteriza por tener hojas duras y gruesas, con forma de lanza o sierra, con bordes espinosos y que terminan en un ápice puntiagudo. El color de las hojas varía desde el gris hasta el verde brillante” (p.11).



Tallo.- Es corto y grueso, alrededor de él van creciendo las hojas en forma de rosetón hasta alcanzar la altura de 1m.

Hojas.- Son carnosas, y con bordes generalmente provistas de espinas. El tejido carnoso de las hojas contiene un mucílago incoloro e inodoro.

Flores.- Son largas en forma de tubo y de color amarillo, rojo o verde, se reúnen en pomos en el extremo del tallo.

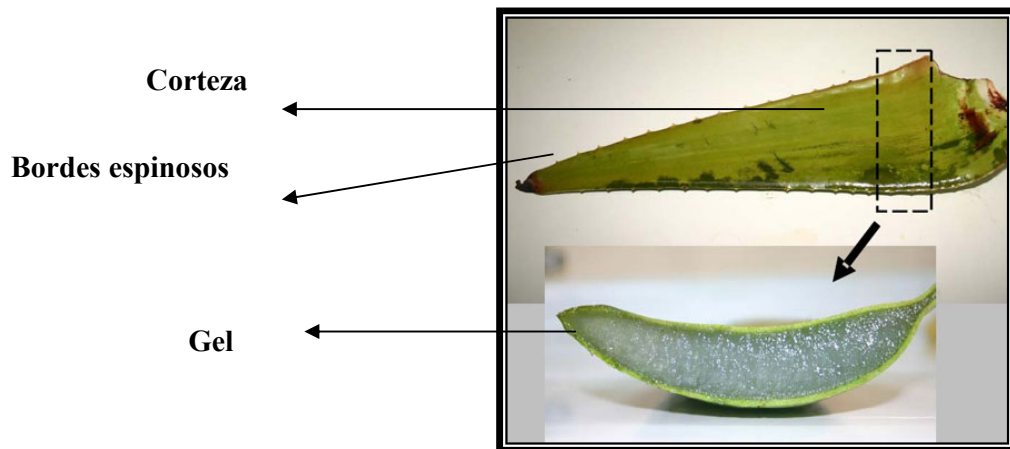
Fruto.- El fruto tiene la forma de una capsula que contiene las semillas, las mismas que no son fértiles por lo que no se pueden usar para propagar la planta.

Raíz.- La raíz es larga, formando un rizoma que puede ser dividido para propagar la planta. Cuando se efectúan prácticas culturales y se corta el rizoma se da origen a una nueva planta, llamada hijos.

#### 2.1.4. Estructura celular del tejido

La hoja de sábila esta constituida principalmente por dos partes una externa y otra interna; a continuación se detalla cada una de estas.

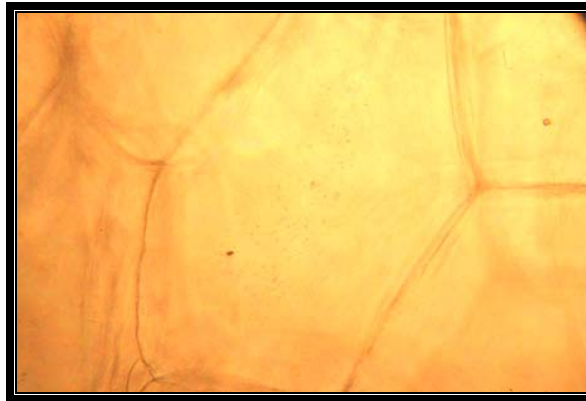
**Fotografía 1: Hoja entera y corte transversal de la Sábila**



En la fotografía 1, podemos observar una la hoja de sábila, que esta formada por una corteza externa de color verde que constituye la piel, con bordes espinosos. En la misma fotografía se observa un corte transversal que indica una capa interna llamada gel que es transparente; inodora constituida en su mayor parte por agua. Este gel es utilizado en varias industrias como: industria cosmética, farmacológica, etc.



**Fotografía 2: Células de Sábila en estado fresco (X 100 aumentos)**



En la fotografía 2, se muestran células del gel de Aloe vera fresco, las mismas que tienen forma hexagonal, envueltas por una delgada pared celular.

**2.1.5. Variedades**

El Aloe Vera es una planta de gran interés medicinal utilizada como tal desde hace más de 3000 años. Alrededor de 300 especies de Aloe, de las cuales se ha demostrado científicamente que son cuatro tipos los que presentan mayores propiedades medicinales: Aloe barbadensis Miller, Aloe perry Baker, Aloe ferox y Aloe arborescens. No obstante, el Aloe barbadensis Miller es considerada como la más utilizada en la medicina curativa y la más popular en el mundo entero llamada comúnmente Aloe vera (Vega, A. 2005 s.p.).

**2.1.6. Condiciones de cultivo de la sábila.**

El hábitat natural de la sábila son aquellas regiones de bajas precipitaciones, característico de ecologías áridas. La temperatura ideal de cultivo son los 28 a 29 °C, con ambiente seco.

La sábila se propaga por semillas, aunque esta forma no es recomendada; la forma más recomendable es a través de material vegetativo (hijos). Obtenidos luego de cada cosecha (Guzmán, J. 1999 p.11).

### 2.1.7. Composición química.

La sábila tiene grandes propiedades beneficiosas para la salud en general, pero su base se asienta en la composición química de esta planta. A continuación se muestra la composición química de la sábila.

**Cuadro 1: Composición química de la sábila.**

NUTRIENTE	SÁBILA PURA (ppm)
Calcio	458
Fósforo	20.1
Cobre	0.11
Hierro	1.18
Magnesio	60.8
Manganeso	1.04
Potasio	797
Sodio	84.4
<b>AMINOÁCIDOS (*esenciales)</b>	
Acido aspartico	43.00
Acido glutámico	52.00
Alanina	28.00
*Isoleucina	14.00
*Fenilalanina	14.00
*Treonina	31.00
Prolina	14.00
*Valina	14.00
*Leucina	20.00
Histidina	18.00
Serina	45.00
Glicina	28.00
*Metionina	14.00
*Lisina	14.00
Arginina	14.00
Tirosina	14.00
*Triptofano	30.00
Proteínas	0.1%

Fuente: Quezada, W. 2004 Separatas Industria de aceites y jabones.

### 2.1.8. Propiedades nutricionales y funcionales del Aloe Vera

El Aloe vera contiene algunas vitaminas hidrosolubles como: tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), ácido fólico y ácido ascórbico (C); y entre las liposolubles las vitaminas A y E. Algunas investigaciones sugieren que también presenta trazas de vitamina B12, la cual es normalmente extraída de fuente animal.

La vitamina B1, ayuda al cuerpo a convertir los alimentos en energía y colabora con la actividad del corazón y el sistema cardiovascular, ayudando también a la función del cerebro y del sistema nervioso. La deficiencia de esta vitamina ocasiona una polineuritis (proceso inflamatorio o degenerativo de los nervios) resultando en una debilidad general y rigidez dolorosa de los miembros. La vitamina B2, funciona en conjunto con otras vitaminas del complejo B y es importante en el crecimiento corporal, la producción de glóbulos rojos y en la liberación de energía de los carbohidratos. La deficiencia de esta vitamina produce una grave inflamación en la boca y lengua. En casos extremos ocasiona una inflamación gastrointestinal con abundante diarrea. La función principal de la vitamina B3 es convertir los alimentos en energía y la deficiencia de ella se traduce en la enfermedad conocida como pelagra cuyos efectos son dermatitis, diarreas y en casos extremos trastornos mentales. El ácido fólico en la actualidad es de mucha importancia, pues se ha demostrado que la ingesta de éste ácido previene las malformaciones congénitas del Sistema Nervioso Central que se traduce en abortos espontáneos, muertes al nacer, muertes durante el primer año de vida o discapacidad permanente.

La vitamina C ayuda al desarrollo de dientes y encías sanos, a la adsorción del hierro y al mantenimiento del tejido conectivo normal, así como también a la cicatrización de heridas. Además es un antioxidante poderoso atrapando radicales libres en la fase acuosa. La principal función de la vitamina E es actuar como antioxidante natural ya que reacciona con los radicales libres. La vitamina A ayuda a proteger la piel para que no se produzca erupciones cutáneas, acné. En cuanto a la presencia de minerales en Aloe vera, han sido identificados: calcio, fósforo, potasio, hierro, sodio, magnesio, manganeso, cobre, cromo, zinc.

El Aloe contiene alrededor de 17 aminoácidos, los cuales fueron detectados cuando el extracto de Aloe Vera a estudiar se encontraba en estado fresco, donde el aminoácido principal es Arginina representando un 20% del total de los aminoácidos. Además presenta enzimas como la oxidasa, catalasa y amilasa. La catalasa integra parte del sistema antioxidante y es importante ya que su función es destruir el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> generado durante el metabolismo celular. (Vega, A.2005s.p.).

### **2.1.9. Propiedades y usos de la sábila.**

La sábila tiene un sin número de propiedades por lo que se utiliza en la industria farmacéutica, cosmética y de belleza para la elaboración de: jabones, perfumes, colonias, shampoo, etc. A continuación se menciona algunas propiedades y uso de la sábila.

Básicamente el Aloe es un regenerador celular y por lo tanto actúa, con resultados muy positivos, en múltiples afecciones.

Externas: piel seca y agrietada, quemaduras (fortuitas, químicas, eléctricas, solares, por fricción), ampollas, picaduras de insectos, reacciones alérgicas, erupciones y acné, escoceduras e irritaciones; llagas, costras y eccemas, algunos herpes, manchas, urticaria; pie de atleta, hongos, seborrea; conjuntivitis y orzuelos.

Internas: problemas de la boca, encías y garganta; desórdenes estomacales, acidez, indigestión, gastritis y úlcera; colitis y hemorroides, cirrosis, hepatitis y diabetes, regula la presión sanguínea, reumatismo, artritis, infecciones de riñón, tracto urinario y próstata.

El Aloe estimula la síntesis de elastina y colágeno del organismo compensando el envejecimiento producido por su disminución con la edad y haciendo innecesario la aplicación artificial de estos.

Por supuesto que no solo es útil al ser humano: en veterinaria su utilidad es igual o mayor. El Aloe es de uso purgativo en caballos, también es usado en veterinaria como un tónico amargo en pequeñas dosis, y externamente como estimulante y desecante. Asimismo, muchas formulaciones de shampoo para pequeños animales domésticos contienen aloe.

Por otro lado también tiene aplicaciones textiles en el tratamiento de tejidos orgánicos. En varios países asiáticos se ofrecen productos textiles impregnados con Aloe con fines de asepsia. (<http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/alimentoscuran/aloe%20vera.htm>)

### **2.1.10. Contraindicaciones**

Sagrera, F. (1996) manifiesta sobre las contraindicaciones del uso de la sábila, “No dar a mujeres durante la menstruación y embarazo y a niños que padecen hemorroides sanguinolenta y daño renal” (p.29). Sin embargo según nuestra cultura y costumbre del sector rural y medicina tradicional el consumo de sábila no tiene ninguna contraindicación.

### **2.1.11. Aloe vera como componente de un alimento funcional**

En general, todos los alimentos funcionales son apreciados al ser considerados como promotores de la salud. Asimismo, los alimentos funcionales se distinguen por ser un aporte a la salud en cuanto contienen sustancias químicas que contribuyen a prevenir ciertas enfermedades crónicas no transmisibles; reducen el riesgo de algún tipo de anomalías de carácter fisiológico y, en general contribuyen al buen estado de salud del individuo que le permite prolongar o mejorar su calidad de vida.

Por las investigaciones científicas realizadas sobre la composición y las propiedades del Aloe vera, donde se demuestra que posee características y propiedades específicas y beneficiosas para la salud y nutrición humana, es que el Aloe vera puede ser considerado como materia prima o ingrediente principal en la elaboración de alimentos funcionales. Consecuentemente, el Aloe vera se convierte en una excelente fuente de productos químicos nutricionales para el desarrollo y comercialización de nuevos productos para la industria de alimentos funcionales (Vega, A. 2005 s.p.).

## **2.2. PIÑA**

### **2.2.1 Origen y distribución geográfica.**

Grupo Océano (s.a.); manifiesta que “La piña procede de América, probablemente de Brasil y Paraguay. La dispersión prehispánica de la piña abarcó toda el área tropical de América del Sur, las Antillas, América Central y México. Colón la encontró a su llegada a la isla de Guadalupe y la llevó a Europa”(p.692).

### **2.2.2. Clasificación taxonómica**

La Enciclopedia Agropecuaria Terranova, Tomo 1 (2001) manifiesta que la piña se encuentra dentro la siguiente clasificación taxonómica (p.237).

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiosperma.
Subclase:	Monocotiledónea
Orden:	Farinosae (Xyridae)
Familia:	Bromeliaceae

Género: Ananas  
Especie: comosus, Merr  
Nombre científico: Ananas comosus Merr  
Nombre Común: Piña.

### **2.2.3. Descripción botánica**

La piña es una planta herbácea que puede alcanzar una altura de 1.20 y 1.50 metros. Su tallo es vertical, corto y robusto, con hojas alargadas de bordes lisos o espinosos.

Las raíces son cortas, delgadas y con muchas raicillas bastante superficiales que se renuevan constantemente. Del centro de la planta sale un eje que sostiene una inflorescencia o espiga con brácteas verdes o rojas, de las que brotan las flores de color blanco o violeta claro, de las que más tarde se forman los frutos.

El fruto es generalmente cilíndrico, pero en algunas variedades es oval o cónico de color verdoso amarillento, rojizo o amarillo, según la variedad y estado de madurez. El corazón es bastante grueso, sobre todo en las piñas de carne blanca (Enciclopedia Agropecuaria Terranova, Tomo 1,2001 p.237).

### **2.2.4. Variedades**

Las variedades de piña empleadas hoy en día según el Grupo Océano (s.a.) Volumen 1 son: “El Cayenne produce frutos muy aptos para la exportación en fresco o en conserva (el llamado Cayenne liso es el más conocido y cultivado). Los tipos Queen y Spanish son apropiados para conservarlo en lata, mientras que el Abacaxi no se adapta a este tipo de manipulación y no resulta exportable” (p.694).

### **2.2.5. Condiciones para el cultivo de la piña.**

La temperatura ideal para el cultivo de piñas oscila entre 21° Y 27° C y entre 10° y 16°C el desarrollo se detiene .El cultivo de ananás requiere bastante humedad y un correcto drenaje de los suelos, que deben ser perfectamente arenosos, con un buen índice de acidez, con pocas sales y ricos en materia orgánica (Grupo Océano, Tomo 2 s. a., p.199).

## 2.2.6. Composición química

**Cuadro 2: Composición química de la parte comestible del fruto (100 g)**

COMPONENTE	CONTENIDO (g)
Agua	85.1
Proteínas	0,1
Grasas	0.1
H. de carbono	13,5
Cenizas	0.5
<b>Otros componentes (mg)</b>	
Calcio	21.0
Fósforo	10
Hierro	0,4
Tiamina	0,59
Riboflavina	0.03
Niacina	0.2
Acido ascórbico	12.0

**Fuente:** Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería s.a.

## 2.2.7. Propiedades e indicaciones

Pamplona J. (2005), manifiesta que “Las vitaminas más abundantes en la piña son la C, la B<sub>1</sub> y la B<sub>6</sub>. Es también una buena fuente de folatos. Entre los minerales, destaca el manganeso, cobre, potasio, magnesio y hierro.

Los componentes no nutritivos de la piña son los más significativos desde el punto de vista dietoterápico.

*Acido cítrico y málico:* Son los responsables de su sabor ácido, y como ocurre con los cítricos, potencian la acción de la vitamina C.

*Bromelina*: La bromelina actúa en el tracto digestivo deshaciendo las proteínas y facilitando su digestión, al igual que lo hace la pepsina, enzima producida en el estómago que forma parte del jugo gástrico.

Su consumo está especialmente indicado en las siguientes afecciones:

*Obesidad, Esterilidad, Cáncer de estómago.*

*Hipoclorhidria* (falta de jugos) digestión lenta y pesadez del estómago.

*Ptosis gástrica* (estómago caído) incapacidad del estómago para vaciar su contenido (p.181).

### **2.2.8. Usos de la piña.**

Grupo Océano, (s.a); anota “El fruto de la piña se consume en fresco o en conserva. De él se obtiene jugo, puro o en forma de jarabe, vino de piña y vinagre. Se emplea en la fabricación de bebidas gaseosas y de licores.

También se usa para extraer de ella ácido cítrico y en ciertos productos farmacéuticos (por ejemplo, contra la difteria y la bronquitis).

Las hojas, picadas cuando están frescas y la corona de los frutos se utilizan en la alimentación animal. La planta entera puede reducirse a harina, que se incorpora en la composición de alimentos para el ganado. Se extrae de ella almidón, ácidos orgánicos, cera, esteroides y la bromelina, compuesta por una mezcla de enzimas que facilitan la digestión” (p.693).

### **2.3. Frutas en almíbar**

Los almíbares o jarabes son una solución de azúcar y agua que se preparan con distintas densidades, es decir, cantidad variable de azúcar disuelto en agua. Desde el punto de vista tecnológico las frutas envasadas constituyen uno de los productos que se conservan con mayor facilidad, dado su alto contenido ácido, que permite la esterilización a temperaturas que no sobrepasan los 100°C.

Las características de la fruta que más influyen en el producto final son su composición, textura, forma y tamaño de los trozos. La composición depende naturalmente de la especie y la variedad. Dentro de una misma variedad la composición y textura sus propiedades cambian principalmente por su estado de madurez, de las condiciones agronómicas de cultivo y del manejo poscosecha.

Las características del jarabe dependen de su composición y concentración. El producto final tiende a alcanzar un equilibrio según la composición y presión osmótica, la cual se genera entre las paredes internas de los trozos de fruta y el jarabe exterior.



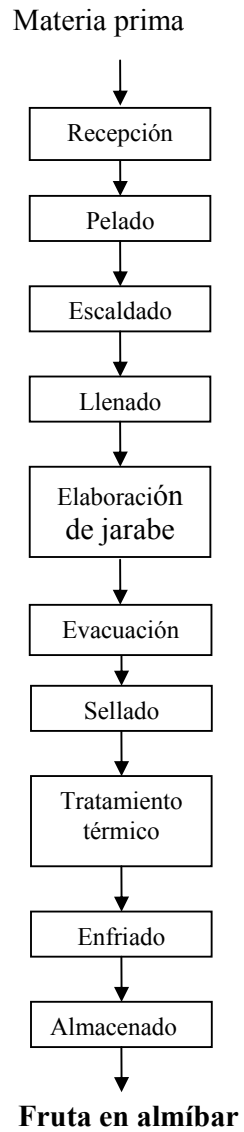
Cuando se ponen en contacto fruta y jarabe se produce una transferencia de masa. Esta transferencia se debe al equilibrio que espontáneamente se busca establecer, entonces si el jarabe posee una mayor concentración de sustancias que la fruta, estas sustancias tienden a salir de la fruta hacia el jarabe, si las paredes celulares lo permiten. La primera que sale y en mayor cantidad es el agua. También otros componentes de la fruta tratan de salir; estos son algunos ácidos, minerales, azúcares, pigmentos y sustancias de sabor.

Otra transferencia de masa que se produce es del soluto del jarabe que trata de entrar a la fruta, si las paredes celulares lo permiten esta migración no es muy elevada y se produce generalmente en los primeros momentos de contacto, tratando de permanecer constante a lo largo de su permanencia en almacenamiento.

(<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrualm/p1.htm>).

### 2.3.1. Proceso de elaboración de Frutas en Almíbar

El siguiente diagrama de bloques describe el proceso ha seguir en la elaboración de productos en almíbar.



### **2.3.1.1. Descripción del proceso de elaboración de frutas en almíbar.**

A continuación se detalla el proceso a seguir para elaborar frutas en almíbar.

**Materia prima.-** La materia prima para elaborar frutas en almíbar debe ser, una fruta sana, madura, exenta de heridas y enfermedades para asegurar la calidad del producto final.

**Recepción.-** En la recepción se procede a pesar la materia prima para determinar el monto a pagar al suministrador, también se realiza un control de calidad para aceptar o rechazar la fruta.

Si la fruta requiere ser almacenada por algún tiempo, se debe hacerlo en ambiente frío (refrigeración).

**Pelado.-** El pelado de las frutas se puede realizar por diversos métodos sean estos manuales, mecánicos o químicos según el tipo de fruta. A continuación se describen estos métodos de pelado.

*Pelado manual.-* El pelado manual se efectúa con ayuda de cuchillos de acero inoxidable; esta técnica no usa calor, y se realiza con equipo barato y poca agua.

*Pelado alcalino.-* Consiste en sumergir la fruta en una solución de soda caliente durante un determinado tiempo y luego se enjuaga para retirar la cáscara y la soda remanente en la fruta.

*Pelado con agua caliente o vapor.-* Se realiza en recipientes de acero inoxidable y mediante algún sistema se calienta el agua o inyecta vapor que se pone en contacto con la cáscara de la fruta.

El calor afloja la piel de la mayoría de las frutas, disminuye la contaminación y es más rápido que el pelado manual.

**Escaldado.-** “El escaldado consiste en la inmersión del producto en agua a una temperatura de 95°C por un tiempo variable. La temperatura aplicada y la duración dependen de la especie, de su estado de madurez y de su tamaño, esto según (Osorio L. 2003 p.20).

El escaldado se efectúa en atención a los siguientes objetivos:

- Inactivación de las enzimas.
- Ablandamiento del producto.
- Eliminación parcial de los gases intercelulares.
- Fijación y acentuación del color natural.
- Reducción parcial de los microorganismos presentes.
- Desarrollo del sabor característico.

**Llenado.-** Consiste en verter la fruta de manera uniforme, en cantidades precisas y preestablecidas. El llenado puede realizarse de manera manual o mecánicamente. Los recipientes deben llenarse bien de fruta y de líquido de cobertura. Generalmente las frutas pueden alcanzar el 65% del peso total de componentes de la conserva.

**Jarabe.-** Arthey D. (1997); manifiesta que “El jarabe es una solución de azúcar y agua, se suele preparar con azúcar granulado, procedente de remolacha o caña de azúcar, pero también se pueden emplear otros azúcares, como la glucosa, jarabe de maíz, jarabe de glucosa o azúcar invertido” (p.151).

La medida de concentración del jarabe se expresa en °Brix. Los °Brix son los sólidos solubles presentes en la solución.

Los jarabes se clasifican de acuerdo a su concentración en:

NOMBRE DEL JARABE	INTERVALO DE CONCENTRACION
Jarabe muy diluido	No menos de 10 Brix
Jarabe diluido	No menos de 14 Brix
Jarabe concentrado	No menos de 18 Brix
Jarabe muy concentrado	No menos de 22 Brix

**Fuente:** <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrualm/p2.htm>

**Evacuación.-** La evacuación conocida también como exhausting, es un proceso que tiene como finalidad evacuar el aire y los gases presentes en el envase. El jarabe debe añadirse tan caliente como sea posible para que el vapor generado por el líquido caliente desplace parcialmente el aire del espacio de cabeza. Hay que señalar que los envases pueden evacuarse de distintas maneras esto según (Fellows, P. 1994 .pp.232-233).

- Envasando el producto en caliente.
- Envasando en frío y calentando seguidamente el contenido a 80-90°C con la tapa parcialmente colocada.
- Eliminando mecánicamente el aire

Seguido de la evacuación se sella los envases, para aislar por completo el alimento de su entorno.

**Pasteurización.-** Según Fellows, P. (1994), “La pasteurización es un tratamiento térmico relativamente suave (temperaturas generalmente inferiores a 100°C), que se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos.

Este método, que conserva los alimentos por inactivación de sus enzimas y destrucción de los microorganismos relativamente termosensibles (por ejemplo: bacterias no esporuladas levaduras y mohos), provoca cambios mínimos en el valor nutritivo y las características organolépticas del alimento” (p.209).

Después de la pasteurización es importante que los envases se enfríen, se sequen y se almacenen correctamente. Deben almacenarse en un área fría, seca y limpia.

## **CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS.**

### **3.1. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.1.1. Materia prima e insumos**

##### **a) Materia Prima**

-Sábila

-Piña

##### **b) Insumos**

-Azúcar

-Agua

- Acido ascórbico

- Benzoato de Sodio

- Sorbato de Potasio

- Gas

#### **3.1.2. Materiales y equipos de proceso.**

Refractómetro (escala 0-32 Brix)

Termómetro (escala -10-150 °C)

Densímetro (escala 1-2 g/cm<sup>3</sup>)

Cronómetro

Viscosímetro Broofield

Probetas

Cuchillos

Jarras

Bandejas

Coladores

Tablas de plástico

### **3.2 METODOS**

#### **3.2.1 Localización**

La investigación se realizó en la provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, Parroquia El Sagrario, en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

Las condiciones ambientales según el Departamento de meteorología de la Dirección General de la Aviación Civil Aeropuerto Militar Atahualpa de la ciudad de Ibarra, son las siguientes:

<b>Temperatura:</b>	20°C
<b>Humedad relativa:</b>	73%
<b>Precipitación anual (mm)</b>	50.3 (mm) año
<b>Altitud</b>	2288 m.s.n.m.

#### **3.2.2 Factores en estudio**

Los factores en estudio son dos: factor A, concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix) y factor B, porcentaje de trozos de sábila y piña. Se consideró estos factores para determinar la mejor concentración del jarabe y el porcentaje adecuado de trozos de sábila y piña. Los factores se detallan a continuación.

**FACTOR A: Concentración Sólidos solubles en el jarabe (°Brix)**

**A1:** Jarabe muy diluido (12 °Brix)

**A2:** Jarabe concentrado (21 °Brix)

**A3:** Jarabe muy concentrado (30 °Brix)

**FACTOR B: Porcentaje de trozos de sábila y piña**

**B1:** 100% Sábila

**B2:** 50% Sábila y 50% Piña

**B3:** 20% Sábila y 80% Piña

### 3.2.3 Tratamientos

De la combinación de los factores A y B (Concentración de sólidos solubles en el jarabe y porcentaje de trozos de sábila y piña) respectivamente, se estructuraron 9 tratamientos mismos que se detallan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3. Tratamientos en estudio.**

Tra.	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
T1	A1B1	Jarabe muy diluido (12 °Brix) +100% de sábila
T2	A1B2	Jarabe muy diluido (12 °Brix) +50% de sábila-50% piña
T3	A1B3	Jarabe muy diluido (12 °Brix) +20% de sábila-80% piña
T4	A2B1	Jarabe concentrado (21 °Brix) +100% Sábila
T5	A2B2	Jarabe concentrado (21° Brix) +50% de sábila-50% piña
T6	A2B3	Jarabe concentrado(21 °Brix) +20% de sábila-80% piña
T7	A3B1	Jarabe muy concentrado (30 °Brix) +100% de sábila
T8	A3B2	Jarabe muy concentrado (30 °Brix) +50% de sábila-50% piña
T9	A3B3	Jarabe muy concentrado (30 °Brix) +20% de sábila-80% piña

### 3.2.4 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, con tres repeticiones con arreglo factorial AxB, donde A, representa la concentración del líquido de cobertura y B el porcentaje de sábila y piña.



### 3.2.4.1 Características del experimento

Tratamientos:	9
Repeticiones:	3
Unidades experimentales:	27
Tamaño de la muestra:	500 gramos (producto terminado)

### 3.2.4.2 Esquema del análisis de varianza

**Cuadro 4. Análisis de Varianza**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	26
Tratamientos	8
Factor A	2
Factor B	2
AxB	4
Error experimental	18

### 3.2.5. Análisis Funcional

Tratamientos:	Tukey al 5%
Factor A:	DMS (Diferencia Mínima Significativa)
Factor B:	DMS (Diferencia Mínima Significativa)

Para las variables no paramétricas se utilizó Freedman.

### 3.2.6 Variables evaluadas

#### 3.2.6.1 Variables Cuantitativas

Sólidos solubles (°Brix).- Los brix indican los sólidos solubles en la solución. Se determinó mediante un refractómetro manual de escala 0-32 °Brix, para evaluar la concentración del líquido de cobertura en la etapa inicial y al finalizar el período de cuarentena.



**Fotografía 3.** Refractómetro

Densidad (g/cm<sup>3</sup>).- La densidad es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen, la misma que se evaluó antes y después del período de cuarentena a cada tratamiento, utilizando un densímetro de escala 1-2 g/cm<sup>3</sup>.



**Fotografía 4.** Densímetro

Viscosidad (centipoise).- La viscosidad es la propiedad de un fluido que tiene a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Se determinó antes y después del período de cuarentena, para medir esta variable se utilizó un Viscosímetro de Brookfield. Este análisis se realizó en el laboratorio de Análisis Especiales del Ingenio Azucarero del Norte.

Además, de estas variables también se evaluó el rendimiento, a los tres mejores tratamientos, mediante un balance de materiales. El rendimiento se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

### **3.2.6.2 Variables Cualitativas**

Una de las medidas de calidad en los alimentos constituye el análisis sensorial (color, olor y sabor), por tal motivo fue necesario realizar dicho análisis para conocer la aceptación o rechazo del producto. Para esto se seleccionó un panel conformado por madres de familia. La ficha de evaluación sensorial se detalla en el anexo2.

Los datos registrados se los manejó a través de las pruebas no paramétricas de FREEDMAN, basada en la siguiente fórmula:

$$X^2 = \frac{12}{r \times t (t + 1)} \sum R^2 - 3r (t + 1)$$

Donde:

r = número de degustadores

t = tratamientos

$\sum R^2$  = Sumatoria de los rangos al cuadrado

Una vez conocidos los resultados del análisis sensorial se procedió a realizar el análisis físico-químico y microbiológico de los tres mejores tratamientos. Los análisis realizados son:

- Carbohidratos Totales
- Azúcares Totales
- Proteína
- Fibra total
- Sodio.
- Fósforo
- Vitamina C
- Extracto etéreo (grasa)
- Mohos
- Levaduras

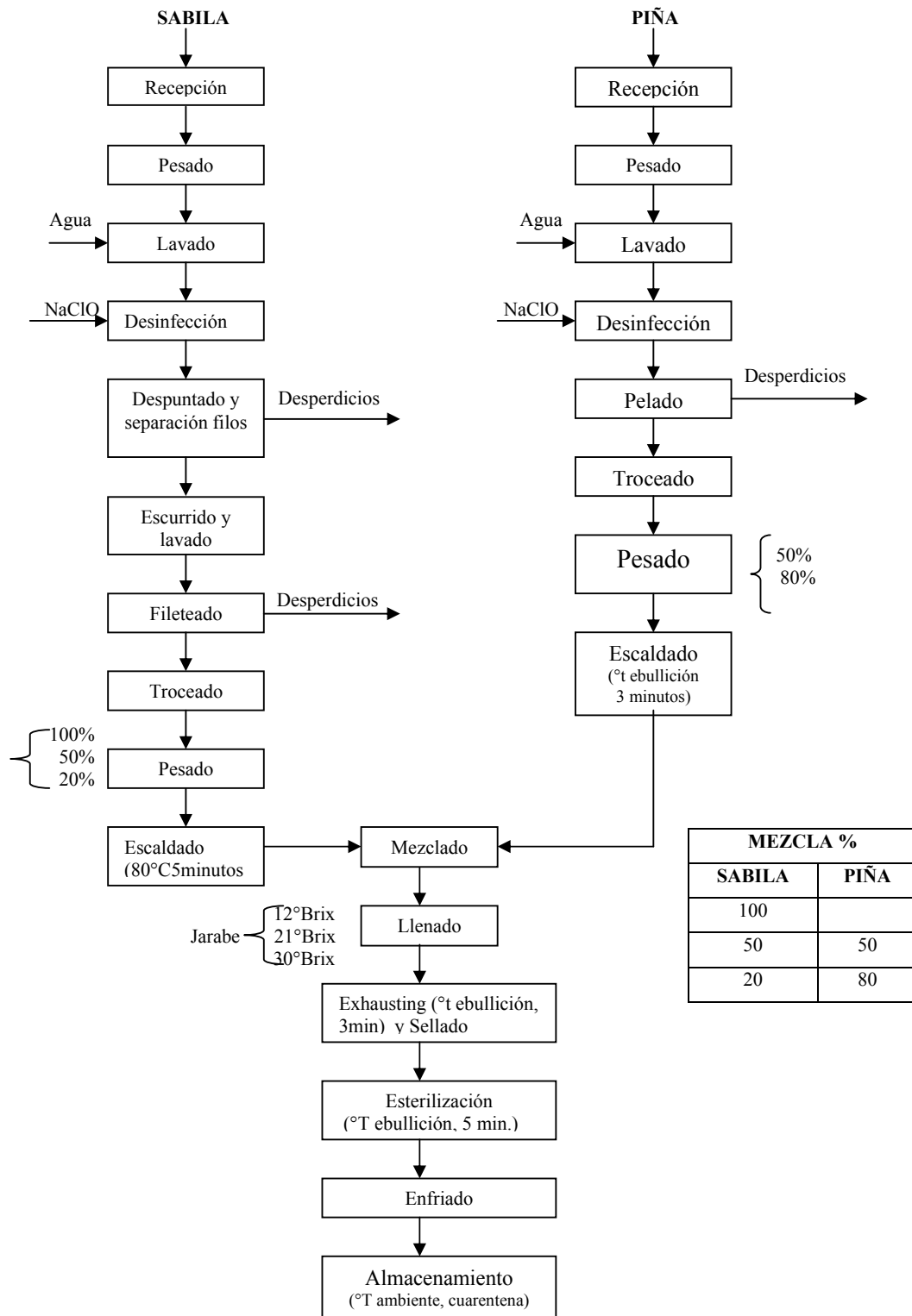
### **3.3. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

Antes de iniciar con la elaboración del producto, se procedió a determinar la temperatura y tiempo óptimos de escaldado de los trozos de sábila. Para este caso se trabajó con temperaturas de 70,80 y 90 °C en tiempos de 5 y 10 minutos.

Las mejores temperaturas y tiempos se evaluó mediante la variable textura. El grupo evaluador fue de 5 personas, cuyos resultados se tabuló estadísticamente mediante Freedman, la hoja de evaluación incluye en el anexo 1.

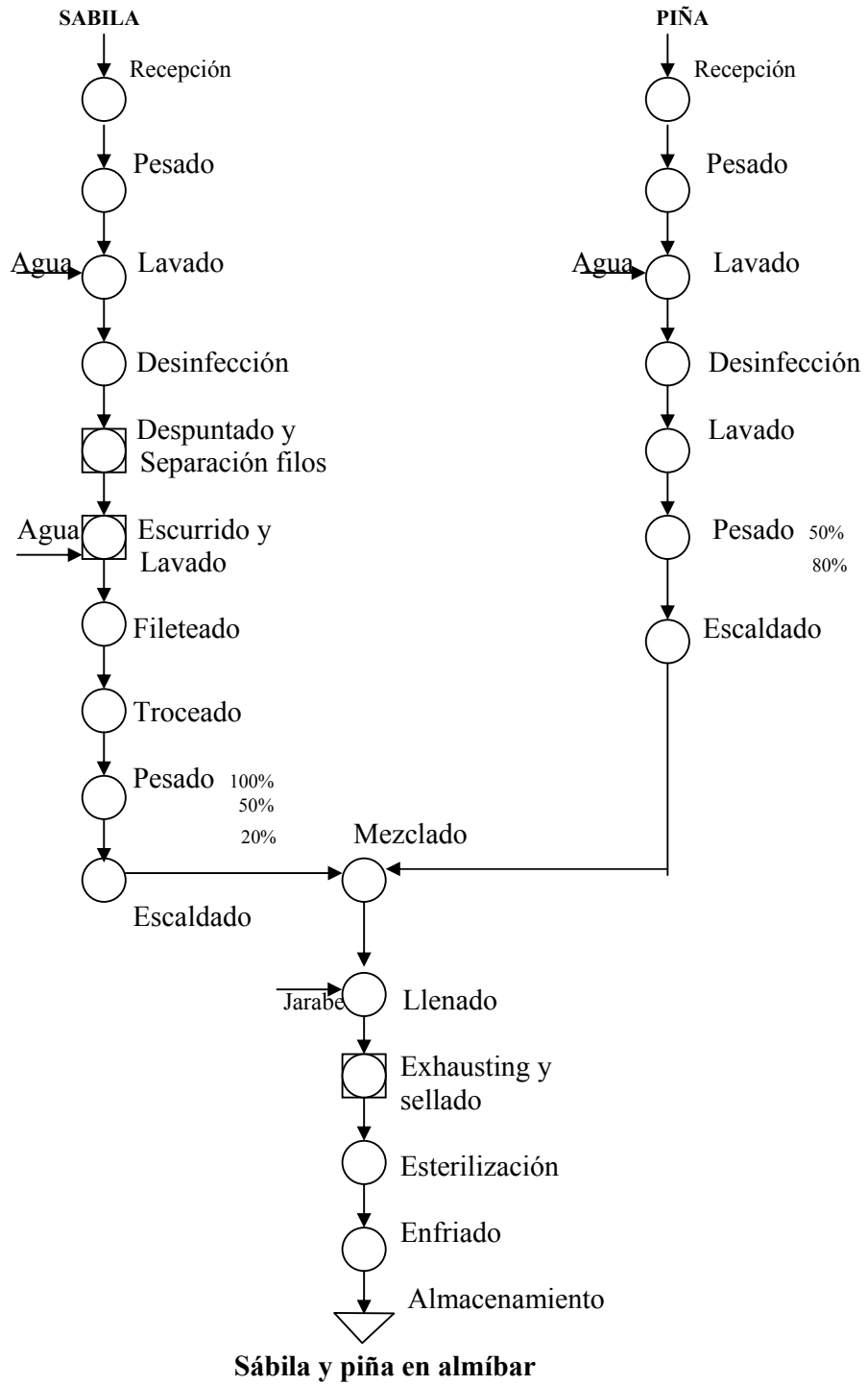
Establecida la temperatura y tiempo de escaldado para los trozos de sábila se dio inicio a la investigación, según los diagramas de bloques y flujo que a continuación se indica.

**Figura 1. Diagrama de bloques para la elaboración de sábila y piña en almíbar**



**SABILA Y PIÑA EN ALMIBAR**

**Figura 2. Diagrama flujo para la elaboración de Sábila y Piña en Almíbar**



### 3.3.1. Descripción del proceso

#### 3.3.1.1. Obtención de trozos de sábila.

**Materia Prima.-** La materia prima debe estar sana, madura, exenta de heridas y enfermedades, para evitar cambios en las características del producto final.

Las hojas de sábila se adquirió del sector de Intag de las plantaciones del señor Tarquino Vallejos; de la variedad Aloe barbedencis, en estado de madurez óptimo, esto es cuando la planta tiene dos años de vida o cuando ya haya florecido.



**Fotografía 5.** Hojas de sábila

**Recepción.-** Esta es una operación importante en cualquier actividad productiva de la empresa agroindustrial. Consiste en recibir del proveedor la sábila requerida. La recepción de las hojas de sábila, se hizo en gavetas plásticas, las mismas que fueron almacenadas en un lugar fresco y seco.

**Pesado.-** Es la cuantificación de varios aspectos, entre los cuales se cuenta, el volumen comprado, el volumen de la calidad adecuada para el proceso, los datos sobre el volumen para la cuantificación del rendimiento y, por ultimo, lo mas importante la cantidad a pagar al proveedor y el volumen que ha de ingresar al proceso para realizar un balance de materiales.

**Lavado.-** El lavado consiste en la limpieza de las hojas de sábila, eliminando residuos de tierra, restos de contaminantes del cultivo, restos de plaguicidas, todo esto con ayuda de una cantidad de agua suficiente para remover la suciedad.



**Fotografía 6.** Lavado de la sábila.

**Desinfección.-** Es una actividad que consiste en eliminar los microorganismos presentes en la materia prima que pueden disminuir la calidad del producto final, de esta actividad depende mucho la vida útil del mismo.

Para realizar la desinfección se utilizó una solución de hipoclorito de sodio al 6%, según datos utilizados para desinfección de frutas en los laboratorios de la FICAYA.



**Fotografía 7.** Desinfección de la sábila



**Despuntado y separación de filos.-** Consiste en separar con un cuchillo las puntas y filos de la hoja de sábila para poder iniciar con el fileteado u obtención del gel.



**Fotografía 8.** Despuntado y separación de filos

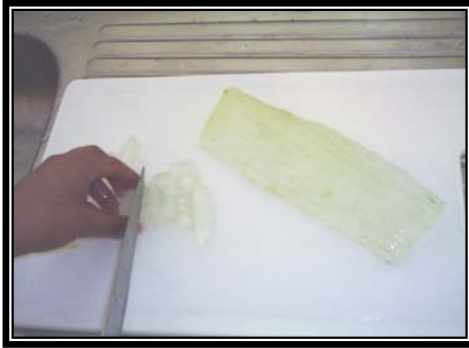
**Escurreo y lavado.-**Una vez separado puntas y filos es necesario escurrir, para evitar la contaminación del gel con una sustancia amarilla toxica llama acíbar. Terminado el escurrido se procede a lavar la hoja de sábila con agua para eliminar posibles restos de acíbar que este en las hojas.

**Fileteado.-** Consiste en separar la cáscara del gel; con la ayuda de un cuchillo, se procede a separa la primera capa externa o superior de la hoja (haz), y luego se separa la otra parte inferior (envés) de la hoja.



**Fotografía 9.** Fileteado de la sábila

**Troceado.-** El troceado consiste en dividir en trozos de tamaño igual al gel de sábila, esta actividad se realizó de manera mecánica, con un cuchillo. El tamaño de los trozos fue de 1cm aproximadamente.



**Fotografía 10.** Troceado de la sábila

**Pesado.-** Este pesado se realizó con la finalidad de que el producto final tenga el porcentaje adecuado de trozos de sábila, esto de acuerdo a los porcentajes establecidos para la sábila, los mismos que son: 300g (100%) ,150 g (50%) y 60g (20%); esto para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

**Escaldado.-** El escaldado es un proceso muy importante para la conservación del producto final, con el escaldado se evita el pardeamiento, se inhibe el crecimiento de microorganismos y se inactiva enzimas. Se realizó en olla abierta utilizando agua a temperatura de 80 °C por un tiempo de 5 minutos.

### 3.3.1.2. Obtención de trozos de piña.

**Materia Prima.-** La piña que se utilizó en la elaboración de los productos en almíbar fue de la variedad Cayenne la misma que estuvo sana, madura y exenta de enfermedades y golpes.



**Fotografía 11.** Piña

**Recepción.-** Consiste en recibir del proveedor la materia prima requerida. La recepción de la piña se hizo en gavetas plásticas que posteriormente fueron colocadas en un lugar fresco y seco, evitando golpes y caídas de la fruta que pueden afectar a la calidad de la misma.

**Pesado.-** El pesado es la cuantificación de la materia prima, que se realizó con ayuda de una balanza, para establecer balance de materiales y rendimiento.

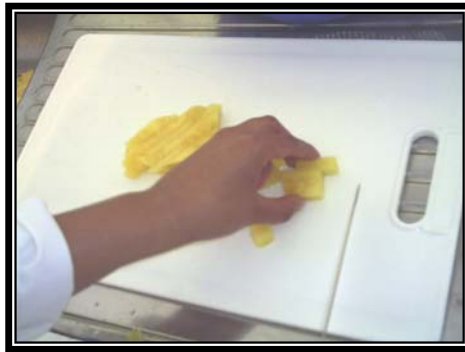
**Lavado.-** El lavado se realizó con abundante agua limpia para eliminar tierra, hojas secas adheridas y otros.

**Desinfección.-** La desinfección consiste en eliminar microorganismos presentes en la materia prima, que pueden disminuir la calidad del producto.

Para realizar la desinfección se utilizó una solución de hipoclorito de sodio al 6%, según datos utilizados para desinfección de frutas en los laboratorios de la FICAYA.

**Pelado.-** Es la operación que consiste en eliminar la cáscara de la piña, mediante un proceso mecánico con la ayuda de un cuchillo. Se debe tener cuidado especial al realizar esta operación por su incidencia en el rendimiento, es decir, qué porcentaje de pulpa se remueve al sacar la cáscara. Conjuntamente a esta operación se realizó el descorazonado.

**Troceado.-** El troceado es una actividad que consiste en trocear de tamaño igual la piña, se realizó con la ayuda de un cuchillo. El tamaño de los trozos de piña fue de 1cm aproximadamente.



**Fotografía 12.** Troceado de la piña

**Pesado.-** Este pesado se realizó de acuerdo a los porcentajes establecidos para la piña, para cada tratamiento fueron: 150 g (50%) y 240g (80%).

**Escaldado.-** El escaldado se lo realizó con el fin de evitar el pardeamiento, inhibir el crecimiento de microorganismos e inactivar enzimas. Se realizó en olla abierta utilizando agua a temperatura de ebullición por un tiempo de 3 minutos.

**Preparación del jarabe.-** Para preparar el jarabe se empleo azúcar blanca Valdez con 99.5% de sacarosa y agua para producir un jarabe de 12, 21 y 30 °Brix. Llevando a ebullición por un tiempo de aproximadamente 5 minutos.

**Mezclado.-** Una vez obtenido el producto escaldado (trozos de sábila y piña) se procedió a mezclar la sábila y la piña en los porcentajes indicados en el cuadro número 3 correspondiente a los tratamientos.

**Llenado.-** El llenado se realizó en dos etapas, la primera corresponde al llenado de los trozos de sábila, sábila-piña según corresponda a cada tratamiento; en la segunda etapa se adicionó el jarabe caliente (80-85 °C aproximadamente), tratando de tener un espacio libre alrededor de 5mm.



**Fotografía 13.** Llenado

**Exhausting y sellado.-** El exhausting tiene por objetivo la eliminación del aire presente en el envase, el mismo que se eliminó colocando a los envases sin sellara, a baño maría durante tres minutos. Inmediatamente después del exhausting se procedió a sellar los frascos de manera manual.



**Fotografía 14.** Exhausting

**Esterilización.-** Esta operación disminuye el número de microorganismos presentes en el producto, se realizó de forma continua con el evacuado y sellado, manteniendo los envases completamente cubiertos de agua. El tiempo de esterilización fue de 5 minutos a temperatura de ebullición.



**Fotografía 15.** Esterilización

**Enfriamiento.-** Una vez realizada la esterilización se enfriaron los envases con ayuda de una manguera mediante aspersión con abundante agua fresca.



**Fotografía 16.** Enfriamiento

**Almacenamiento.-** Se realizó a temperatura ambiente por un período de 40 días, con el fin de conocer la vida útil del producto, también para que exista una transferencia de masa es decir que los sólidos del jarabe penetren a la sábila y piña y viceversa.

**Sábila y piña en almíbar.-** La sábila y piña en almíbar es un producto nuevo, agradable y nutritivo, con olor, color y sabor característico de los productos en almíbar tradicionales.

## **CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.**

En toda investigación se evalúa sus variables, para dar soporte a la hipótesis planteada: **“Los sólidos solubles, densidad y viscosidad así como las características sensoriales (olor, color y sabor) del producto final están influenciadas por la variación del porcentaje sábila y piña y la concentración del líquido de cobertura”.**

Para comprobar tal hipótesis, fue necesario analizar estadísticamente las siguientes variables: concentración de sólidos solubles, densidad y viscosidad del jarabe al finalizar el período de cuarentena.

Hay que señalar que para iniciar el estudio, se determinó el tiempo y temperatura de escaldado de los trozos de sábila .Los resultados estadísticos se muestran en el cuadro 5.

### **4.1. TEMPERATURA Y TIEMPO DE ESCALDADO DE LOS TROZOS DE SABILA.**

En el cuadro 5, se indica los valores de tiempo y temperatura de escaldado de los trozos de sábila, datos obtenidos por un panel de 5 degustadores. Estos evaluaron la textura de los trozos de sábila a diferentes tiempos y temperaturas.

**Cuadro 5: Temperaturas y tiempos de escaldado de los trozos de sábila.**

Cat.	70°C-5min.	70°C-10min.	80°C-5min.	80°C-10min.	90°C-5min	90°C-10min.
1	4	5	6	2,5	2,5	1
2	5	5	5	2,5	2,5	1
3	4	5	6	2,5	2,5	2,5
4	4	5,5	5,5	1,5	1,5	1,5
5	4	5	6	2	2	2
<b>Σx</b>	21	25,5	28,5	11	11	8
<b>(Σx)<sup>2</sup></b>	441	650,25	812,25	121	121	64
<b>x med</b>	4,2	5,1	5,7	2,2	2,2	1,6

En el cuadro se observa, que el mejor tiempo y temperatura de escaldado de los trozos de sábila es 80°C por 5 minutos, según la preferencia de los degustadores. Esto significa que a esta temperatura y tiempo se logró una textura adecuada que permitió la absorción de azúcar del jarabe por osmosis en el proceso y período de cuarentena.

#### **4.2. ANALISIS DE SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX), DENSIDAD Y VISCOSIDAD DEL JARABE PREPARADO.**

Para elaborar el jarabe se consideró las siguientes concentraciones: 12, 21 y 30 °Brix. También se evaluó la densidad y viscosidad del jarabe preparado. Los resultados se indican a continuación.

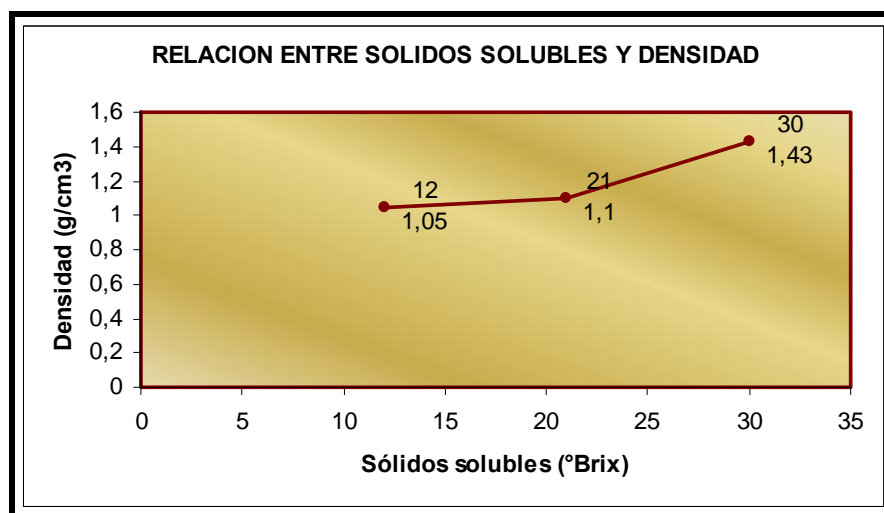


**Cuadro 6: Sólidos solubles, densidad y viscosidad del jarabe preparado.**

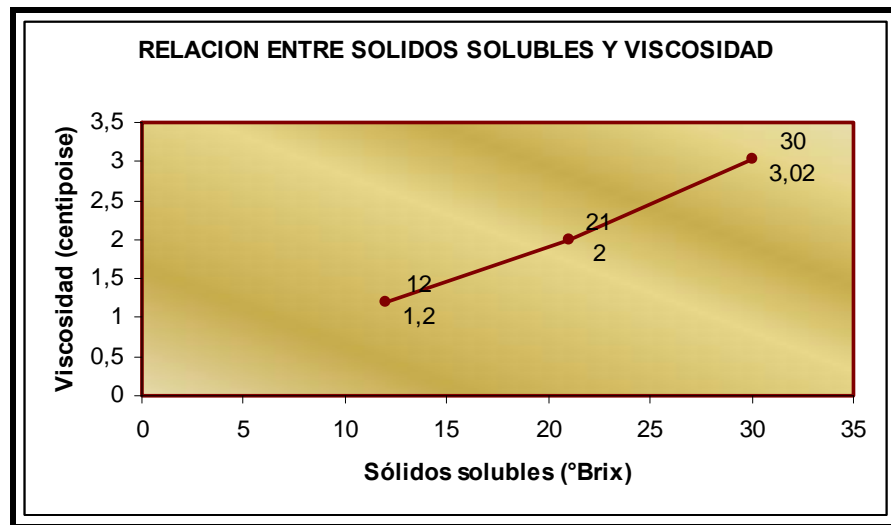
TRATAMIENTO	ANALISIS		
	Sólidos solubles(°Brix)	Densidad(g/cm <sup>3</sup> )	Viscosidad(centipoise)
T1	12	1.05	1.20
T2	12	1.05	1.20
T3	12	1.05	1.20
T4	21	1.10	2.0
T5	21	1.10	2.0
T6	21	1.10	2.0
T7	30	1.43	3.02
T8	30	1.43	3.02
T9	30	1.43	3.02

En el cuadro 6 se observa, que los valores de densidad y viscosidad son directamente proporcionales con los valores de sólidos solubles.

**Gráfico 1. Representación gráfica de la relación entre sólidos solubles y densidad.**



**Gráfico 2. Representación gráfica de la relación entre sólidos solubles y viscosidad.**



En el gráfico 1 y 2 se observa claramente que a medida que aumentan los sólidos solubles también aumenta la densidad y la viscosidad respectivamente, debido a que la relación es directamente proporcional.

#### **4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES AL FINALIZAR EL PERIODO DE CUARENTENA.**

Una vez elaborados los productos fueron almacenados en un lugar fresco y seco, a temperatura ambiente (23°C) por cuarenta días, tiempo conocido como período de cuarentena. Durante este período se verificó la calidad del producto, mediante análisis sensorial y la homogeneidad de la concentración de azúcar en el producto.

A continuación se detalla los valores de los sólidos solubles (°Brix) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones, registrados al finalizar del período de cuarentena.

**Cuadro 7: Sólidos Solubles al finalizar el período de cuarentena**

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT.	X
		1	2	3		
T1	A1B1	6	5,02	5	16,020	5,340
T2	A1B2	9	8,9	8,8	26,700	8,900
T3	A1B3	10	10,2	10,1	30,300	10,100
T4	A2B1	10	9,2	9	28,200	9,400
T5	A2B2	12,1	12,2	12,1	36,400	12,133
T6	A2B3	14,8	15	15,1	44,900	14,967
T7	A3B1	14	14,2	14	42,200	14,067
T8	A3B2	15	14,8	15	44,800	14,933
T9	A3B3	19	19,8	20	58,800	19,600

Analizados los resultados los tratamientos que mayor media presentaron fueron: T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña), T6 (21°Brix-20% sábila y 80% piña), T8 (30°Brix- 50% sábila y 50% piña), por contener mayor contenido de sólidos solubles. Hay que indicar que los cambios que presenta T9 en cuanto a sólidos solubles se deben a que en el período de cuarentena los sólidos solubles del jarabe pasaron a los trozos de sábila y piña, por ello el descenso de la concentración (°Brix) en el jarabe, es decir de 30°Brix a 19.60°Brix.

**Cuadro 8: Análisis de Varianza para la variable sólidos solubles al finalizar el período de cuarentena.**

F. de V.	GL.	SC.	CM	F. cal.	Sign.	F. Tab.	
						5%	1%
<b>Total</b>	27						
<b>Trata.</b>	8	430,6789	53,8349	504,6318	**	2,51	3,71
<b>Factor A</b>	2	294,2744	147,1372	1379,2197	**	3,55	6,01
<b>Factor B</b>	2	126,1651	63,0825	591,3166	**	3,55	6,01
<b>AxB</b>	4	10,2395	2,5599	23,9954	**	2,93	4,58
<b>E. exp.</b>	18	1,9203	0,1067				

CV: 2,69

NS: No significativo

\* : Significativo

\*\* : Altamente significativo

El análisis de varianza correspondiente a los sólidos solubles (°Brix) al finalizar el período de cuarentena, indica que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos, factor A (concentración de sólidos solubles en el jarabe), factor B (% de trozos de sábila y piña) e interacción AxB. Esto se debe a que los sólidos solubles en el jarabe y el porcentaje de trozos de sábila y piña influyen en el período de cuarentena.

Al existir diferencia significativa, fue necesario realizar Tukey para tratamientos y DMS para el factor A y B.

**Cuadro 9: Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos.**

Tratamientos		Promedios	Rangos
T9	A3B3	19,60	a
T6	A2B3	14,96	b
T8	A3B2	14,93	b
T7	A3B1	14,06	b
T5	A2B2	12,13	c
T3	A1B3	10,10	c
T4	A2B1	9,40	c
T2	A1B2	8,90	c
T1	A1B1	5,34	c

Los datos del cuadro 9 muestran que existe tres diferentes rangos, donde el tratamiento que ocupa el primer rango es T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña), que al finalizar el período de cuarentena obtuvo un valor de sólidos solubles de 19,6 °Brix, por efecto de los trozos de sábila y piña que absorbieron los sólidos solubles del jarabe; es decir a menor cantidad de trozos de sábila y mayor concentración de sólidos solubles la concentración final de sólidos solubles en el jarabe es mayor.

**Cuadro 10: Prueba DMS para el Factor A (sólidos solubles en el jarabe)**

Factor	Promedio	Rango
A3	16,20	a
A2	12,16	b
A1	8,11	c

Analizada la prueba DMS para el factor A (sólidos solubles en el jarabe) podemos indicar que existen tres rangos diferentes; significa entonces que la concentración de sólidos solubles cambio notablemente en el período de cuarentena, siendo el mejor A3 (30°Brix).

**Cuadro 11: Prueba DMS para el Factor B (% de trozos de sábila y piña).**

<b>Factor</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
<b>B3</b>	14,88	a
<b>B2</b>	11,98	b
<b>B1</b>	9,60	c

Realizado DMS para el factor B (% de trozos de sábila y piña) se observó que existen 3 rangos. Donde el mejor B3 con 20% sábila y 80% piña, lo que significa que el porcentaje de trozos de sábila y piña influye directamente en el contenido de sólidos solubles de cada tratamiento.

**Gráfico 3: Representación gráfica de la variable sólidos solubles al finalizar el período de cuarentena.**



El gráfico 1, indica que T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña) tiene mayor cantidad de sólidos solubles, esto quiere decir que la concentración inicial de sólidos solubles al igual que el porcentaje de trozos de sábila y piña influyen directamente en la variación de los °Brix al finalizar el período de cuarentena.

También se observa, que los tratamientos que tienen mayor porcentaje de sábila presentaron menor cantidad de sólidos solubles en cuanto a su concentración inicial de °brix.

#### 4.4.ANALISIS DE LA VARIABLE DENSIDAD AL FINALIZAR EL PERIODO DE CUARENTENA

A continuación se detalla los valores de densidad para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones al finalizar el período de la cuarentena.

**Cuadro 12: Densidad (g/cm<sup>3</sup>) del jarabe al finalizar el período de cuarentena.**

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT.	X
		1	2	3		
1	A1B1	1,02	1,015	1,015	3,050	1,0167
2	A1B2	1,03	1,03	1,03	3,0900	1,0300
3	A1B3	1,035	1,035	1,035	3,1050	1,0350
4	A2B1	1,035	1,03	1,03	3,0950	1,0317
5	A2B2	1,04	1,04	1,04	3,1200	1,0400
6	A2B3	1,05	1,05	1,06	3,1600	1,0533
7	A3B1	1,045	1,045	1,045	3,1350	1,0450
8	A3B2	1,05	1,05	1,05	3,1500	1,0500
9	A3B3	1,06	1,06	1,06	3,1800	1,0600

En el cuadro 12 se observa que, T9 (30°brix-20% sábila 80% piña), presenta mayor valor de densidad, esto significa que, esta variable esta influenciada por el contenido de sólidos solubles existiendo una relación directa entre °brix y la densidad.

**Cuadro 13: Análisis de Varianza para la variable densidad al finalizar el período de cuarentena.**

F. de V.	GL.	SC.	CM	F. cal.	Sign.	F. Tab.	
						5%	1%
Total	26	0,0044					
Trata.	8	0,0043	0,0005	97,2917	**	2,51	3,71
Factor A	2	0,0027	0,0014	244,6667	**	3,55	6,01
Factor B	2	0,0015	0,0008	136,1667	**	3,55	6,01
AxB	4	0,0001	0,00002	4,1667	*	2,93	4,58
E. exp.	18	0,0001	0,00001				

CV: 0,23

NS: No significativo

\* : Significativo

\*\* : Altamente significativo

El análisis de varianza determina que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos y para el Factor A (sólidos solubles en el jarabe), Factor B (% de trozos de sábila y piña), interacción A x B. Esto significa que entre cada uno de los tratamientos hay diferencias de igual manera en los factores.

Al existir diferencia significativa se realizó Tukey para tratamientos y para el factor A y B, DMS.



**Cuadro 14: Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos.**

Tratamientos		Promedios	Rangos
T9	A3B3	1,060	a
T6	A2B3	1,053	a
T8	A3B2	1,050	b
T7	A3B1	1,045	b
T5	A2B2	1,040	c
T3	A1B3	1,035	c
T4	A2B1	1,031	c
T2	A1B2	1,030	c
T1	A1B1	1,016	d

Realizada la prueba de tukey al 5%, apreciamos que T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña) y T6 (21% °Brix-20% sábila 80% piña) tienen el mismo rango es decir los dos tratamientos son iguales.

**Cuadro 15: Prueba DMS para el Factor A (sólidos solubles en el jarabe)**

Factor	Promedio	Rango
A3	1,051	a
A2	1,041	b
A1	1,027	c

Al realizar DMS se observó que existen tres rangos diferentes, esto se debe a que los sólidos solubles del jarabe influyen directamente en la densidad, siendo el mejor A3 (30°Brix).

**Cuadro 16: Prueba DMS para el Factor B (% de trozos de sábila piña)**

Factor	Promedio	Rango
B3	1,049	a
B2	1,040	b
B1	1,030	c

En el cuadro 16 se observa que existen tres rangos diferentes, siendo el mejor B3 con (20% sábila 80% piña), esto quiere decir que el porcentaje de sábila y piña influyen directamente en la densidad al finalizar el período de cuarentena.

**Gráfico 4: Representación gráfica de la variable densidad al finalizar el período de cuarentena.**



En el gráfico 2, se distingue que los tratamientos que mayor densidad tienen son T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña), T6 (21 °Brix-20% sábila 80% piña) y T8, (30°Brix- 50% sábila y 50% piña), esto se debe a que el porcentaje de sábila y piña al igual que los sólidos solubles influyen en la variación de la densidad al finalizar el período de cuarentena.

#### 4.5. ANALISIS DE LA VARIABLE VISCOSIDAD AL FINALIZAR EL PERIODO DE CUARENTENA

En el siguiente cuadro se indica los valores de viscosidad al finalizar el período de cuarentena para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

**Cuadro 17: Viscosidad (centipoise) al finalizar el período de cuarentena.**

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			$\Sigma$ TRAT.	X
		1	2	3		
1	A1B1	2,84	2,83	2,82	8,4900	2,8300
2	A1B2	2	2,12	2,06	6,1800	2,0600
3	A1B3	2	2	2	6,0000	2,0000
4	A2B1	3,4	3,4	3,3	10,1000	3,3667
5	A2B2	2,4	2,4	2,4	7,2000	2,4000
6	A2B3	2,23	2,23	2,3	6,7600	2,2533
7	A3B1	3,5	3,5	3,5	10,5000	3,5000
8	A3B2	2,9	2,9	2,9	8,7000	2,9000
9	A3B3	2,32	2,33	2,3	6,9500	2,3167

En el cuadro anterior, se observa que el mayor valor de viscosidad registrado corresponde a T7 (30°brix-100% sábila), esto se debe a que los trozos de sábila influyeron en la viscosidad final en forma directamente proporcional.

**Cuadro 18: Análisis de Varianza para la variable viscosidad al finalizar el período de cuarentena.**

F. de V.	GL.	SC.	CM	F. cal.	Sign.	F. Tab.	
						5%	1%
Total	26	7,2989					
Trata.	8	7,2811	0,9101	920,3605	**	2,51	3,71
Factor A	2	1,6997	0,8498	859,3745	**	3,55	6,01
Factor B	2	5,2867	2,6434	2673,0599	**	3,55	6,01
AxB	4	0,2947	0,0737	74,5037	**	2,93	4,58
E. exp.	18	0,0178	0,0010				

CV: 1,20

NS: No significativo

\* : Significativo

\*\* : Altamente significativo

El análisis de varianza correspondiente a la viscosidad (centipoise) muestra que existe diferencia significativa al 5% y 1% para tratamientos, Factor A (sólidos solubles del jarabe), Factor B (% de trozos sábila y piña), e interacción del Factor A y B.

En vista de presentarse diferencia significativa se realizó Tukey para tratamientos y DMS para los factores A y B.

**Cuadro19: Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos.**

Tratamientos		Promedios	Rangos
T7	A3B1	3,50	a
T4	A2B1	3,36	b
T8	A3B2	2,90	c
T1	A1B1	2,83	c
T5	A2B2	2,40	d
T9	A3B3	2,31	d
T6	A2B3	2,25	d
T2	A1B2	2,06	d
T3	A1B3	2,00	d

Realizada la prueba de tukey al 5%, para tratamientos observamos que T7 (30° Brix-100% sábila) es el que ocupa el primer rango, por tener mayor °brix iniciales y mayor contenido de sábila, lo que significa que el % de sábila influyen directamente en la viscosidad, por su característica viscosa del gel de la planta (sábila).

**Cuadro 20: Prueba DMS para el Factor A (sólidos solubles en el jarabe)**

Factor	Promedio	Rango
A3	2,90	a
A2	2,67	b
A1	2,29	c

Al realizar DMS se observó que existen tres rangos diferentes, siendo el mejor A3 por tener mayor ° brix.

**Cuadro 21: Prueba DMS para el Factor B (% de trozos de sábila piña)**

<b>Factor</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
<b>B1</b>	3,23	a
<b>B2</b>	2,45	b
<b>B3</b>	2,19	c

En el cuadro anterior encontramos tres rangos diferentes, ya que el porcentaje de trozos de sábila influye directamente en el período de cuarentena, siendo el mejor B1 (100% sábila).

**Gráfico 5: Representación gráfica de la variable viscosidad al finalizar el período de cuarentena.**



En el gráfico 3, se distingue que los tratamientos que mayor viscosidad registraron fueron T7 (30°Brix-100% sábila), T4 (21°Brix-100% sábila) y T8 (30°Brix-50% sábila 50% piña). Entonces, el porcentaje de trozos de sábila influyen

directamente en la viscosidad al finalizar el período de cuarentena al igual que los sólidos solubles. Hay que indicar que entre los tratamientos que tienen el mismo °brix inicial pero diferente porcentaje de trozos de sábila y piña, los tratamientos que registraron mayor viscosidad, fueron aquellos que contenían mayor porcentaje de sábila.

#### **4.6. ANALISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO**

El análisis sensorial consiste en evaluar las características de un producto. Las características evaluadas fueron: olor, color y sabor. Para medir estadísticamente se aplicó el método de Freedman.

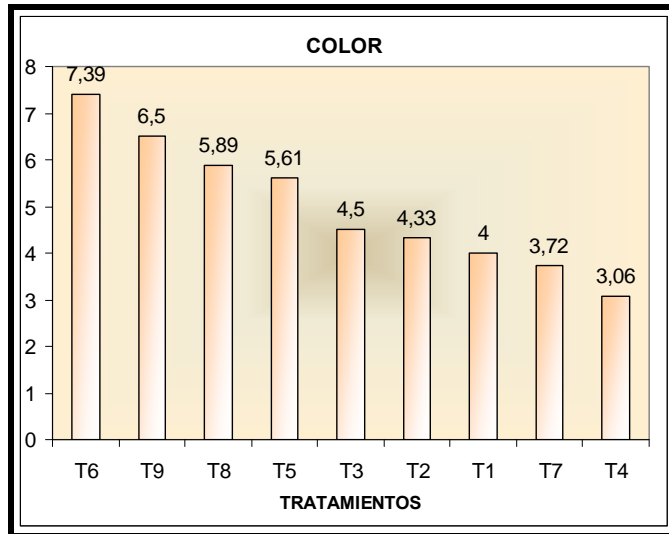
Para realizar este análisis se utilizó un test que se indica en el anexo 2, en el cual se detallan las características evaluadas en el producto final por cada uno de los catadores.

El panel de degustadores estuvo conformado por 9 personas, mismas que evaluaron el color, olor y sabor de la sábila y piña en almíbar (producto terminado).

##### **4.6.1. Color**

El color es una característica que determina la aceptación o rechazo del producto; en este caso la presencia de colores extraños demuestra que el escaldado no se hizo correctamente. Los resultados obtenidos se encuentran en el anexo tres, los mismos que están representados en el siguiente gráfico.

**Gráfico 6: Caracterización del Color de la sábila y piña en almíbar**



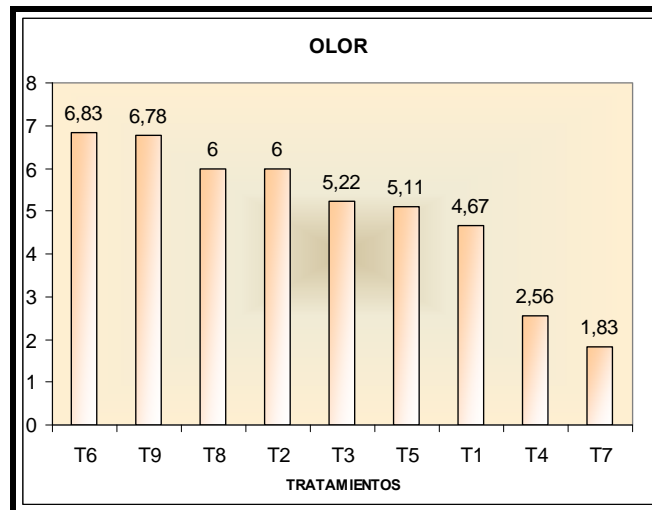
El gráfico 4 muestra que los mejores tratamientos en lo que se refiere a color son: T6 (21 °Brix-20% sábila 80% piña), T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña) y T8 (30°Brix-50% sábila 50% piña).

#### **4.6.2. Olor**

El olor es determinante en la calidad y aceptación organoléptica de un alimento. Productos con aromas no característicos, son poco demandados por el consumidor. Para este producto, se considero como defectuoso un olor a fermentado. Los resultados obtenidos para la variable olor se encuentran en el anexo 3.



**Gráfico 7: Caracterización del olor de la sábila y piña en almíbar**

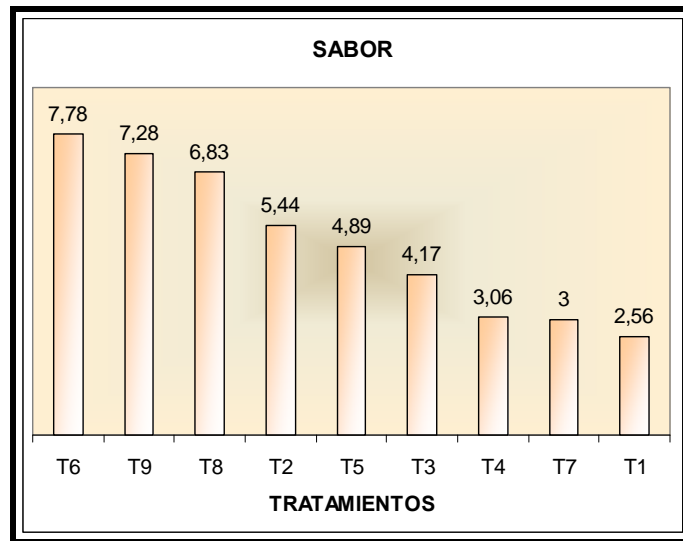


Las medias obtenidas para la variable olor nos muestran que, T6 (21 °Brix-20% sábila 80% piña), T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña) y T8 (30°Brix-50% sábila 50% piña) presentaron mayor aceptabilidad por los catadores en cuanto al olor, conforme se observa en el grafico 5.

#### **4.6.3. Sabor**

El sabor es una sensación que algunos productos producen en el órgano del gusto en el caso de la sábila y piña en almíbar el sabor es característico, es dulce, agradable. Los resultados obtenidos para la variable sabor se encuentran en el anexo 3, los mismos que se muestran en el siguiente gráfico.

**Gráfico 8: Caracterización del sabor de la sábila y piña en almíbar.**



El T6 (21 °Brix-20% sábila 80% piña), T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña) y T8 (30°Brix-50% sábila 50% piña), presentaron mayor aceptabilidad por los catadores, conforme se observa en el gráfico 6.

Una vez evaluados el olor, color y sabor se determinó que los tratamientos que mayor aceptabilidad tuvieron por parte de los 9 catadores son: T6 (21 °Brix-20% sábila 80% piña), T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña) y T8 (30°Brix-50% sábila 50% piña)

Analizado el sistema de rangos mediante la prueba de ji- cuadrada ( $x^2$ ) al 5%, se determinó que con 8 grados de libertad, se obtienen los valores indicados en el cuadro 22.

**Cuadro 22: Análisis de Freedman para las variables de la evaluación sensorial.**

<b>VARIABLE</b>	<b>VALOR CALCULADO <math>X^2</math></b>	<b>VALOR TABULAR <math>X^2</math> 5%</b>	<b>SIGN.</b>
<b>COLOR</b>	3,55	15,50	No significativo
<b>OLOR</b>	13,15	15,50	No significativo
<b>SABOR</b>	20,22	15,50	Significativo

De acuerdo al sistema de rangos obtenido mediante la Prueba de Freedman al 5% para las variables: color y olor, se determinó que no existe deferencia estadística significativa para los tratamientos sometidos a catación, lo que indica que dichas características según el panel de degustadores, no varía.

Mientras que, para la variable sabor se detecto que existe significación para los tratamientos sometidos a catación, lo que quiere decir que las apreciaciones por parte de cada uno de los catadores es diferente para cada tratamiento en cuanto a sabor se refiere.

#### **4.7.ANALISIS FISICOS-QUIMICOS DE SABILA Y PIÑA EN ALMIBAR**

Con la finalidad de conocer la composición química del producto final se realizó análisis de: Proteína, Vitamina C, Fibra, Azúcares Totales, Carbohidratos Totales, Extracto etéreo (grasa), Sodio y Fósforo. Este análisis se realizó únicamente a los tres mejores tratamientos (T6, T8 Y T9) obtenidos después del análisis sensorial.

Los resultados de los tratamientos fueron.

**Cuadro 23: Resultados de los análisis Físico-Químico.**

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADO		
		T6	T8	T9
VITAMINA C	mg/g	0.537	0.374	0.452
AZUCARES TOTALES	%	17.27	16.05	22.30
CARBOHIDRATOS TOTALES	%	22.78	19.43	25.68
PROTEINA	%	0.100	0.112	0.158
FIBRA TOTAL	%	0.345	0.287	0.471
EXTRACTO ETereo	%	0.10	0.09	0.10
FOSFORO	mg/g	0.061	0.058	0.061
SODIO	mg/g	0.128	0.102	0.093

**Fuente:** Laboratorio de Uso Múltiple, FICAYA, UTN.

En el cuadro anterior se detalla los resultados de los análisis físico-químicos, donde se aprecia que el contenido de Vitamina C, en T6 es mayor por presentar mayor porcentaje de trozos de piña. Sin embargo, la diferencia entre los tres tratamientos es mínima.

Para azúcares totales y carbohidratos totales T9, tuvo mayor porcentaje, no así T6 y T8, esto se debió a que T9 presentó 19.6 °Brix mayor contenido de sólidos solubles después del período de cuarentena con respecto a los otros tratamientos.

En fibra total se observa, que T9 es el tratamiento que mayor % de fibra tuvo (0.47), ya que el porcentaje de trozos de piña influye en el contenido de este análisis. Cabe destacar que la piña es una fruta con alto contenido de fibra.

En el análisis de fósforo se pudo ver que T6 y T9 presentaron el mismo contenido (0.061 mg/g), mientras que para sodio los tres tratamientos T6, T8, y T9 presentan diferencias mínimas en su contenido (0.128, 0.10 y 0.093) respectivamente.

#### 4.8. ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de uso múltiple de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la UTN.

Para el efecto se tomaron muestras después del período de cuarentena de los tres mejores tratamientos, según los resultados del análisis sensorial. Los tratamientos evaluados fueron: T6 (21 °Brix-20% sábila 80% piña), T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña) y T8 (30°Brix-50% sábila 50% piña).

**Cuadro 24: Resultados de los análisis Microbiológicos**

<b>PARAMETROS ANALIZADOS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>A2B3</b>	<b>A3B3</b>	<b>A3B2</b>
<b>Recuento de mohos</b>	UPM/g	0	0	0
<b>Recuento de levaduras</b>	UPL/g	0	0	0

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple, FICAYA, UTN.

UPM/g: Unidad formadora de mohos por gramo.

UPL/g: Unidad formadora de levaduras por gramo.

El cuadro 24, indica que la sábila y piña en almíbar es apta para el consumo humano, por no presentar carga microbiana, esto por las buenas prácticas empleadas durante todo el proceso de elaboración de dicho producto.

#### 4.9. BALANCE DE MATERIALES PARA OBTENER SABILA Y PIÑA EN ALMIBAR

Para realizar el balance de materiales se consideró a los tres mejores tratamientos, obtenidos mediante el análisis sensorial analizado en el capítulo 4, numeral 4.6, donde se indica que los tratamientos 6, 9 y 8 (21 °Brix-20% sábila 80% piña, 30°Brix-20% sábila 80% piña y 30°Brix-50% sábila 50% piña) respectivamente.

En el balance de materiales que se indica a continuación se realizó según el diagrama de bloques donde se detalla la cantidad de materia prima que ingresa al proceso, los desperdicios, y el producto final. Aspectos importantes para determinar el rendimiento.

El rendimiento de trozos de sábila y piña, a partir de hoja de sábila y fruto de piña respectivamente, se obtuvo de acuerdo a los siguientes datos. Cabe señalar que estos trozos posteriormente fueron utilizados para la obtención de sábila y piña en almíbar.

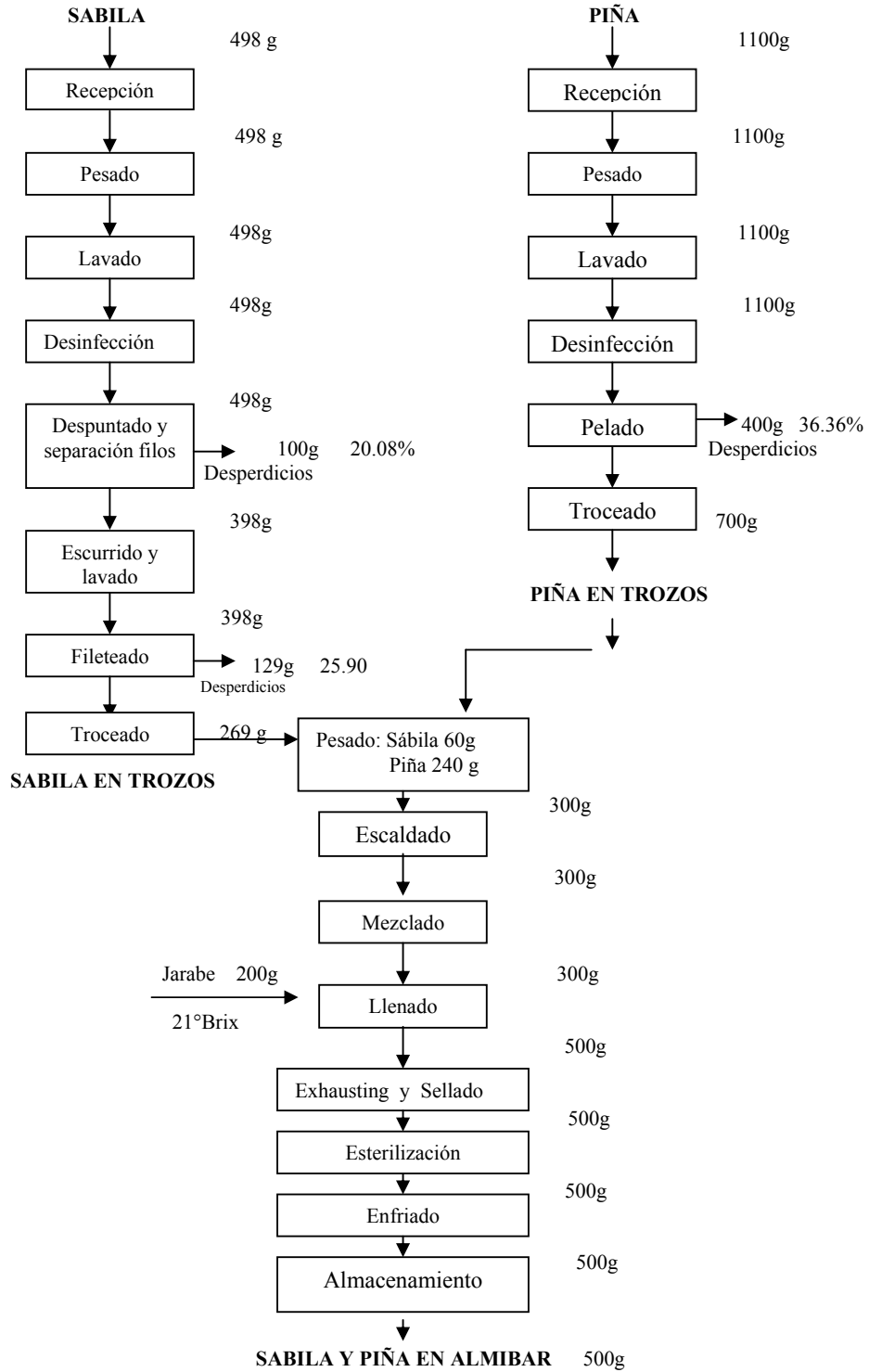
La ecuación utilizada para este caso es:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

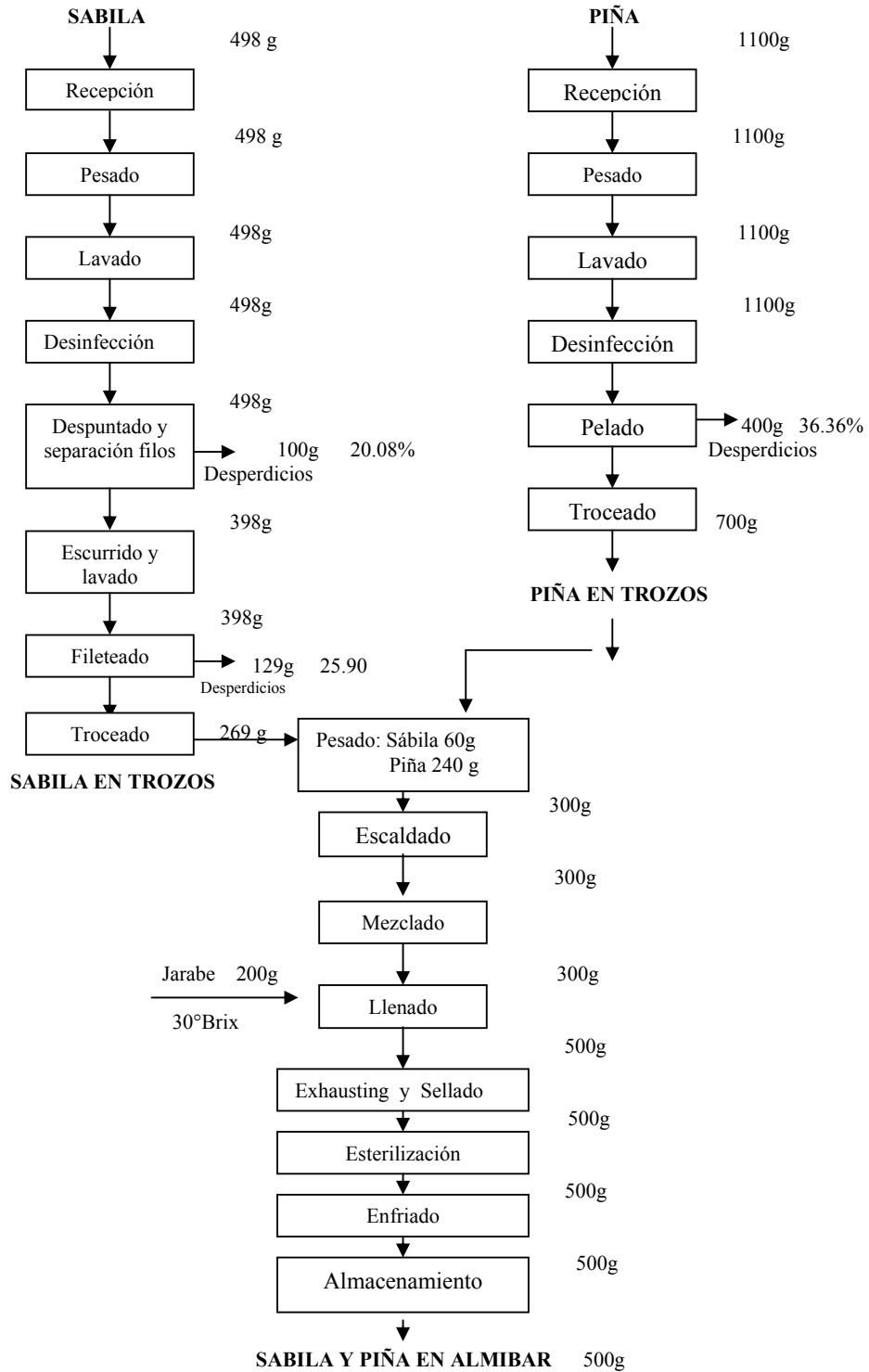
**Cuadro 25:** Rendimiento de materiales y producto terminado.

Rendimiento de trozos de sábila y piña				Rendimiento de sábila y piña en almíbar			
	Peso inicial	Peso final	Rendimiento %	Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Rendimiento %
<b>Sábila</b>	498g	269g	54.02	<b>T6</b>	500g	500g	100
<b>Piña</b>	1100g	700g	63.64	<b>T9</b>	500g	500g	100
				<b>T8</b>	500g	500g	100

**4.9.1. Balance de Materiales para la obtención de trozos de sábila, piña, y sábila y piña en almíbar para T6 (21 °Brix-20% sábila 80% piña).**

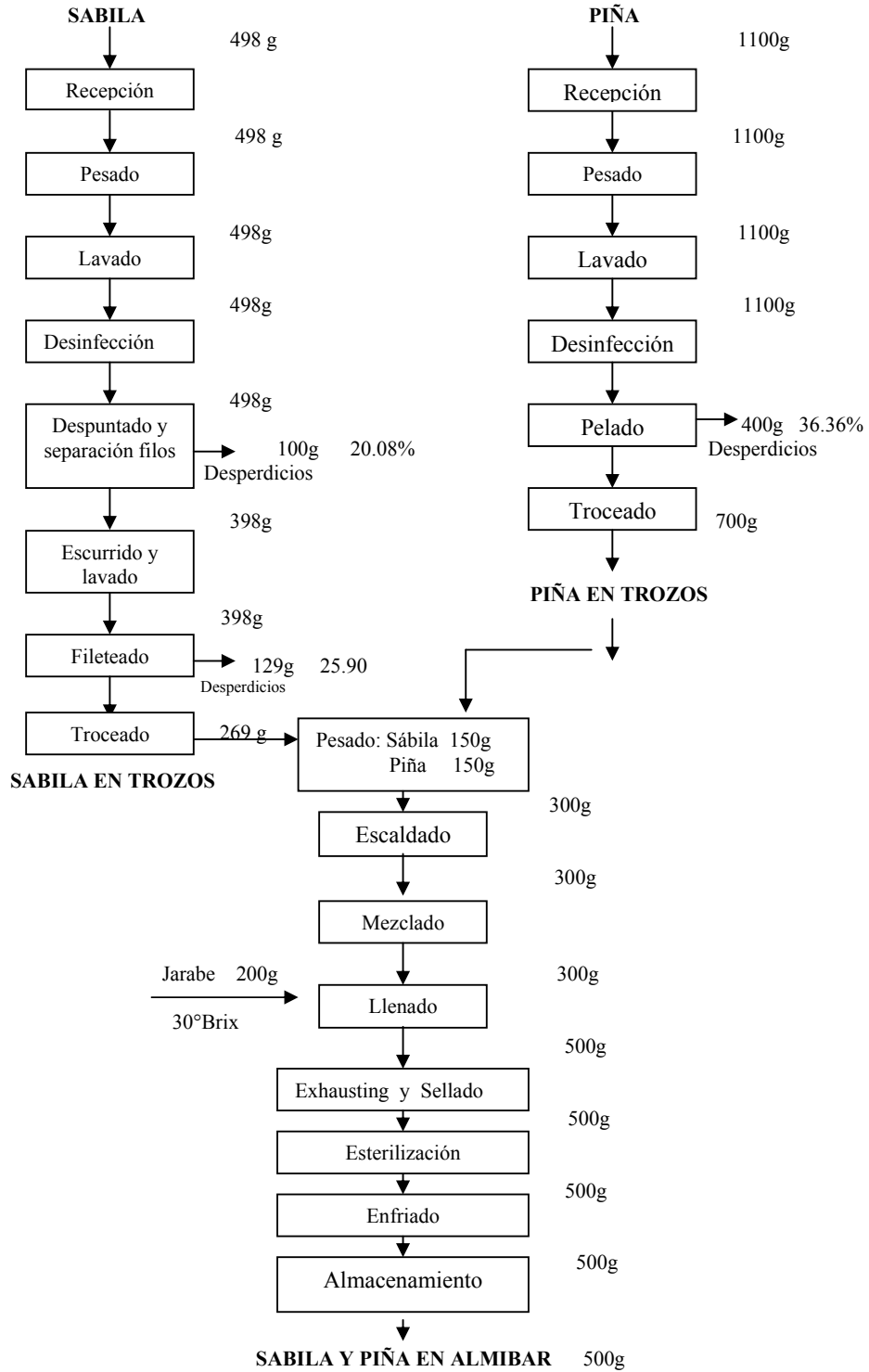


**4.9.2. Balance de Materiales para la obtención de trozos de sábila, piña, y sábila y piña en almíbar para T9 (30 °Brix-20% sábila 80% piña).**





**4.9.3. Balance de Materiales para la obtención de trozos de sábila, piña, y sábila y piña en almíbar para T8 (30 °Brix-50% sábila 50% piña).**



#### 4.10. ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico de la presente investigación se realizó a nivel de laboratorio, en función de la cantidad de materia prima, de la disposición de equipos, suministros, mano de obra y servicios básicos; estimados según el balance de materiales conforme al ítem 4.9

**Cuadro 26. Costos de producción para la obtención de sábila y piña en almíbar (Tratamiento 6 21° Brix-20% sábila 80% piña).**

<b>PRODUCTO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Sábila	g	60	0.03
Piña	g	240	0.07
Conservantes	g	0.25	0.03
Jarabe	ml	200	0.16
Gas	Cilindro 15 Kg	0.4	0.04
Envase	Número	1	0.30
Mano de obra	Jornal	1	0.50
Servicios básicos			0.27
Total 500g			1.40

El costo para obtener 500g de sábila y piña en almíbar es de USD \$ 1.40, valor que se determina por el costo de la materia prima, insumos, mano de obra, entre otros.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- ✓ Los parámetros iniciales tales como °Brix, densidad y viscosidad evaluados en el jarabe, tuvieron relación directa; es decir a mayor concentración de sólidos solubles (°Brix) mayor densidad y viscosidad.
- ✓ Los parámetros de proceso para obtener sábila y piña en almíbar son: 21°Brix (sólidos solubles), 1.10 g/cm<sup>3</sup> (densidad), 2 centipoise (viscosidad).
- ✓ La temperatura adecuada de escaldado de los trozos de sábila es 80°C por un tiempo de 5 minutos. Temperatura y tiempo que mejor textura dieron a los trozos de sábila de manera que permitió la absorción de los sólidos solubles del jarabe durante el período de cuarentena.
- ✓ El porcentaje adecuado de trozos de sábila y piña incorporados en el producto son: **20% sábila y 50% sábila y en piña 50% y 80%**, por ser los porcentajes presentes en los tres mejores tratamientos: T6 (21°Brix - 20% sábila 80% piña), seguido de T9 (30°Brix-20% sábila – 80% piña) y finalmente T8 (30°Brix- 50% sábila -50% piña).
- ✓ Las mejores concentraciones de sólidos solubles del líquido de cobertura son: **21°Brix y 30°Brix** concentraciones presentes en los tres mejores tratamientos T6 (21°Brix -20% sábila 80% piña), seguido de T9 (30°Brix- 20% sábila – 80% piña) y finalmente T8 (30°Brix- 50% sábila -50% piña).
- ✓ Al finalizar el período de cuarentena se determinó que el porcentaje de trozos de sábila y piña, al igual que los sólidos solubles (° Brix) iniciales influyeron directamente en la concentración de sólidos solubles, densidad y viscosidad.

- ✓ Existe una variación significativa en los sólidos solubles (° Brix) del producto al finalizar el período de cuarentena, debido a que el porcentaje de trozos de sábila y piña influyen directamente; registrándose como mejores tratamientos T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña), seguido de T6 (21° Brix-20% sábila 80% piña) y finalmente T8 (30°Brix-50% sábila 50% piña).
- ✓ La densidad es una variable que esta relacionada directamente con los sólidos solubles, de manera que a mayor concentración de sólidos solubles mayor densidad. Por lo que, los mejores tratamientos en cuanto a densidad se refieren son: T9 (1,060g/ cm<sup>3</sup>), T6 (1,053 g/ cm<sup>3</sup>) y T8 (1,050 g/ cm<sup>3</sup>).
- ✓ El porcentaje de trozos de sábila influyen directamente en la variable viscosidad por el gel que esta planta posee, y de igual manera influyen los °Brix iniciales. Consecuentemente el mejor tratamiento de esta variable analizada fue T7 (3,50 centipoise), seguido T4 (3,36 centipoise) y T8 (2,90 centipoise), por contener mayor porcentaje de sábila en la fórmula.
- ✓ Al analizar el análisis sensorial se determinó que los tres mejores tratamientos según el análisis sensorial son: T6 (21 °Brix-20% sábila 80% piña), seguido de T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña) y finalmente T8 (30°Brix-50% sábila 50% piña) por ser los tratamientos que mayor aceptabilidad tuvieron por parte del panel degustador.
- ✓ De todo lo estudiado se establece que los mejores tratamientos según las variables cuantitativas son T9, T6 y T8, mientras que en las variables cualitativas son T6, T9 y T8. Consecuentemente los mejores tratamientos son T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña) y T6 (21 °Brix-20% sábila 80% piña).
- ✓ Los sólidos solubles, densidad y viscosidad así como las características sensoriales (olor, color y sabor) del producto final si están influenciadas por la variación del porcentaje sábila y piña y la concentración del líquido de cobertura, por lo que se acepta la hipótesis planteada.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Una vez concluida la investigación “Elaboración de sábila y piña en almíbar” surgieron algunas preguntas, las mismas que las recomendamos considerar para futuros trabajos.

- ✓ Elegir un tiempo y temperatura adecuados para realizar el escaldado, ya que, de esta operación depende mucho la conservación de productos en almíbar.
- ✓ Emplear otro tipo de fruta para la elaboración de almíbar, por ejemplo el babaco, durazno, otros, para mejorar la palatividad de la sábila.
- ✓ Utilizar jugos de frutas como líquido de cobertura para emplear únicamente sábila y así lograr que el producto final sea más aceptable.
- ✓ Elaborar otros productos alimenticios utilizando como materia prima la sábila, por ejemplo: sábila confitada, jugos a base de sábila, entre otros.
- ✓ Se recomienda aplicar los resultados obtenidos de esta investigación como alternativa de industrialización de la sábila, de manera que se convierta en un ingreso importante para la economía de las comunidades imbabureñas, esto a través de un proyecto de inversión.
- ✓ Por los componentes farmacológicos y nutritivos de la sábila, especialmente calcio, se recomienda consumir este producto en cualquier estado de presentación.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objeto de probar la sábila en la elaboración de almíbar, materia prima nueva en la industria de alimentos. Dentro de las diferentes variedades de sábila se utilizó Aloe vera y Cayenne para la piña.

En orden metodológico se inicio con el lavado, desinfección, pelado de la piña y obtención del filete de sábila. Luego se realizó el troceado y pesado en los porcentajes establecidos para cada tratamiento. A continuación se procedió a escaldar, mezclar, llenar con el líquido de cobertura, para luego proceder a realizar el exhausting, esterilización, enfriado y almacenamiento del producto final.

Para medir estadísticamente las variables en estudio se probaron 9 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial AxB, donde el factor A representa la concentración de sólidos solubles del jarabe (°Brix) y el factor B los porcentajes de trozos de sábila y piña. Las variables analizadas fueron sólidos solubles, densidad, viscosidad del jarabe al finalizar el período de cuarentena. La determinación de la diferencia significativa se realizó con la prueba de Tukey en tratamientos y DMS para factores.

En la variable sólidos solubles (°Brix), al finalizar el período de cuarentena se registraron los siguientes valores para los mejores tres mejores tratamientos son: T9 19.60 °Brix, T6 14.96 °Brix y T8 14.93 °Brix. Para la variable densidad ( $\text{g/cm}^3$ ) los valores de tres mejores tratamientos son: T9 1.06, T6 1.053 y T8 1.05. En la variable viscosidad (centipoise) los tres mejores tratamientos registraron los siguientes valores T7 3.5, T4 3.36 y T8 2.9.

Con el fin de evaluar las variables no paramétricas como el color, olor y sabor del producto final se utilizo Freedman, prueba estadística que determinó que los tratamientos que mayor aceptación tuvieron son T6 (21°Brix-20% sábila 80% piña), T9 (30°Brix-20% sábila 80% piña) y T8 (30°Brix-50% sábila 50%

piña). Posteriormente se realizó pruebas microbiológicas mismas que indican que el producto no tiene carga microbiana alguna, también se realizó análisis de vitamina C, azúcares totales, carbohidratos, proteína, fibra total, entre otros.

Finalmente se determinó que la concentración de sólidos solubles y el porcentaje de trozos de sábila y piña adecuados son: 21°Brix-20% sábila 80% piña, 30°Brix 20% sábila 80% piña y 30°Brix-50% sábila 50%, presentes en los tres mejores tratamientos T6, T8 y T9 respectivamente.

## SUMMARY

The present investigation was carried out in order to proving the sábila in the elaboration of syrup; matter prevails new in the industry of foods. Inside the different sábila varieties Aloe was used he/she will see and in the pineapple the used variety was Cayenne.

In methodological order you are beginning with the laundry, disinfection, peeled of the pineapple and obtaining of the sábila fillet. Then he/she was carried out the leave and weighed in the established percentages for each treatment. Next you proceeded to scald, to mix, to fill with the covering liquid, it stops then to proceed to carry out the exhausting, sterilization, cooled and storage of the final product.

To measure the variables statistically in study 9 treatments they were proven with 3 repetitions each one. For the statistical analysis a Design was used Totally at random with a factorial arrangement AxB, where the factor TO it represents the concentration of soluble solids of the syrup (°Brix) and the factor B the percentages of sábila pieces and pineapple. The analyzed variables were solid soluble, density, viscosity of the syrup when concluding the period of quarantine. The determination of the significant difference was carried out with the test of Tukey in treatments and DMS for factors.

In the soluble solid variable (°Brix), when concluding the period of quarantine they registered the following values for the best three better treatments T9 19.60 °Brix, T6 14.96 °Brix and T8 14.93 °Brix. For the variable density (g/cm<sup>3</sup>) the values of three better treatments are T9 1.06, T6 1.053 and T8 1.05. In the variable viscosity (centipoise) the three better treatments registered the following values T7 3.5, T4 3.36 and T8 2.9.

With the purpose of evaluating the non parametric variables as the color, scent and flavour of the final product you uses Freedman, it proves statistic that determined that the treatments that bigger acceptance had are T6 (21°Brix-20%



sábila and 80% pineapple), T9 (30°Brix-20% sábila 80% pineapple) and T8 (30°Brix-50% sábila 50% pineapple) .Later on was carried out tests same microbiological that indicate that the product doesn't have microbial load some, he/she was also carried out vitamin analysis C, total sugars, carbohydrates, protein, total fibber, among others.

Finally it was determined that the concentration of soluble solids and the percentage of sábila pieces and adapted pineapple are: 21°Brix-20% sábila 80% pineapple, 30°Brix 20% sábila 80% pineapple and 30°Brix-50% sábila 50%, present in the three better treatments T6, T8 and T9 respectively.

## BIBLIOGRAFIA.

- ✓ ALOEVERA. (Página Web en línea) Disponible: <http://perso.wanadoo.es/e/aloeprim/> (Consulta: 2006, Mayo 20).
- ✓ BARAHONA, E. FLORES, J. ROSERO, Y. (2006); Estudio de factibilidad para la creación de una empresa exportadora de pulpa de sábila (Aloe Vera) en la provincia de Imbabura hacia el mercado Español. Tesis Negocios y Comercio Internacional. Ibarra-Ecuador. PUCE-SI.
- ✓ D. ARTEY/P.R.ASHURST. (1997). Procesado de Frutas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.
- ✓ ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA. Océano Grupo Editorial, S.A. Barcelona-España.
- ✓ FELLOWS, P. (1994). Tecnología del procesado de los alimentos; Editorial Acribia S.A. España.
- ✓ FRUTAS EN ALMÍBAR. (Página Web en línea) Disponible: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrualm/p1.htm> (Consulta: 2006, Febrero 28)
- ✓ GUZMAN, J. (1999). La Zábila. Espasande S.R.L. Editores. Caracas - Venezuela.
- ✓ LAS PLANTAS CURATIVAS, (2005). Arquetipo grupo editorial S.A. Colombia.
- ✓ ODY, P. (1996). Las Plantas Medicinales. Javier Vergara Editor S.A. 3ra Edición. Italia.
- ✓ OSORIO, L. (2003). Procesos Industriales en Frutas y Hortalizas. Grupo Latino LTDA. Colombia.
- ✓ PAMPLONA, J. (2003). Editorial Safeliz, S.L. 1ra Edición. Argentina.
- ✓ PROPIEDADES DE LA SABILA (Página Web en línea) Disponible: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/alimentoscuran/aloe%20vera.htm> (Consulta: 2006, Mayo 20).
- ✓ QUEZADA, W. (2004). Separatas Industria de aceites y jabones. Universidad Técnica del Norte. Escuela de Ing. Agroindustrial.

- ✓ SAGRERA, F. (1996). Enciclopedia de Medicina Natural. Medicinas Alternativas. Edición Ltda. Bogota-Colombia.
- ✓ TERRANOVA EDS (2001). Ingeniería y Agroindustria. 2da Edición. Colombia.
- ✓ TERRANOVA EDS (1995). Producción Agrícola. 2da Edición. Colombia.
- ✓ USO Y COMERCIO SOSTENIBLE DE PLANTAS MEDICINALES EN COLOMBIA, (2000). Publicado por Traffic América del Sur. Quito-Ecuador.
- ✓ VEGA, A. NEVENKA AMPUERO C. DÍAZ, L Y OTROS ROBERTO LEMUS M. Revista chilena de nutrición, versión on-line .El Aloe vera (*Aloe barbadensis miller*) como componente de alimentos funcionales. Disponible:[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071775182005000300005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071775182005000300005&script=sci_arttext) (Consulta: 2006, Noviembre 17)

# *ANEXOS*

**ANEXO 1: TEST DE TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE ESCALDADO DE LOS TROZOS DE SABILA.**

**ANALISIS DE LA TEXTURA DE LOS TROZOS DE SÁBILA.**

**INTRODUCCION.**

El presente instructivo esta orientado a evaluar el mejor tiempo y temperatura de escaldado de los trozos de sábila.

**INSTRUCCIONES:** Sr. degustador para evaluar la textura de los trozos de sábila tómesese el tiempo necesario y analice detenidamente cada tiempo y temperatura de escaldado de los trozos de sábila, debiendo tener estos una textura normal, agradable al paladar ni muy suave ni muy dura. Marque con una X en los atributos que crea correctos.

**TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE ESCALDADO DE LOS TROZOS DE SABILA**

CARACTERISTICA	ALTERNATIVA	MUESTRAS					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
TEXTURA	MUY SUAVE						
	SUAVE						
	MUY DURA						
	DURA						
	NORMAL						

**T1:** 70°C- 5minutos

**T2:** 70°C-10 minutos

**T3:** 80°C- 5minutos

**T4:** 80°C-10 minutos

**T5:** 90°C- 5minutos

**T6:** 90°C-10 minutos

## **ANEXO 2: TEST DE DEGUSTACION.**

### **ANALISIS SENSORIAL DE SABILA Y PIÑA EN ALMIBAR**

#### **INTRODUCCION.**

El presente instructivo esta orientado a evaluar las características organolépticas del producto final.

**INSTRUCCIONES:** Sr. degustador para la catación del producto, tómese el tiempo necesario y analice detenidamente cada una de las características que se detallan a continuación. Marque con una X en los atributos que crea correctos.

**COLOR:** El color debe ser característico de la sábila y piña, sin manchas oscuras o cualquier color extraño que pueda considerarse como defectuoso.

**OLOR:** Característico a un producto en almíbar que es dulce, no debe presentar un olor extraño o a fermentado.

**SABOR:** Debe tener un sabor dulce, característico de la sábila y piña.

## SABILA Y PIÑA EN ALMIBAR

### TEST DE ANALISIS SENSORIAL

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
<b>COLOR</b>	MUY BUENO									
	BUENO									
	REGULAR									
	MALO									
<b>OLOR</b>	MUY									
	AGRADABLE									
	AGRADABLE									
	POCO									
	AGRADABLE									
<b>SABOR</b>	DESAGRADABLE									
	MUY AGRADABLE									
	AGRADABLE									
	POCO									
	AGRADABLE									
<b>OBSERVACIONES</b>	DESAGRADABLE									

**ANEXO 3: RANGOS DE EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS.**

Variable color

Tratamientos

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	$\Sigma$
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
2	2	5	8	2	5	8	2	5	8	45
3	2	2	5,5	2	5,5	8,5	5,5	5,5	8,5	45
4	6	2	6	2	6	9	2	6	6	45
5	1,5	1,5	5	5	8,5	5	5	8,5	5	45
6	5,5	5,5	2,5	1	2,5	8,5	5,5	8,5	5,5	45
7	7	7	1,5	3,5	7	7	1,5	3,5	7	45
8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	9	4,5	4,5	4,5	45
9	2,5	6,5	2,5	2,5	6,5	6,5	2,5	6,5	9	45
$\Sigma x$	36	39	40,5	27,5	50,5	66,5	33,5	53	58,5	405
$(\Sigma x)^2$	1296	1521	1640,3	756,25	2550,3	4422,3	1122,3	2809	3422,3	19539,5
$x$ med	4,00	4,33	4,50	3,06	5,61	7,39	3,72	5,89	6,50	



## Variable olor

### Tratamientos

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>Σ</b>
<b>1</b>	1,5	4	7,5	1,5	7,5	7,5	4	4	7,5	45
<b>2</b>	3,5	3,5	3,5	3,5	7,5	7,5	1	7,5	7,5	45
<b>3</b>	4	8	4	1	4	8	4	4	8	45
<b>4</b>	2	7,5	4,5	2	4,5	7,5	2	7,5	7,5	45
<b>5</b>	8,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	1	8,5	4,5	45
<b>6</b>	4,5	8,5	4,5	4,5	4,5	8,5	1	4,5	4,5	45
<b>7</b>	6	6	6	1,5	6	6	1,5	6	6	45
<b>8</b>	7	7	4	2,5	2,5	7	1	7	7	45
<b>9</b>	5	5	8,5	2	5	5	1	5	8,5	45
<b>Σx</b>	42	54	47	23	46	61,5	16,5	54	61	405
<b>(Σx)<sup>2</sup></b>	1764	2916	2209	529	2116	3782,3	272,25	2916	3721	20225.5
<b>x med</b>	4,67	6,00	5,22	2,56	5,11	6,83	1,83	6,00	6,78	

## Variable sabor

### Tratamientos

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>Σ</b>
<b>1</b>	1	6,5	3,5	3,5	3,5	8,5	3,5	6,5	8,5	45
<b>2</b>	3	7	7	3	3	7	1	7	7	45
<b>3</b>	3	3	3	3	7,5	7,5	3	7,5	7,5	45
<b>4</b>	2,5	6	6	2,5	2,5	8,5	2,5	6	8,5	45
<b>5</b>	4	4	4	4	4	8	1	8	8	45
<b>6</b>	1,5	4	4	1,5	7,5	7,5	4	7,5	7,5	45
<b>7</b>	3	7,5	3	3	7,5	7,5	3	7,5	3	45
<b>8</b>	4	8	4	4	1	8	4	4	8	45
<b>9</b>	1	3	3	3	7,5	7,5	5	7,5	7,5	45
<b>Σx</b>	23	49	37,5	27,5	44	70	27	61,5	65,5	405
<b>(Σx)<sup>2</sup></b>	529	2401	1406,3	756,25	1936	4900	729	3782,3	4290,3	20730
<b>x med</b>	2,56	5,44	4,17	3,06	4,89	7,78	3,00	6,83	7,28	

**ANEXO 4: ANALISIS MICROBIOLÓGICOS PARA LA  
SABILA Y PIÑA EN ALMIBAR.**

**ANEXO 5: ANALISIS FISICOS-QUIMICOS PARA  
SABILA Y PIÑA EN ALMIBAR.**