

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción**

Diseño, estudio, caracterización y evaluación de la factibilidad de uso de un envase innovador para la industria alimentaria en el mercado ecuatoriano.

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

#### **Ingeniero en Alimentos**

Presentado por:

José Sebastián Ortiz Perrone

Johanna Patricia Valdez Macías

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

# AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, hermanas y familiares, que me brindaron siempre su apoyo y consejo.

A todos mis profesores y en especial a quienes mostraron su mejor disposición para realizar este proyecto.

A mis compañeros, por su amistad, comprensión y excelentes momentos compartidos.

José Sebastián Ortiz Perrone.

# DEDICATORIA

A mis padres, hermanas y sobrinos.

A mi familia.

José Sebastián Ortiz Perrone.

# AGRADECIMIENTO

A Dios por mantenerme firme y constante en este camino, a mi familia que ha sido mi apoyo en momentos de hastío.

Agradezco a la Doctora Sandra Acosta por su esfuerzo y tiempo invertido en este proyecto.

Agradezco especialmente a Florencio Pinela, el mejor consejero. Su apoyo incondicional no dejó rendirme y seguir con paso firme.

Johanna Valdez Macías.

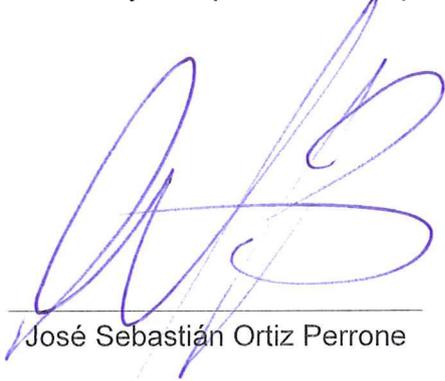
# DEDICATORIA

Dedicado a mi amada hija, por convertirse en el motivo principal de mi impulso, aun cuando quise desistir. Gracias a ella pude aprender lo que significa el verdadero sacrificio para poder lograr mi objetivo anhelado.

Johanna Valdez Macías.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; José Sebastián Ortiz Perrone y Johanna Patricia Valdez Macías damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



---

José Sebastián Ortiz Perrone

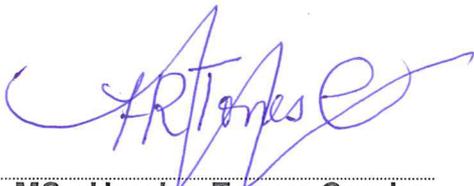


---

Johanna Patricia Valdez Macías

## EVALUADORES

Profesor materia y tutor



MSc Haydee Torres Camba

PROFESOR DE LA MATERIA



PhD. Sandra Acosta Dávila

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la viabilidad que tiene un envase de cuerpo polimérico BOPP/EVOH/BOPP con tapa metálica, para su empleo en el envasado de alimentos, utilizando piña en almíbar. Las condiciones de almacenamiento fueron aceleradas, a 42°C y 80% HR durante 21 días, simulando condiciones extremas. El tiempo de vida útil (TVU) de la piña en almíbar fue de 13 días en esas condiciones. Los resultados se midieron utilizando un panel sensorial con consumidores, donde se determinó la aceptación/rechazo de cada tiempo de almacenamiento 0, 3, 6, 10, 13, 17, 19 y 21 días y se utilizó el análisis de supervivencia Weibull para determinar el TVU del producto sujeto a estas condiciones. El fin de la vida útil se indicó como el tiempo cuando el 50% de los panelistas rechazaron el producto.

Los envases con el alimento fueron analizados en las características de calidad: pH, acidez titulable, °Brix, microbiología, color, y textura, en los tiempos del estudio. Las características de calidad no presentaron diferencias significativas a través de los diferentes tiempos de almacenamiento evidenciando el rol del material de envase como barrera a gases y vapor de agua.

Además, se realizó el análisis de la resistencia al apilamiento mediante pruebas de resistencia a la compresión obteniendo un valor de 504 lbf, con un máximo de apilamiento de 17 niveles sin que el envase presente daño. También se estimó que el costo de producción de un envase de 400 g de piña en almíbar es \$0.44.

**Palabras Clave:** envases para alimentos, EVOH, BOPP, tiempo de vida útil, Weibull.

## **ABSTRACT**

*The present work evaluated the viability of a container with polymeric body BOPP/EVOH/BOPP and tin plate metal lid, for its application as a food packaging container, using pineapples in syrup. Storage conditions were accelerated to 42°C and 80% RH for 21 days, simulating extreme conditions. Shelf life under these conditions was established as 13 days. Results were obtained using a sensory test panel with consumers, where acceptability/rejection answers were measured for each storage time for 0, 3, 6, 10, 13, 17, 19, 21 days, and survival analysis was used to determine shelf life under these conditions. End of shelf life was determined as a time when 50% of consumers rejected the samples.*

*The product was analyzed for its quality attributes: pH, acidity, °Brix, microbiology, color, texture for all the observation times studied. These attributes did not have significant differences throughout the duration of the study, revealing the suitability of the packaging material to act as barrier for gases and water vapor.*

*Also, compression tests were run to assess the stacking resistance of containers, having a 504 lbf maximum load for each container and 17 height levels without presenting damages. The estimated production costs for a 400g container of pineapple in syrup is \$0.44.*

**Keywords:** *food packaging, EVOH, BOPP, shelf-life, Weibull.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE PLANOS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo General .....	3
1.3.2 Objetivos Específicos .....	3
1.4 Marco teórico.....	3
CAPÍTULO 2.....	7
2. Metodología .....	7
2.1 Materias primas.....	7
2.2 Preparación de las muestras.....	7
2.3 Diseño del experimento.....	7
2.4 Elección de catadores .....	9
2.5 Prueba de aceptación/rechazo.....	10
2.6 Pruebas de calidad.....	10
2.6.1 pH .....	11
2.6.2 Acidez .....	11
2.6.3 Textura.....	11
2.6.4 Color .....	11
2.6.5 Pruebas microbiológicas.....	12
2.6.6 Grados brix .....	12
2.7 Pruebas de compresión y apilamiento .....	13
CAPÍTULO 3.....	14
3. Resultados Y Análisis .....	14
3.1 Análisis Sensorial.....	14
3.1 Pruebas de Calidad.....	21
3.2.1. pH, acidez titulable, grados brix.....	21
3.2.2. Análisis de dureza (textura) .....	22
3.2.3. Color .....	24
3.2 Análisis microbiológico .....	26

3.3 Pruebas de compresión y apilamiento .....	27
3.4 Diseño de la planta.....	29
3.5 Estimación de costos.....	31
3.6 Consideraciones técnicas y legales .....	33
CAPÍTULO 4.....	34
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	34
4.1 Recomendaciones .....	35
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## ABREVIATURAS

TVU	Tiempo de vida útil
HR	Humedad relativa
BOPP	Polipropileno bio-orientado
PVP	Precio de venta al público
EEC	Comunidad Europea
PE	Polietileno
HDPE	Polietileno de alta densidad
LPDE	Polietileno de baja densidad
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PVC	Cloruro de polivinilo
PET	Polietileno-Tereftalato
EVOH	Etil-Vinil-Alcohol
LEMAT	Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
AOAC	Asociación de Químicos Analíticos Oficiales

## SIMBOLOGÍA

W	Vatio
m	Metro
°C	Grado centígrado
ml	Mililitro
N	Normal
mm	Milímetro
s	Segundo
cm	Centímetro
lbf	Libra-fuerza
T <sub>i</sub>	Tiempo inicial
T <sub>f</sub>	Tiempo final
pH	Potencial de hidrógeno
%	Porcentaje
g	Gramos
k	Kilo

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema del diseño escalonado para condiciones aceleradas.....	8
Figura 2.2 Formulario para prueba sensorial de ordenamiento .....	9
Figura 2.3 Prueba sensorial de 9 puntos para aceptabilidad .....	10
Figura 3.1 Riesgo Weibull para trozos de piña almacenados 21 días a 42°C.....	21
Figura 3.2 Valores de dureza respecto a los días de tratamiento .....	23
Figura 3.3 Valores de matiz respecto a los tiempos de almacenamiento de la piña .....	25
Figura 3.4 Valores Chroma respecto a los tiempos de almacenamiento de la piña .....	26
Figura 3.5 Prueba de compresión. a) Envase individual. b) Envase cartón 6 unidades .....	28
Figura 3.6 Diagrama de flujo de proceso del producto.....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Deterioro de frutas y vegetales vs. factor ambiental para el tiempo de vida útil.....	5
Tabla 3.1 Datos sensoriales para análisis Weibull .....	14
Tabla 3.2 Ranking de riesgo Weibull.....	17
Tabla 3.3 Análisis de pH, acidez y grados brix vs tiempo de tratamiento .....	22
Tabla 3.4 Análisis promedio y desviación estándar de la dureza.....	24
Tabla 3.5 Valores de las coordenadas CIELab y Código Pantone para cada tiempo de tratamiento .....	24
Tabla 3.6 Análisis microbiológico en tiempo inicial y final .....	27
Tabla 3.7 Valores de eficiencia con respecto a pallet y contenedor de 40 pies .....	27
Tabla 3.8 Costos de materia prima .....	31
Tabla 3.9 Estimación del PVP .....	32

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano 3.1 Layout de la planta.....	30
------------------------------------	----

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Los empaques tienen mucha importancia en cuanto al contexto de la inocuidad y calidad de los productos alimenticios, por esto las normativas para los materiales que se utilizan en su fabricación, son cada vez más exigentes. El compromiso de la industria y los proveedores de empaques alimentarios es prevenir cualquier peligro que provenga del empaque hacia el alimento, ya que esto pone en riesgo la seguridad del consumidor (Navia, D., Ayala, A., Villada, 2014). Las tecnologías desarrolladas por los fabricantes de empaques están enfocadas hacia la conservación de los alimentos para ofrecer productos mínimamente procesados, inocuos y con pocas modificaciones en su valor nutritivo y características sensoriales (Carrillo & Reyes, 2014; Rodríguez-Sauceda et al., 2014).

El envase, además de ser una fuente de información y generar impacto visual, debe ofrecer al producto la protección de los factores externos de almacenamiento y transporte, como son: temperatura, humedad, oxígeno y luz, para una mejor conservación (Rodríguez-Sauceda et al., 2014). Entre las principales características que debe tener un envase para mantener la conservación de los alimentos, la propiedad de barrera es aquella que relacionan la permeabilidad a los gases, oxígeno gaseoso, a través de su estructura. (Perea, 1995).

Entre los principales envases usados en la industria alimentaria tenemos al plástico, el cual se define por la normativa europea 82/711/EEC como: “compuesto macromolecular orgánico obtenido por polimerización, policondensación, poliadición u otro procedimiento similar a partir de moléculas de peso molecular inferior o por modificación química de macromoléculas naturales”. Los plásticos convencionales son los polímeros, y entre los materiales más usados para empaques de alimentos tenemos al polietileno (PE) de alta densidad (HDPE) y de baja densidad (LPDE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC) y polietileno-tereftalato (PET). También son usadas las poliamidas, a las

cuales se las conoce como nylon y el etil-vinil-alcohol (EVOH) (Navia, D., Ayala, A., Villada, 2014). Los polímeros son caracterizados por su alta resistencia a los ácidos, álcalis y solventes (Cristán, A., Ize, I., & Gavilán, 2003).

Las técnicas aplicadas para su producción son moldeo, extrusión, inyección y termoformado (Caicedo, C., Crespo, L., De La Cruz H., 2017). Entre los procesos de fabricación más destacados resalta la inyección, ya que es utilizado para la producción de piezas de plástico debido a su textura resultante y la variedad de morfologías de su estructura (Mencik & Fitchmun, 1973). La inyección es un medio altamente eficiente de producir una gran variedad de productos termoplásticos, incluyendo aquellos con formas complejas y tiene ventajas, tales como ciclos cortos de producción, excelentes superficies de los productos y fácil moldeo (Kurt, Saban Kamber, Kaynak, Atakok, & Girit, 2009).

Entre las principales combinaciones de polímeros para generar un efecto barrera, están el polipropileno (PP) y el etil-vinil-alcohol (EVOH). El polipropileno (PP) es ampliamente utilizado por su peso ligero y resistencia al impacto (Caicedo, C., Crespo, L., De La Cruz H., 2017). El EVOH presenta resistencia a la permeabilidad contra oxígeno y gases (Lohfink & Kamal, 1993), haciendo una buena combinación de polímeros.

## **1.2 Justificación**

El presente proyecto busca estudiar la viabilidad de una nueva alternativa de envase para el mercado ecuatoriano, mediante el análisis del tiempo de vida útil, aplicando un modelo matemático estadístico de supervivencia a una prueba acelerada de envejecimiento para obtener el tiempo de vida útil. El material envase es elaborado a partir de la co-inyección de dos resinas poliméricas, que combinadas funcionan como barrera para el acceso de vapor de agua, gases y oxígeno; y que tiene una tapa de hojalata con doble cierre hermético engargolado.

Esta nueva estructura EVOH-PP ofrece una alternativa frente a los ya existentes en el mercado por sus propiedades intrínsecas de composición.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Se evaluará la composición del material polimérico, su viabilidad como envase para contener alimentos y su impacto en el mercado alimentario.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Caracterización del material polimérico (Ing. Química).
2. Definir un modelo matemático para la predicción de la vida útil de 3 alimentos diferentes (Ing. Alimentos).
3. Evaluación del comportamiento de los alimentos envasados en este empaque en función del tiempo de vida útil (Ing. Alimentos).
4. Probar la resistencia de los envases en pruebas mecánicas de apilamiento (Ing. Alimentos).
5. Estudio de factibilidad del comercio del nuevo envase en la industria alimentaria (Ing. Negocios Internacionales).

## **1.4 Marco teórico**

La vida útil de los alimentos se define como un rango de tiempo limitado en el cual, bajo condiciones específicas de almacenamiento, estos conservan su inocuidad para el consumo, así como su aceptabilidad comercial (Manzocco, Panozzo, & Calligaris, 2012a). Para poder determinar la fecha de caducidad de productos alimenticios se debe conocer primero la manera específica en que éstos se deterioran. Este agotamiento de calidad ocurre en función del tiempo transcurrido, además de otros factores externos como: temperatura, humedad, oxígeno y luz, que actúan generando reacciones químicas a mayor velocidad, en detrimento de la calidad (Labuza & Kreisman, 1979).

Los alimentos son sistemas complejos con respecto a la química involucrada en ellos y aunque podría resultar conveniente tener un registro en tiempo real de su deterioro, no siempre se puede evaluar su comportamiento de vida útil en tiempos extendidos. Las necesidades industriales para el desarrollo de nuevos productos exigen tiempos más cortos, para estudiar los cambios en el deterioro de los

alimentos y para ello se expone el producto a condiciones ambientales externas más adversas que las reales para aumentar la velocidad con que ocurren estos cambios. Es posible estimar con exactitud la vida de anaquel de los productos alimenticios si se reúne información del producto acerca de las reacciones bioquímicas internas, la calidad inicial del producto, y las condiciones ambientales a las que estará expuesto. También se debe considerar la característica de barrera que representa el envase con respecto al oxígeno, vapor de agua y luz; así como la cinética de la reacción de deterioro en función del tiempo que ocurre en el alimento envasado (Calligaris, Manzocco, Anese, & Nicoli, 2016a; Labuza, 1984).

La cinética de las reacciones de degradación (agotamiento de la calidad) en los alimentos se describen mediante reacciones de orden cero y de primer orden (Lenz & Lund, 1980). En las reacciones de orden cero, la velocidad de la reacción es independiente de la concentración de los parámetros de control y cambia proporcionalmente con el tiempo. Mientras que las reacciones de primer orden la velocidad depende de la concentración de uno de los parámetros de control. Matemáticamente, se diferencian mediante la ecuación que las describe y se pueden evaluar los datos obtenidos mediante la regresión lineal de estos, para confirmar el orden de la reacción. El parámetro de regresión lineal ( $r^2$ ) permite discriminar a que orden se ajustan mejor los datos, siendo el valor más cercano a 1 aquel que describe mejor la dependencia del parámetro de control con respecto al tiempo (Arabshahi & Lund, 1985).

Según estudios realizados por Labuza et al. (1984), se relacionan factores ambientales con el establecimiento de fechas de caducidad de acuerdo con los diferentes alimentos y sus formas de deterioro, como se puede observar en la Tabla 1.1. En el caso de los alimentos perecederos, estos son idóneos para estudios de vida útil en tiempo real, mientras que para los no perecederos es conveniente realizar pruebas aceleradas, bajo condiciones intensificadas de almacenamiento (Fu & Labuza, 1997).

**Tabla 1.1 Deterioro de frutas y vegetales vs. factor ambiental para el tiempo de vida útil**

<b>Producto</b>	<b>Modo de deterioro</b>	<b>Factor ambiental crítico</b>	<b>Tiempo de Vida Útil</b>
Frutos y vegetales frescos	Deterioro microbiológico, pérdida de nutrientes,	Temperatura, luz oxígeno, %HR, manipulación	4-8 días (maíz dulce) 3-8 meses (manzanas)
Frutos y vegetales enlatados	Pérdida de sabor, textura, color, nutrientes, marchitez,	Temperatura	12-36 meses

Fuente: Elaboración propia

Existen limitaciones al uso de los modelos cinéticos y la interpretación de los resultados obtenidos. En primer lugar, la literatura científica en muchos casos no reporta el valor de error del experimento. Esto puede degenerar en la estimación de rangos de vida útil demasiado amplios para ser útiles o concluyentes. En segundo lugar, existen diferencias en las condiciones de experimentación y no se tienen valores límites objetivos para determinar el fin de la calidad y la aceptabilidad (Arabshahi & Lund, 1985; Calligaris et al., 2016a; Labuza, 1984).

Se pueden definir tres pasos para realizar un estudio de vida útil de un alimento: 1) Identificar el evento que conduce al agotamiento de calidad, y definir el límite de aceptabilidad del producto. 2) Evaluar los cambios que ocurren al indicador de calidad seleccionado, en función del tiempo, bajo condiciones que pueden ser reales o aceleradas. 3) Modelar datos para obtener una predicción estimada del tiempo de vida útil (Calligaris, Manzocco, Anese, & Nicoli, 2016b).

Como ejemplo, en el caso de vegetales y frutas enlatadas, el deterioro de la calidad se da como función de la temperatura principalmente. Los parámetros principales de evaluación son el sabor, el color, la textura y la pérdida nutricional (Labuza & Kreisman, 1979). Así también, los productos altos en grasa son susceptibles

también a la rancidez, que puede darse por reacciones de oxidación en la fase lipídica (Calligaris et al., 2016a; Velasco, Dobarganes, & Márquez-Ruiz, 2010).

La prueba de vida útil mediante análisis sensorial es uno de los métodos más utilizados en casos donde se va a cambiar un envase, proceso, o formulación. Se comparan las muestras tratadas versus el control, mediante pruebas hedónicas, de aceptabilidad. El análisis de los datos obtenidos se evalúa con la función de riesgo de Weibull, que asigna el 100% de la calidad al valor inicial de control, y un 0% de calidad al valor final de la vida útil. La prueba acelerada de tiempo de vida útil debe realizarse mediante muestreo escalado con el fin de obtener una medida más exacta del punto de rechazo comercial, para lo cual se debe incrementar el número de panelistas sensoriales conforme aumenta la cantidad de respuestas negativas a la prueba de aceptabilidad del producto evaluado, lo cual ocurre hacia el final de la prueba cuando comienza a disminuir la calidad del alimento (Keklik, Isikli, & Sur, 2017; Labuza & Taoukis, 1990).

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Materias primas

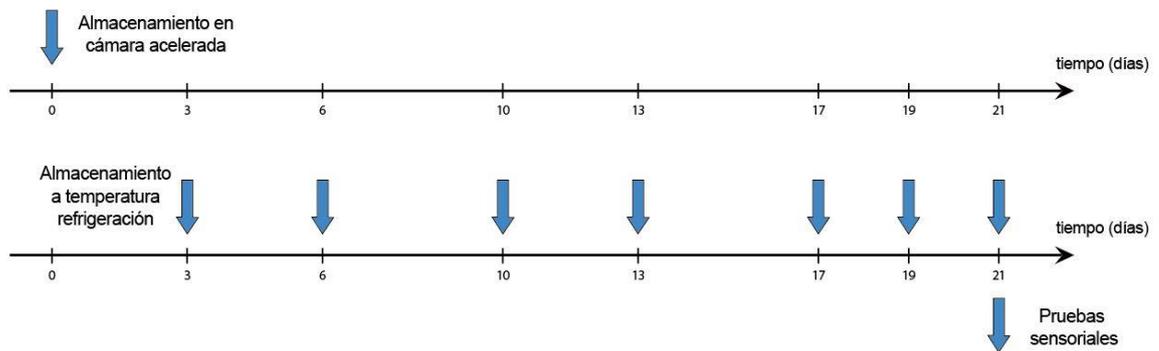
- Piñas en almíbar, Ecuapiñas S.A. Milagro, Ecuador.
- Kit compact dry para el análisis rápido de aerobios mesófilos, fabricado por Nissui Pharma, Japón.
- Envase de PP/EVOH/PP con tapa de hojalata barnizada epoxi, Milacron-Klear can<sup>®</sup>

### 2.2 Preparación de las muestras

Se tomaron 10 kilos de Piñas troceadas en dimensiones de 1 x 1 x 1 cm<sup>3</sup>, de la línea de producción y se envasaron a 90°C con almíbar en una proporción 60/40 de (piña/almíbar). El producto envasado fue sometido al exhauster y luego sellado herméticamente con doble cierre en la máquina selladora de latas marca Suzhou GT4A39-R.

### 2.3 Diseño del experimento

Las muestras selladas fueron almacenadas en una cámara de envejecimiento acelerado *Q-SUN Xe-3 xenon arc* de LEMAT – ESPOL, para estudiar su comportamiento, de acuerdo con el método descrito por (Hough, 2010; Labuza, 1984). Se mantuvo las muestras a una temperatura de 42°C, con una humedad relativa del 80% y una irradiación constante, con filtro de ventana (Window-Q) de 0.35 W/m<sup>2</sup>. Las observaciones del comportamiento del envase con el alimento se determinaron a los 3, 6, 10, 13, 17, 19 y 21 días, sacando dos envases en cada uno de esos tiempos, a fin de evaluar la calidad fisicoquímica en uno de los envases, y el otro envase se guardó en un refrigerador a 12°C para un posterior análisis sensorial.



**Figura 2.1 Esquema del diseño escalonado para condiciones aceleradas**

Fuente: Elaboración propia

Por bibliografía científica se eligió el diseño del experimento tipo escalonado (Giménez, Ares, & Ares, 2012), esquematizado en la figura 2.1, en el cual se almacenaron las muestras a diferentes tiempos de tratamiento.

Se utilizó el modelo matemático estadístico de supervivencia Weibull, las respuestas de rechazo al producto fueron tabuladas y rankeadas para obtener valores de riesgo. Se graficó dicha función acumulada de riesgo versus el tiempo de almacenamiento, para cada temperatura estudiada y la vida útil se estimó en función de una probabilidad crítica de rechazo de 50% de los consumidores, con intervalos de confianza del 95%, utilizando MINITAB 17 (Minitab Inc., State College, PA, USA).

El método Weibull de riesgo se utiliza aplicando la fórmula 2.1

$$H(t) = \int_0^t h(x) dx = \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta \quad (2.1)$$

Donde:

$H(t)$  es la función acumulada de riesgo

$h(x)$  es la función de riesgo

$t$  es el tiempo

$\alpha$  es el parámetro de tamaño

$\beta$  es el parámetro de forma.

Al obtener los datos de riesgo, se pueden graficar los logaritmos del tiempo y del riesgo acumulado, lo cual resulta en una relación lineal que permite encontrar el valor de tiempo cuando el riesgo acumulado es 69.3% o lo que equivale a una probabilidad de rechazo del 50% Utilizando la fórmula 2.2

$$\log t = \left( \frac{1}{\beta} \right) \log H + \log \alpha \quad (2.2)$$

Donde:

$\log(t)$  es el logaritmo del tiempo

$H$  es la función de riesgo acumulada

$\log(\alpha)$  es el logaritmo del parámetro de tamaño

$\log(\beta)$  es el logaritmo del parámetro de forma.

## 2.4 Elección de catadores

Se realizó una prueba sensorial de ordenamiento con la finalidad de tener un panel sensible y reproducible en resultados, de acuerdo a la metodología descrita por McEwan, Heiniö, Hunter, & Lea (2003). Se evaluaron 50 personas, entre personal administrativo y profesores de la ESPOL, con un rango de edad entre 27 y 45 años. En un primer test, se utilizaron concentraciones de sal de mesa 0.5, 1.0, y 1.5 %. La consistencia del panel fue evaluada mediante un segundo test, para los mismos panelistas que detectaron las diferencias en la primera fase. En esta prueba se utilizó concentraciones menores de sal de mesa, de 0.1, 0.3, 0.5 %. La prueba de ordenamiento aplicada se observa en la figura 2.2.

<b>Prueba de Ordenamiento</b>			
Nombre: _____		Fecha: _____	
Muestra: Agua con Sal			
Frente a usted se encuentran 3 muestras de agua con sal, por favor pruebe las muestras que se presentan de izquierda a derecha, tomando un sorbo de agua entre muestras para eliminar sabores residuales, y escriba los códigos colocando en primer lugar la menos salada y en último lugar la más salada.			
Nivel de intensidad	Menos salada		Más salada
Código			
Si tiene observaciones, con respecto a las muestras o a la prueba, puede colocarlas en la sección comentarios que se encuentra a continuación.			
Comentarios: _____			

**Figura 2.2 Formulario para prueba sensorial de ordenamiento**

Fuente: Elaboración propia

## 2.5 Prueba de aceptación/rechazo

Al finalizar el tiempo en que el alimento envasado estuvo en la cámara de envejecimiento acelerado, se procedió a realizar un análisis sensorial que determine el estado de aceptación/rechazo del alimento, usando las muestras separadas en los 6 tiempos de control.

Mediante un panel de consumidores, conformado por 40 personas consumidoras de piñas en almíbar al menos una vez por mes, que ya fueron previamente seleccionados. Los catadores recibieron 6 muestras de dos trozos de piña por cada tiempo de almacenamiento, de forma monódica y codificados aleatoriamente. Los catadores debieron contestar en una escala de 9 casilleros, anclados a la izquierda con los textos “me disgusta mucho”, al centro con “indiferente”, y a la derecha con “me gusta mucho”. Como se muestra en la figura 2.3.

<b>Nombre:</b>	<b>Producto:</b>	
<b># Panelista:</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Instrucciones:</b>		
Observe y pruebe el producto que se presenta a continuación.		
Indique utilizando una marca (X) en el casillero que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar		
<input type="checkbox"/>		
Me disgusta mucho	Indiferente	Me disgust a mucho
<b>Comentarios:</b>		

**Figura 2.3 Prueba sensorial de 9 puntos para aceptabilidad**

Fuente: Elaboración propia

## 2.6 Pruebas de calidad

Para la determinación de los parámetros de calidad la piña fue homogenizada. Los análisis se realizaron por triplicado.

### **2.6.1 pH**

El análisis fue realizado en el potenciómetro BOECO, pH METER BT-600, Alemania , se procedió a colocar 10 ml de la muestra en 100 ml de agua y luego de esto se determinó el pH utilizando en potenciómetro aplicando la norma INEN 0389: Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno.

### **2.6.2 Acidez**

Se colocó 100 ml de la muestra y se sumergieron los electrodos. Se añadió 10 ml de solución 0.1 N de hidróxido de sodio, usando la norma INEN 0381: Conservas vegetales. Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de referencia.

### **2.6.3 Textura**

Se analizó la textura desde el tiempo inicial hasta el final (0 a 21 días respectivamente) de la fruta, mediante un texturómetro Brookfield CT3-4500 Estados Unidos , en el cual se colocó una porción de fruta de 1 cm de espesor, con este método se logró evaluar la dureza de la muestra colocada, el proceso de los datos que se obtuvieron en los análisis, se realizaron mediante software TexturePro CT V 1.6 Build 26 ("TexturePro CT," n.d.) y se determinó la fuerza necesaria para deformar la superficie de la muestra a una velocidad de 0.6 mm/s durante 30 segundos. La sonda utilizada para este ensayo fue el punzón TA 41 de 6.5 mm.

### **2.6.4 Color**

El color fue determinado colocando la muestra (trozo de fruta de 1cm<sup>3</sup>) sobre un fondo blanco y comparando con los colores de una pantonera, cada color de esta posee un código el cual debe ser anotado para la evaluación del color.

Se transformará el color de pantonera a coordenadas de espacio CIELab para analizar el valor de ángulo de matiz y croma mediante las ecuaciones 2.3 y 2.4:

$$h_{ab} = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (2.3)$$

Donde:

$h_{ab}$  = valor de ángulo de matiz

$a^*$  = valor coordenada  $a^*$  espacio CIELab

$b^*$  = valor coordenada  $b^*$  espacio CIELab

$$C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}. \quad (2.4)$$

Donde:

$C^*_{ab}$  = valor de croma

$a^*$  = valor coordenada  $a^*$  espacio CIELab

$b^*$  = valor coordenada  $b^*$  espacio CIELab

### 2.6.5 Pruebas microbiológicas

Los análisis microbiológicos realizados fueron:

- Aerobios y anaerobios mesófilos, utilizando la metodología descrita por la norma vigente utilizada INEN 1529-5: Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesofilos.
- Mohos y Levaduras, utilizando la norma INEN 1529-10: Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad.

Los análisis se realizaron en  $t_0 = 0$  días 0 y  $t_f = 21$  días

### 2.6.6 Grados brix

Se procedió a determinar el contenido de grados brix en la piña en almíbar con un refractómetro tipo ABBE (Cole-Parmer 800-323-4340, Estados Unidos) el cual es calibrado antes de la evaluación, luego se añade una gota de la muestra sobre el prisma del refractómetro aplicando la norma: INEN 0380

(1986): Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico.

## **2.7 Pruebas de compresión y apilamiento**

Para las pruebas de compresión y apilamiento se utilizaron 6 envases llenados previamente con agua y luego sellados.

La prueba de apilamiento se realizó mediante el programa Quick Pallet Maker 4.4.9.2 - Software de Empaque, y se establecieron las dimensiones para elaborar la caja de cartón corrugado para un contenido de 6 envases. Se determinaron las características para cubillaje en contenedor de 40 pies para mostrar el mejor tipo de acomodo que se puede dar a las cajas en los pallets con medidas 120 x 100 cm. Para del análisis de compresión se realizaron dos pruebas: al producto individual y a la caja de cartón conteniendo 6 envases. El equipo utilizado para esta prueba fue una máquina de prueba de compresión McSparr modelo FCBM 14:96 con una capacidad de hasta 4500 lbf.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Análisis Sensorial

Los datos para el análisis sensorial mediante el método Weibull se recolectaron en un panel sensorial único, a los 21 días de almacenamiento a 42°C. Los datos obtenidos en el panel sensorial realizado a los 40 panelistas seleccionados se presentan junto con los números de rango correspondientes en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Datos sensoriales para análisis Weibull**

Días	0	3	6	10	13	17	19	21
		-	-					
	+	1	1	+	+	+	+	+
		3	1					
		3	6					
		-						
	+	1		-				
		3	+	9	+	+	+	+
		2		6				
	-		-					
	1		1	-	-		-	
	5	+	1	9	7	+	3	+
	3		5	5	9		9	
	-	-	-					
	1	1	1	-	-	-	-	-
	5	3	1	9	7	6	3	1
	2	1	4	4	8	0	8	9
			-					
	+	+	1	-	-			-
			1	9	7	+	+	1
			3	3	7			8
	+	+	+	+	7	+	+	-
					6			1
			-					7
	+	+	1	+	+	+	+	+
			1					
			2					
	+	1	1	+	-			-
		3	1		7	+	+	1
		0	1		5			6
	-	-	-					
	1	1	1	-		-	-	-
	5	2	1	9	+	5	3	1
	1	9	0	2		9	7	5

-	+	+	-	+	-	+	-
1			9		5		1
5			1		8		4
0							
+	+	-	+	+	+	+	-
		1					1
		0					3
		9					
-	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	9	7	5	3	1
4	2	0	1	4	7	6	2
9	8	8					
+	+	+	+	+	-	+	+
					5		
					6		
-	-	-	-	+	-	+	-
1	1	1	9		5		1
4	2	0	0		5		1
8	7	7			5		1
+	-	-	-	-	-	+	+
	1	1	8	7	5		
	2	0	9	3	4		
	6	6					
-	-	-	+	+	+	-	+
1	1	1				3	
4	2	0				5	
7	5	5					
-	+	-	+	+	-	-	-
1		1			5	3	1
4		0			3	4	0
6		4					
+	+	+	+	+	+	+	-
							9
-	+	-	+	+	-	+	+
1		1			5		
4		0			2		
5		3					
-	+	+	+	+	-	-	+
1					5	3	
4					1	3	
4							
-	-	-	+	-	-	-	+
1	1	1		7	5	3	
4	2	0		2	0	2	
3	4	2					
+	+	+	+	+	+	-	-
						3	8
						1	
+	-	+	+	-	+	-	+
	1			7		3	
	2			1		0	
	3						
-	+	+	-	+	-	-	+
1			8		4	2	
4			8		9	9	
2							
+	-	+	-	-	+	-	-
	1		8	7		2	
	2		7	0		8	
	2						7

-		-	-	-	-	-	-
1	+	1	8	6	4	2	-
4		0	6	9	8	7	6
1		1					
-	+	+	+	+	+	+	+
1	-	+	-	-	-	-	-
3	1	2	8	6	4	2	-
9	1	1	5	8	7	6	5
+	+	-	+	-	+	-	+
		1		6		2	
		0		7		5	
		0					
-	+	+	-	+	-	+	-
1			8		4		4
3			4		6		
8							
+	+	+	+	6	+	+	-
				6			3
+	-	-	-	+	+	+	+
	1	9	8				
	2	9	3				
	0	9					
+	-	+	+	-	+	+	+
	1			6			
	1			5			
	9						
+	+	+	+	+	+	+	+
-	+	+	-	-	-	-	+
1			8	6	4	2	
3			2	4	5	4	
7							
-	+	+	-	-	-	-	-
1			8	6	4	2	-
3			1	3	4	3	2
6							
+	+	+	+	+	4	+	+
					3		
-	-	-	-	+	-	-	-
1	1	9	8		4	2	-
3	1	8	0		2	2	1
5	8						
-	-	-		-	-	-	
1	1	9	+	6	4	2	+
3	1	7		2	1	1	
4	7						
+	+	+	+	-	-	-	
				6	4	2	+
				1	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Desde los primeros tiempos de observación, el producto cuenta con una aceptabilidad alrededor del 50%, teniendo para tiempo inicial un total de 20 respuestas negativas (rechazo), lo cual puede indicar un problema de calidad independiente del almacenamiento. Los datos sensoriales se procesaron para obtener valores de riesgo, y riesgo acumulado con respecto al tiempo de almacenamiento a 42°C, que graficado de en forma log, presentan una relación lineal. La tabla 3.2 resume dichos valores con los tiempos de almacenamiento correspondientes.

**Tabla 3.2 Ranking de riesgo Weibull**

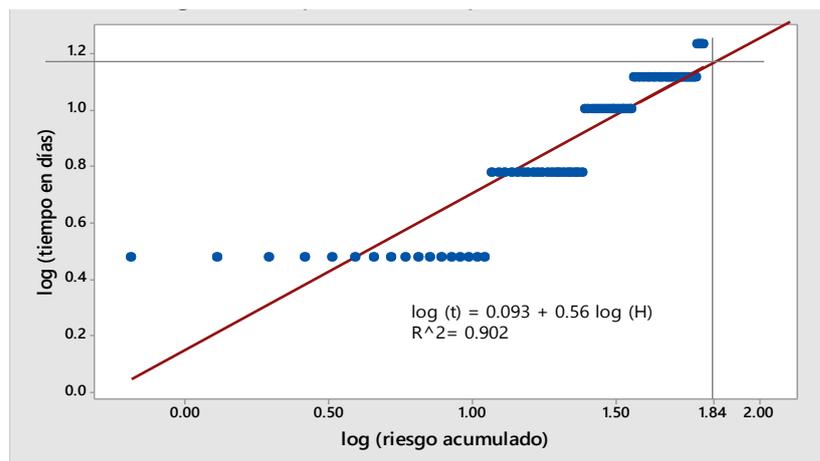
Rank (k)	Días	Riesgo (H)	Riesgo acumulado ( $\Sigma H$ )
152	3	0.658	0.658
151	3	0.662	1.320
150	3	0.667	1.987
149	3	0.671	2.658
148	3	0.676	3.334
147	3	0.680	4.014
146	3	0.685	4.699
145	3	0.690	5.388
144	3	0.694	6.083
143	3	0.699	6.782
142	3	0.704	7.486
141	3	0.709	8.196
140	3	0.714	8.910
139	3	0.719	9.629
138	3	0.725	10.354
137	3	0.730	11.084
136	3	0.735	11.819
135	6	0.741	12.560
134	6	0.746	13.306
133	6	0.752	14.058
132	6	0.758	14.816
131	6	0.763	15.579
130	6	0.769	16.348
129	6	0.775	17.123
128	6	0.781	17.905
127	6	0.787	18.692
126	6	0.794	19.486
125	6	0.800	20.286
124	6	0.806	21.092
123	6	0.813	21.905

122	6	0.820	22.725
121	6	0.826	23.551
120	6	0.833	24.385
119	6	0.840	25.225
118	6	0.847	26.073
117	6	0.855	26.927
116	6	0.862	27.789
115	10	0.870	28.659
114	10	0.877	29.536
113	10	0.885	30.421
112	10	0.893	31.314
111	10	0.901	32.215
110	10	0.909	33.124
109	10	0.917	34.041
108	10	0.926	34.967
107	10	0.935	35.902
106	10	0.943	36.845
105	10	0.952	37.798
104	10	0.962	38.759
103	10	0.971	39.730
102	10	0.980	40.710
101	10	0.990	41.700
100	10	1.000	42.700
99	10	1.010	43.711
98	10	1.020	44.731
97	13	1.031	45.762
96	13	1.042	46.804
95	13	1.053	47.856
94	13	1.064	48.920
93	13	1.075	49.995
92	13	1.087	51.082
91	13	1.099	52.181
90	13	1.111	53.292
89	13	1.124	54.416
88	13	1.136	55.552
87	13	1.149	56.702
86	13	1.163	57.864
85	13	1.176	59.041
84	13	1.190	60.231
83	13	1.205	61.436
82	13	1.220	62.656
81	13	1.235	63.890
80	13	1.250	65.140
79	13	1.266	66.406
78	13	1.282	67.688
77	13	1.299	68.987

76	13	1.316	70.303
75	13	1.333	71.636
74	13	1.351	72.987
73	13	1.370	74.357
72	13	1.389	75.746
71	13	1.408	77.155
70	13	1.429	78.583
69	13	1.449	80.032
68	13	1.471	81.503
67	13	1.493	82.996
66	13	1.515	84.511
65	13	1.538	86.049
64	13	1.563	87.612
63	13	1.587	89.199
62	13	1.613	90.812
61	13	1.639	92.451
60	17	1.667	94.118
59	17	1.695	95.813
58	17	1.724	97.537
57	17	1.754	99.291
56	17	1.786	101.077
55	17	1.818	102.895
54	17	1.852	104.747
53	17	1.887	106.634
52	17	1.923	108.557
51	17	1.961	110.518
50	17	2.000	112.518
49	17	2.041	114.558
48	17	2.083	116.642
47	17	2.128	118.769
46	17	2.174	120.943
45	17	2.222	123.166
44	17	2.273	125.438
43	17	2.326	127.764
42	17	2.381	130.145
41	17	2.439	132.584
40	17	2.500	135.084
39	19	2.564	137.648
38	19	2.632	140.280
37	19	2.703	142.982
36	19	2.778	145.760
35	19	2.857	148.617
34	19	2.941	151.558
33	19	3.030	154.589
32	19	3.125	157.714
31	19	3.226	160.939

30	19	3.333	164.273
29	19	3.448	167.721
28	19	3.571	171.293
27	19	3.704	174.996
26	19	3.846	178.842
25	19	4.000	182.842
24	19	4.167	187.009
23	19	4.348	191.357
22	19	4.545	195.902
21	19	4.762	200.664
20	19	5.000	205.664
19	21	5.263	210.927
18	21	5.556	216.483
17	21	5.882	222.365
16	21	6.250	228.615
15	21	6.667	235.282
14	21	7.143	242.425
13	21	7.692	250.117
12	21	8.333	258.450
11	21	9.091	267.541
10	21	10.000	277.541
9	21	11.111	288.652
8	21	12.500	301.152
7	21	14.286	315.438
6	21	16.667	332.105
5	21	20.000	352.105
4	21	25.000	377.105
3	21	33.333	410.438
2	21	50.000	460.438
1	21	100.000	560.438

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.1 Riesgo Weibull para trozos de piña almacenados 21 días a 42°C**

Fuente: Elaboración propia

La vida útil calculada, tomando en cuenta un riesgo acumulado del 69.3%, o una probabilidad crítica de rechazo igual al 50% de los consumidores, es de 13.1 días a condiciones de almacenamiento extremo a 42°C, con límites de confianza al 95% de 12.6 y 21 días. El parámetro de forma ( $\beta$ ) que se calculó como inverso de la pendiente es 1.8 y el intercepto ( $\alpha$ ) es 0.093. Para dicha regresión, el parámetro  $R^2$  obtenido fue 0.902.

### 3.1 Pruebas de Calidad

#### 3.2.1. pH, acidez titulable, grados brix

Para los análisis de pH y grados brix, a los diferentes tiempos de almacenamiento, la estadística se muestra en la tabla 3.3 donde se indica que no existen diferencias significativas. Sin embargo, para el parámetro de control acidez al tiempo 1 de observación (3 días) se incrementa, mientras que para el tiempo 5 (13 días) el valor descende, para luego ascender el valor en los tiempos 6 y 7 (19 y 21 días, respectivamente); debido al tiempo necesario para que la fruta alcance su punto de estabilidad.

**Tabla 3.3 Análisis de pH, acidez y grados brix vs tiempo de tratamiento**

Valores promedio			
Tiempo de tratamiento (días)	pH	Acidez	°Brix
0	3.428 <sup>ab</sup>	1.57 <sup>e</sup>	13 <sup>a</sup>
3	3.421 <sup>a</sup>	1.82 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>
6	3.425 <sup>a</sup>	1.82 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>
10	3.461 <sup>a</sup>	1.77 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>
13	3.413 <sup>ab</sup>	1.70 <sup>c</sup>	14 <sup>a</sup>
17	3.454 <sup>a</sup>	1.67 <sup>d</sup>	14 <sup>a</sup>
19	3.387 <sup>b</sup>	1.79 <sup>ab</sup>	14 <sup>a</sup>
21	3.417 <sup>ab</sup>	1.78 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>

Los promedios con diferente superíndice difieren significativamente entre los (Fisher LSD  $p < 0.05$ )

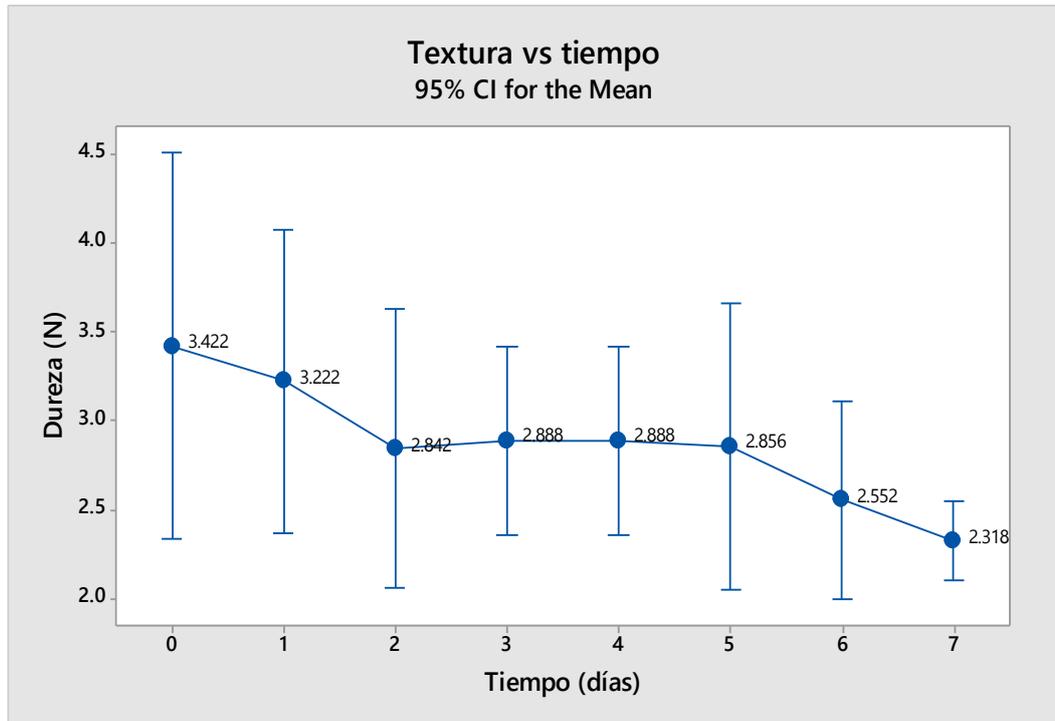
Fuente: Elaboración propia

La acidez titulable, al igual que el pH se mantuvieron dentro del rango esperado, reportado por (Assous, Saad, & Dyab, 2014). La acidez tiene una subida notable entre el tiempo cero y el tercer día, y que luego presenta un descenso monótono hasta el día 17, donde inicia su recuperación. De forma global, el valor máximo y mínimo de la acidez varía entre 1.56 y 1.83 gramos de ácido cítrico por cada 100 gramos de producto.

### **3.2.2. Análisis de dureza (textura)**

En el análisis de textura de los trozos de piña, se encuentra que la dureza decrece al aumentar el tiempo de almacenamiento. Sin embargo, las diferencias estadísticas no son significativas entre los grupos a los diferentes tiempos de almacenamiento ( $p=0.162$ ) como se muestra en la tabla 3.4. Esta resistencia de la piña a mostrar cambios de textura durante su almacenamiento ya ha sido reportada previamente, al trabajar a temperaturas de refrigeración de 5°C (Gil, Aguayo, & Kader, 2006; Montero-Calderón,

Rojas-Graü, & Martín-Belloso, 2008). No obstante, se reporta que a 10°C si existe una leve pérdida de la firmeza, en el caso de piña fresca (Chonhenchob, Chantarasomboon, & Singh, 2007; González-Aguilar, Ruiz-Cruz, Cruz-Valenzuela, Rodríguez-Félix, & Wang, 2004).



**Figura 3.2 Valores de dureza respecto a los días de tratamiento**

Fuente: Elaboración propia

El ANOVA para textura muestra mediante la comparación de Fisher que los resultados de dureza promedio entre los tiempos inicial y final difieren significativamente ( $p= 0.162$ ).

**Tabla 3.4 Análisis promedio y desviación estándar de la dureza respecto a los días de tratamiento**

Tiempo (días)	Dureza Promedio
0	3.422(0.88) <sup>a</sup>
3	3.222(0.69) <sup>ab</sup>
6	2.842(0.63) <sup>ab</sup>
10	2.888(0.43) <sup>abc</sup>
13	3.888(0.95) <sup>abc</sup>
17	2.856(0.65) <sup>abc</sup>
19	2.552(0.45) <sup>bc</sup>
21	2.318(0.18) <sup>c</sup>

Los promedios con diferente superíndice difieren significativamente entre ellos (Fisher LSD  $p < 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3. Color

El color de los trozos de piña tiende hacia un oscurecimiento leve. En la tabla 3.5 se puede observar los datos de color obtenidos mediante Pantone™ y transformados a las coordenadas del espacio CIELab\*. El análisis mediante el espacio CIELab\* para representar los colores permite graficar el cambio en los 3 canales ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ).

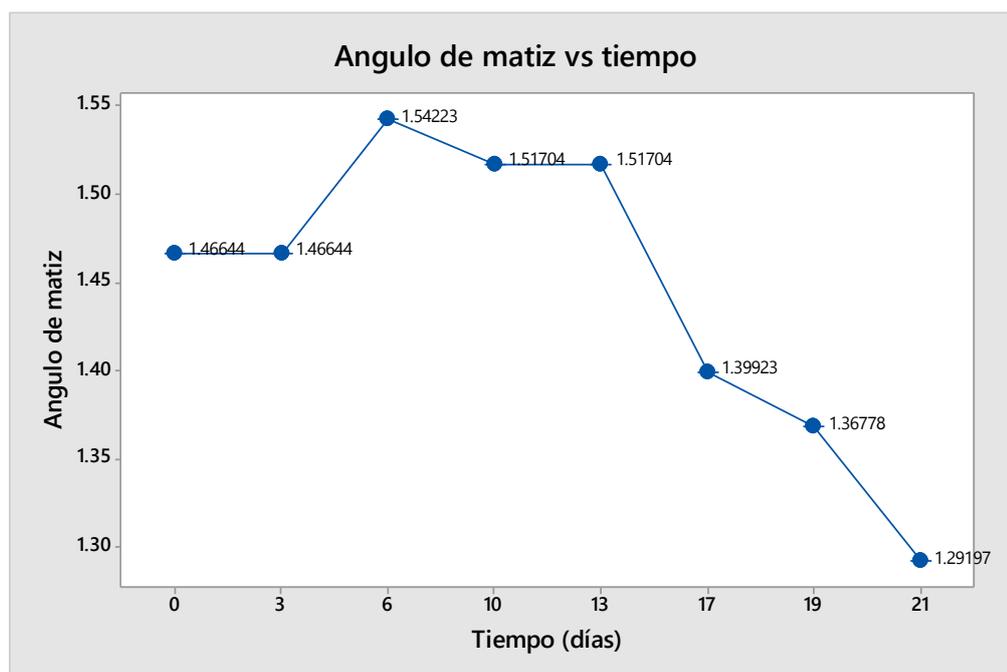
**Tabla 3.5 Valores de las coordenadas CIELab y Código Pantone para cada tiempo de tratamiento**

Días	Código Pantone™	$L^*$	$a^*$	$b^*$
0	110 C	72.59	9.31	88.89
3	110 C	72.59	9.31	88.89
6	128 C	86.15	1.93	67.54
10	129 C	84.82	3.87	71.92
13	129C	84.82	3.87	71.92
17	1225C	84.38	12.11	69.89
19	124 C	74.63	16.67	80.98
21	131 C	63.49	20.97	73.25

Fuente: Elaboración propia

Los cambios en los canales  $a^*$  y  $b^*$  permiten obtener un valor de oscurecimiento mediante el ángulo de matiz ( $h_{ab}$ ),  $h_{ab} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$  y el valor Chroma ( $C^*_{ab}$ ),  $C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ . Como se aprecia en las figuras 3.3, el valor

de ángulo de matiz, que a mayor valor el color es más café, indica un cambio de color hacia tonalidad café, si bien ese valor disminuye hacia el final del tratamiento. Por otro lado, en la figura 3.4 el valor  $\text{chroma}_{ab}$ , que nos indica la saturación de color, tiene una evolución inversa a la del ángulo de matiz, descendiendo en primera instancia, para luego incrementar ligeramente hacia el final de la prueba experimental.

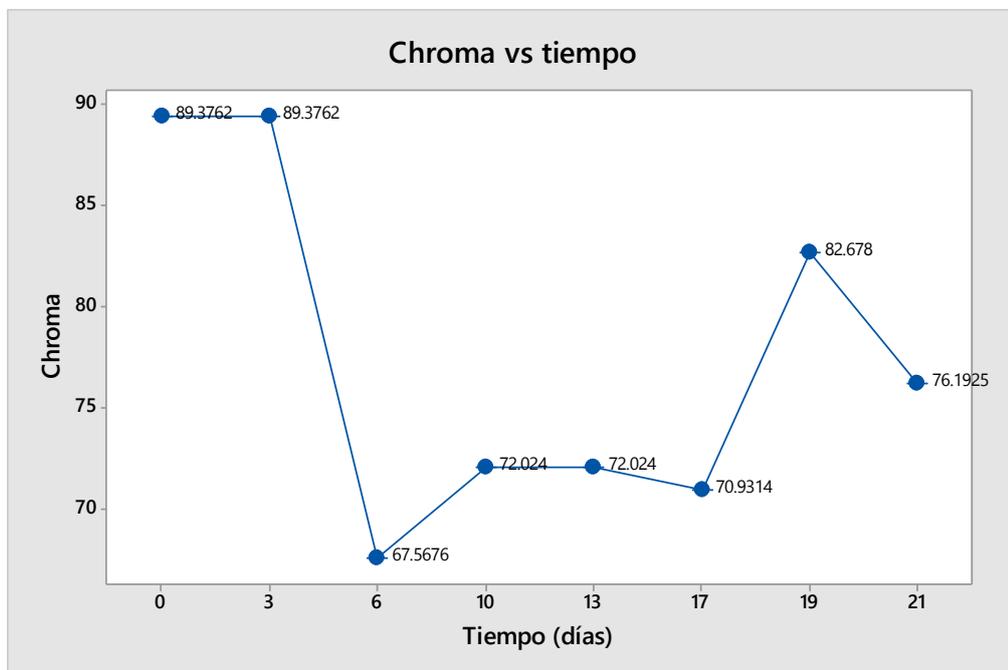


**Figura 3.3 Valores de matiz respecto a los tiempos de almacenamiento de la piña**

Fuente: Elaboración propia

El ángulo de matiz tiene una clara tendencia a disminuir conforme aumenta el tiempo de almacenamiento. La relación de disminución es cuadrática con un valor  $R^2=0.95$ . Se ha reportado en trabajos con jugos de frutas (Esteve, Frígola, Rodrigo, & Rodrigo, 2005) que la disminución del valor de ángulo de matiz corresponde con un enrojecimiento del producto mientras que al mismo tiempo se presenta menos amarillo, como es el caso de las muestras reportadas en la tabla 3.5. En general, en otras investigaciones relacionadas, realizadas a temperaturas inferiores, se reporta también un decrecimiento del valor de ángulo de matiz (Rivas, Rodrigo, Martínez, Barbosa-Cánovas, & Rodrigo, 2006; Yeom, Streaker, Zhang, & Min, 2000).

El valor de croma no se ajusta de igual manera a una regresión con respecto al tiempo. Sin embargo, en la figura 3.6 se aprecia que existe un descenso en sus valores a través del tiempo de almacenamiento. Choi et al. (2002) y Cortes et al. (2008) encontraron que el valor de croma descendía también con el tiempo de almacenamiento. De acuerdo con estos estudios, el oscurecimiento podría deberse a un pardeamiento no enzimático de Maillard y a el calentamiento.



**Figura 3.4 Valores Chroma respecto a los tiempos de almacenamiento de la piña**

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Análisis microbiológico

Se realizó un análisis microbiológico a los tiempos inicial y final al contenido de piña en trozos. Como se observa en la tabla 3.6, los análisis indican que el producto se encuentra dentro de los límites permitidos para aerobios mesófilos, anaerobios mesófilos, así como levaduras y mohos.

**Tabla 3.6 Análisis microbiológico en tiempo inicial y final**

Ensayo realizado	Unidad	T <sub>inicial</sub>	T <sub>final</sub>
Aerobios mesófilos	UFC/g	<10	<10
Anaerobios mesófilos	UFC/g	<10	<10
Levaduras y mohos	UFC/g	<10	<10

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Pruebas de compresión y apilamiento

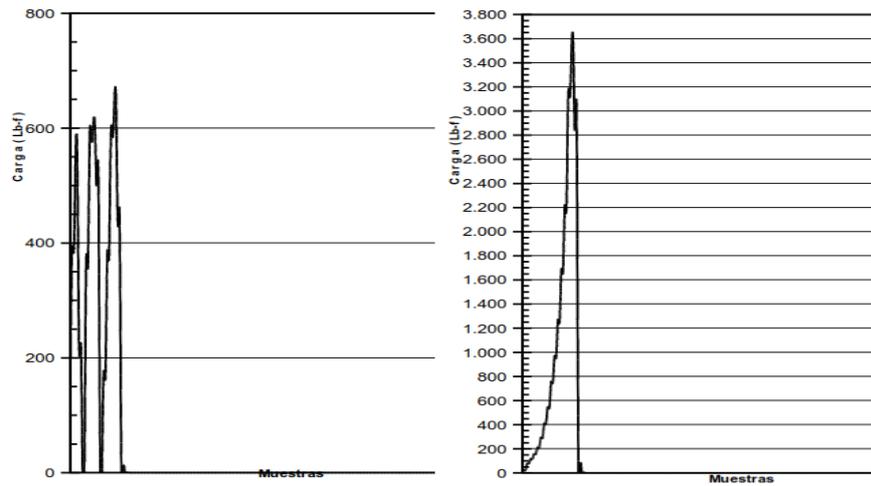
En las pruebas de compresión se obtuvo que el envase individual tiene una resistencia a la compresión de 504 libras fuerza. Para la prueba de compresión a un cartón que contiene 6 unidades de producto, se obtuvo un valor de compresión de 2988 libras fuerza, como se aprecia en la figura 3.7. El valor de compresión obtenido para el cartón de 6 unidades se relaciona proporcionalmente como la sumatoria del valor individual.

Para el apilamiento, el cartón seleccionado fue de flauta tipo “C”, con dimensiones externas 24.2 cm x 16.5 cm x 12.9 cm. Para un contenedor de 40 pies, se determinó que pueden acomodarse 19 pallet de dimensiones 100 cm x 120 cm con 17 niveles de cajas y 28 cajas por nivel sin comprometer la integridad de la caja. Los valores de eficiencia de uso con respecto al pallet y al contenedor se reportan en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7 Valores de eficiencia con respecto a pallet y contenedor de 40 pies**

Valores de eficiencia	Pallet	Contenedor 40 pies
Área	93,17%	92,46%
Volumen	90,76%	84,86%
Peso	87,68%	96,70%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.5 Prueba de compresión. a) Envase individual. b) Envase cartón 6 unidades**

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Diseño de la planta

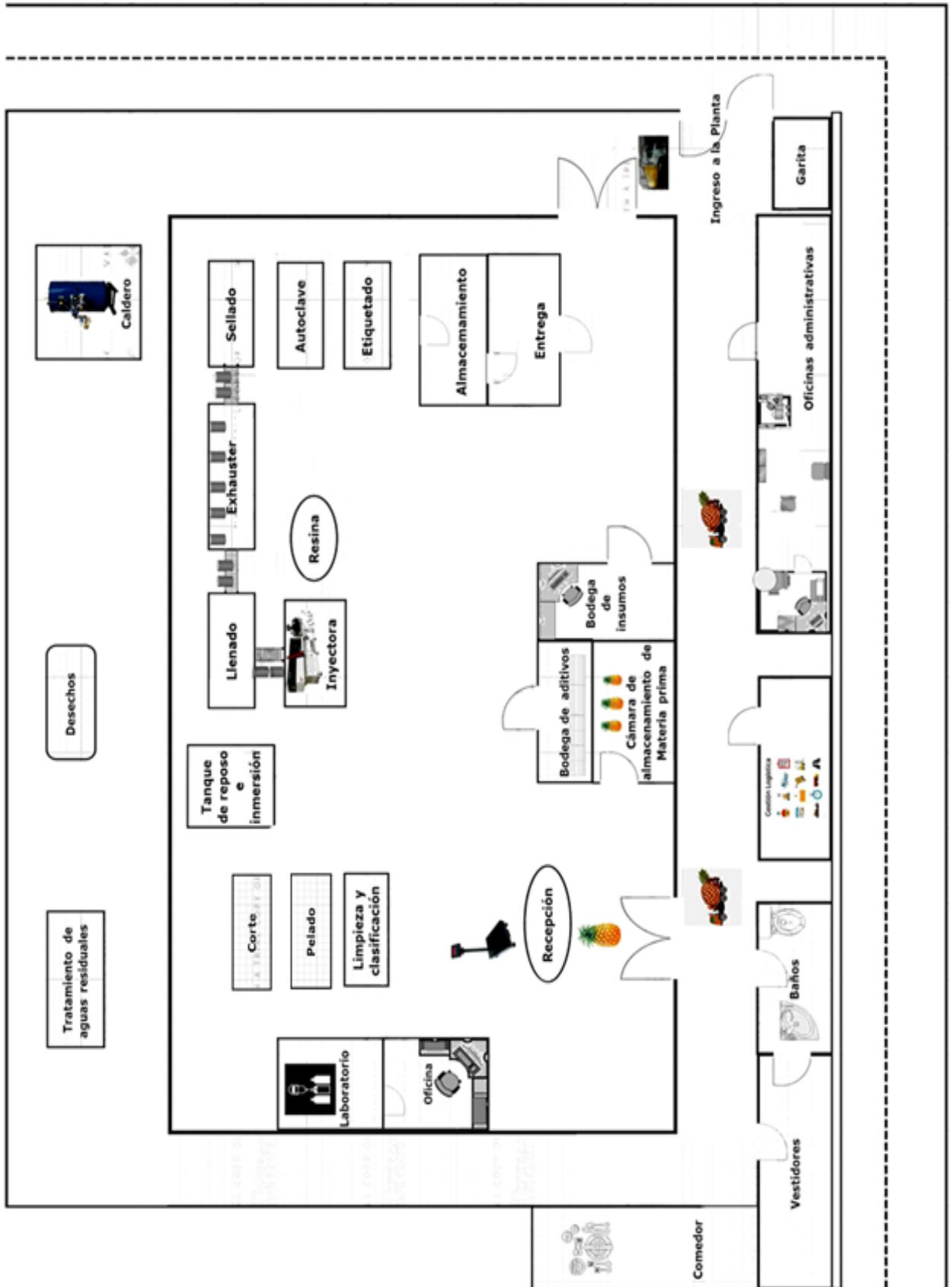
La planta se ubicará en el cantón Durán km 26, para una producción de 4000 envases/día de piñas en almíbar. A continuación, se muestra el diagrama de proceso de elaboración del producto en la figura 3.8:



**Figura 3.6 Diagrama de flujo de proceso del producto.**

Fuente: Elaboración propia

Plano 3.1 Layout de la planta



Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Estimación de costos

Los costos de materia prima se presentan según la formulación del producto y su peso estimado. Con una demanda anual de 1 008 000 envases en 252 días laborales, se detallan los costos de materia prima en el año.

**Tabla 3.8 Costos de materia prima**

<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo por (kg)</b>	<b>Costo total (unidad)</b>	<b>Costo total (anual)</b>
Piña	0,40	\$ 0,50	\$ 0.20	\$ 201,600.00
Agua	0,12	\$ 0,48	\$ 0.00	\$ 56.59
Azúcar	0,04	\$ 0,76	\$ 0.03	\$ 25,849.28
Ácido cítrico	0,00035	\$ 4,00	\$ 0.00	\$ 1,536.00
<b>Total</b>			<b>\$ 0,23</b>	<b>\$ 230,041.87</b>

Fuente: Elaboración propia

Para las operaciones diarias se requieren de los costos por cada kg de materia prima además del costo unitario por envase, el cual es \$ 0,05. En el anexo A.6 se demuestra que los costos de envases representan el mayor porcentaje de requerimientos de operación.

A continuación, en el anexo A.7 se determinan los materiales indirectos estimando 6 envases por cada caja de cartón, así como también el número de personal para su vestimenta respectiva, además de los diferentes insumos para limpieza.

La remuneración que recibirá cada operador está sujeta a la impuesta por el estado y se muestra en el anexo A.8, estimando que el número de operadores es el mínimo debido a la automatización en las operaciones. También se muestra la remuneración del personal administrativo en el anexo A.9.

En el anexo A.10 se detalla el total de consumo energético de cada maquinaria utilizada, y a continuación en el anexo A.11 el costo total anual, conociendo que la tarifa por kW/h para el sector industrial es de \$ 0,091. A continuación, en el anexo A.12 se muestra el costo total, estimando los costos tanto de suministros como de servicios durante los 5 primeros años. En el Anexo A.13

se muestran los valores correspondientes al flujo de caja para 5 años y los valores económicos de TIR y VAN.

En la tabla 3.9 se detallan los costos directos totales de producción, tomando en cuenta la materia prima, mano de obra directa, costos del envase y los costos de inversión de la máquina co-inyectora, para poder estimar su precio de venta al público (PVP) con un margen de utilidad del 150%.

Con respecto al nivel de ingresos que permite cubrir con los costos fijos y variables se determinó un punto de equilibrio de \$ 566,367.34, lo cual equivale a una producción de 569,571.80 unidades. Este nivel de ingreso se alcanzaría durante el primer año de operación, como se puede apreciar en el anexo A.14.

**Tabla 3.9 Estimación del PVP**

	<b>Ingredientes</b>	<b>Costo por Envase</b>
<b>Materia Prima</b>	<b>Piña</b>	\$ 0.20
	<b>Azúcar</b>	\$ 0.03
	<b>Ácido Cítrico</b>	\$ -
	<b>Agua</b>	\$ -
	<b>Costo total</b>	\$ 0.23
<b>Material Empaque</b>	<b>Empaque</b>	\$ 0.05
	<b>Caja</b>	\$ 0.013
	<b>Costo total</b>	\$ 0.06
<b>Mano Obra</b>	<b>Mano Obra Directa</b>	\$ 0.06
<b>Costo Indirecto</b>	<b>Agua</b>	\$ 0.00
	<b>Administración</b>	\$ 0.09
	<b>Energía Eléctrica</b>	\$ 0.00
	<b>Total</b>	\$ 0.09
	<b>Total Costos directos</b>	\$ 0.35
	<b>Total Costos indirectos</b>	\$ 0.09
	<b>Costo Total de producción</b>	\$ 0.44
	<b>% Utilidad (1.5)</b>	\$ 0.55
	<b>PVP</b>	\$ 0.99

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Consideraciones técnicas y legales

Las normativas vigentes que regulan algunos de los aspectos estudiados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Normativas utilizadas en el proyecto**

<b>Aspecto normado</b>	<b>Normativa en vigencia</b>
Frutas en conserva: pH, características sensoriales, sólidos solubles.	NTE CODEX STAN 42-1981 FDA - CFR Title 21 - PART 114 -- ACIDIFIED FOODS NTC 749 PINA EN CONSERVA
Material de envase	FDA - CFR Title 21 - PART 177 -- INDIRECT FOOD ADDITIVES: POLYMERS
Acidez titulable frutas y vegetales	NTE INEN ISO 750
Conservas vegetales determinación de acidez titulable método potenciométrico de referencia	NTE INEN 381
Conservas vegetales requisitos generales	NTE INEN 405

Fuente: Elaboración propia

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De los modelos matemáticos estadísticos se eligió por bibliografía y facilidad de aplicación el modelo de supervivencia Weibull para la estimación del tiempo de vida útil, teniendo una fuerte ventaja al tomar en cuenta los datos obtenidos del consumidor final, como aceptación/rechazo y logra presentar un escenario de preferencia del consumidor, en base a proporciones de rechazo preestablecidas, al tiempo de almacenamiento de 0, 3, 6, 10, 13, 17,19 y 21 días.
- El producto cumple las especificaciones técnicas de la norma CODEX STAN 42 para conservas de piña con respecto a la forma de presentación, tipo de envasado, y medios de cobertura.
- La determinación del TVU de la piña en almíbar fue de 13.1 días a 42°C con un intervalo de confianza al 95%, lo que indica que, al término de la vida útil del producto, se espera un rechazo del 50% de los consumidores, por lo que en condiciones extremas se redujo notablemente el TVU.
- Las piñas envasadas en el bote del material BOPP/EVOH/BOPP con tapa de hojalata fueron analizadas en características de calidad como pH, Acidez, grados brix; no presentaron diferencias significativas a través de los diferentes tiempos de almacenamiento, lo que indica que las propiedades de barrera del envase fueron responsables de impedir el paso de factores de deterioro como el oxígeno, vapor de agua y así contribuir a la estabilidad al producto, inclusive al tratarse de condiciones extremas a 42°C de temperatura. En cuanto a la textura esta presentó una disminución a través del tiempo de almacenamiento, pero sin perder la turgencia.
- La capacidad soportante del envase permite su apilamiento y resiste hasta 504 lb<sub>f</sub>, brindando la oportunidad de transportarlo en cartones de flauta sencilla tipo “C”, de menor costo; y almacenarlo en forma de pilas, sin arriesgar su integridad hasta los 18 niveles.
- El costo de envasar piña en almíbar con el envase innovador para una producción anual de 1 008 000 envases es de \$0.24 por envase. Este valor permite ser

competitivo con alimentos similares en otros envases como hojalata y vidrio cuyo costo del envase es mayor.

#### **4.1 Recomendaciones**

- Aplicar otros modelos matemáticos para verificar que los datos del ensayo obtenido se repiten.
- Trabajar con otras temperaturas y por mayor tiempo para tener una evaluación más cercana a la realidad de la predicción del tiempo de vida útil de un alimento.

# BIBLIOGRAFÍA

- Arabshahi, A., & Lund, D. B. (1985). Considerations in Calculating Kinetic Parameters from Experimental Data. *Journal of Food Process Engineering*, 7(4), 239–251. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.1985.tb00308.x>
- Assous, M. T. M., Saad, E. M. S., & Dyab, A. S. (2014). Enhancement of quality attributes of canned pumpkin and pineapple. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1), 9–15. <https://doi.org/10.1016/J.AOAS.2014.06.002>
- Caicedo, C., Crespo, L., De La Cruz H., Á. N. (2017). Propiedades termo-mecánicas del Polipropileno: efectos durante el reprocesamiento. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XVIII(3), 245–252. Retrieved from <http://www.revistaingenieria.unam.mx/numeros/2017/v18n3-02.pdf>
- Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M., & Nicoli, M. C. (2016a). Shelf-life Assessment of Food Undergoing Oxidation—A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(11), 1903–1912. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.807222>
- Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M., & Nicoli, M. C. (2016b). Shelf-life Assessment of Food Undergoing Oxidation—A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(11), 1903–1912. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.807222>
- Cardelli, C., & Labuza, T. P. (2001). Application of Weibull Hazard Analysis to the Determination of the Shelf Life of Roasted and Ground Coffee. *LWT - Food Science and Technology*, 34(5), 273–278. <https://doi.org/10.1006/fstl.2000.0732>
- Carrillo, M., & Reyes, A. (2014, November 25). Vida útil de los alimentos / Lifetime food. *CIBA Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 32–56. Retrieved from <http://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/20>
- Choi, M. ., Kim, G. ., & Lee, H. . (2002). Effects of ascorbic acid retention on juice color and pigment stability in blood orange (*Citrus sinensis*) juice during refrigerated storage. *Food Research International*, 35(8), 753–759. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(02\)00071-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00071-6)
- Chonhenchob, V., Chantarasomboon, Y., & Singh, S. P. (2007). Quality changes of treated fresh-cut tropical fruits in rigid modified atmosphere packaging containers. *Packaging Technology and Science*, 20(1), 27–37. <https://doi.org/10.1002/pts.740>
- Cristán, A., Ize, I., & Gavilán, A. (2003). La situación de los envases de plástico en

- México. *Gaceta Ecológica*, (69), 67-82. *Gaceta Ecológica*, 69, 67–82. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/539/53906905.pdf>
- Esteve, M. J., Frígola, A., Rodrigo, C., & Rodrigo, D. (2005). Effect of storage period under variable conditions on the chemical and physical composition and colour of Spanish refrigerated orange juices. *Food and Chemical Toxicology*, 43(9), 1413–1422. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.03.016>
- Fu, B., & Labuza, T. P. (1997). Shelf-Life Testing: Procedures and Prediction Methods. In *Quality in Frozen Foods* (pp. 377–415). Boston, MA: Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5975-7\\_19](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5975-7_19)
- Gil, M. I., Aguayo, E., & Kader, A. A. (2006). Quality Changes and Nutrient Retention in Fresh-Cut versus Whole Fruits during Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(12), 4284–4296. <https://doi.org/10.1021/jf060303y>
- Giménez, A., Ares, F., & Ares, G. (2012). Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. *Food Research International*, 49(1), 311–325. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.008>
- González-Aguilar, G. ., Ruiz-Cruz, S., Cruz-Valenzuela, R., Rodríguez-Félix, A., & Wang, C. . (2004). Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents. *LWT - Food Science and Technology*, 37(3), 369–376. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2003.10.007>
- Hough, G. (2010). *Sensory shelf life estimation of food products*. CRC Press / Taylor & Francis.
- Keklik, N. M., Isikli, N. D., & Sur, E. B. (2017). Estimation of the shelf life of pezik pickles using Weibull hazard analysis. *Food Science and Technology*, 37(suppl 1), 125–130. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.33216>
- Kurt, M., Saban Kamber, O., Kaynak, Y., Atakok, G., & Girit, O. (2009). Experimental investigation of plastic injection molding: Assessment of the effects of cavity pressure and mold temperature on the quality of the final products. *Materials & Design*, 30(8), 3217–3224. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.01.004>
- Labuza, T. P. (1984). Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *Journal of Chemical Education*, 61(4), 348. <https://doi.org/10.1021/ed061p348>
- Labuza, T. P., & Kreisman, L. (1979). Open Shelf-Life Dating of Food. Retrieved from <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc39406/>
- Labuza, T. P., & Taoukis, P. S. (1990). The relationship between processing and shelf-life. *Foods for the '90s.*, 73–106. Retrieved from

<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19920451712>

- Lenz, M. K., & Lund, D. B. (1980). Experimental procedures for determining destruction kinetics of food components. Information Systems Division, National Agricultural Library . Institute of Food Technologists. Retrieved from <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US8045870>
- Lohfink, G. W., & Kamal, M. R. (1993). Morphology and permeability in extruded polypropylene/ethylene vinyl-alcohol copolymer blends. *Polymer Engineering and Science*, 33(21), 1404–1420. <https://doi.org/10.1002/pen.760332106>
- Manzocco, L., Panozzo, A., & Calligaris, S. (2012a). Accelerated shelf life testing (ASLT) of oils by light and temperature exploitation. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*. <https://doi.org/10.1007/s11746-011-1958-x>
- Manzocco, L., Panozzo, A., & Calligaris, S. (2012b). Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) of Oils by Light and Temperature Exploitation. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(4), 577–583. <https://doi.org/10.1007/s11746-011-1958-x>
- McEwan, J. A., Heiniö, R.-L., Hunter, E. A., & Lea, P. (2003). Proficiency testing for sensory ranking panels: measuring panel performance. *Food Quality and Preference*, 14(3), 247–256. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00083-6](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00083-6)
- Mencik, Z., & Fitchmun, D. R. (1973). Texture of injection-molded polypropylene. *Journal of Polymer Science Part A-2: Polymer Physics*, 11(5), 973–989. <https://doi.org/10.1002/pol.1973.180110513>
- Montero-Calderón, M., Rojas-Graü, M. A., & Martín-Belloso, O. (2008). Effect of packaging conditions on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *Postharvest Biology and Technology*, 50(2–3), 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.03.014>
- Navia, D., Ayala, A., Villada, H. (2014). Interacciones empaque-alimento: migración. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13(25), 100–113. Retrieved from <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/viewFile/999/992>
- NTE INEN 0380 (1986) (Spanish): Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico.
- NTE INEN 0381: Conservas vegetales. Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de referencia. (n.d.).
- NTE INEN 0389: Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH). (n.d.).
- NTE INEN 1529-5: Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad

de microorganismos aerobios mesofilos. REP. (n.d.).

Perea, E. (1995). MATERIALES DE BARRERA PARA ENVASES. *Revistas Sena*, (51), 1–4.

Quick Pallet Maker - Software de Empaque. (n.d.).

Rivas, A., Rodrigo, D., Martínez, A., Barbosa-Cánovas, G. V., & Rodrigo, M. (2006). Effect of PEF and heat pasteurization on the physical–chemical characteristics of blended orange and carrot juice. *LWT - Food Science and Technology*, 39(10), 1163–1170. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2005.07.002>

Rodríguez-Sauceda, R., Rojo-Martínez, G. E., Martínez-Ruiz, R., Piña-Ruiz, H. H., Ramírez-Valverde, B., Vaquera-Huerta Milagros de la, H. C., ... de la Cong-Hermida, M. C. (2014). Ra Ximhai ENVASES INTELIGENTES PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS SMART PACKAGING FOR FOOD PRESERVATION. *Ra Ximhai*, 10(10), 151–173. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/461/46132135012.pdf>

TexturePro CT. (n.d.).

Velasco, J., Dobarganes, C., & Márquez-Ruiz, G. (2010). 1 - Oxidative rancidity in foods and food quality. In L. H. Skibsted, J. Risbo, & M. L. B. T.-C. D. and P. I. of F. and B. Andersen (Eds.), *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition* (pp. 3–32). Woodhead Publishing. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1533/9781845699260.1.3>

Yeom, H. W., Streaker, C. B., Zhang, Q. H., & Min, D. B. (2000). Effects of pulsed electric fields on the quality of orange juice and comparison with heat pasteurization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), 4597–605. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11052706>

# **ANEXOS**

### Anexo A.1. Hoja Master para el panel sensorial

Juez	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Orden presentación
1	2040	5565	3740	7851	4493	4464	3726	1918	T5 T3 T0 T4 T1 T6 T7 T2
2	7605	7434	3536	6587	2713	1666	4842	5677	T5 T7 T4 T6 T3 T2 T0 T1
3	9926	2682	5087	6223	6000	4768	7165	7733	T4 T3 T2 T0 T6 T5 T7 T1
4	9337	7007	2877	1352	4309	3480	9030	5501	T4 T3 T1 T6 T0 T5 T2 T7
5	5956	6048	7114	1673	9694	6940	1024	5983	T7 T5 T2 T1 T4 T6 T0 T3
6	1959	5380	3281	9168	2601	7152	6534	6022	T7 T0 T3 T4 T5 T6 T2 T1
7	5538	8945	7659	2397	2221	3462	3109	8662	T2 T6 T3 T0 T5 T1 T4 T7
8	4948	5327	9817	8065	4856	9247	5942	8555	T3 T2 T4 T7 T6 T0 T5 T1
9	9996	6600	1058	6946	8030	4489	3855	9546	T0 T6 T1 T7 T5 T3 T4 T2
10	4450	6788	7916	4064	5825	8356	9966	8856	T4 T0 T5 T6 T1 T2 T7 T3
11	2354	8456	8444	9346	7495	4595	3238	1099	T1 T5 T0 T3 T2 T4 T6 T7
12	3980	3562	7074	8738	6985	1541	8577	2459	T5 T3 T4 T1 T7 T2 T6 T0
13	1508	5302	5500	8690	1151	5051	4315	1629	T4 T1 T2 T3 T6 T7 T5 T0
14	8312	4793	4890	8790	8055	3831	7591	6052	T2 T0 T7 T4 T1 T6 T3 T5
15	4666	2103	8720	7652	2288	3355	1256	5654	T2 T3 T0 T1 T5 T4 T7 T6
16	4437	3101	4683	2972	4970	2821	3074	1185	T5 T3 T0 T2 T6 T1 T4 T7
17	6789	5815	8962	4671	3417	4956	6341	1440	T7 T6 T2 T1 T0 T5 T3 T4
18	1826	2500	1487	1581	1093	4203	2785	4410	T1 T2 T0 T7 T3 T6 T5 T4
19	8604	5957	6692	1915	9697	8894	1195	9418	T2 T7 T6 T4 T3 T5 T0 T1
20	5748	3948	7749	6188	2619	7571	9793	5332	T4 T5 T6 T0 T7 T2 T3 T1
21	4386	9495	4390	3346	6091	7718	8839	4736	T5 T0 T4 T2 T6 T7 T3 T1
22	2505	2801	6816	9313	5145	3827	4740	5356	T4 T7 T2 T1 T5 T6 T3 T0
23	2775	6778	1251	7295	9166	3133	1814	6880	T0 T4 T2 T3 T5 T6 T7 T1
24	3909	8803	2937	8353	6563	4382	5513	9841	T7 T6 T3 T4 T2 T0 T5 T1
25	6695	2000	8021	9557	8824	4808	2320	5244	T5 T2 T0 T1 T3 T4 T7 T6
26	9448	2542	5735	1333	7314	3573	5869	6414	T1 T6 T0 T3 T5 T2 T4 T7
27	1823	8967	2976	5399	7400	9520	1241	5976	T0 T4 T5 T1 T3 T6 T7 T2
28	5231	1433	2509	4081	2697	3687	8311	3590	T7 T1 T5 T2 T4 T0 T6 T3
29	7005	6902	5012	7637	7491	2627	3450	1340	T2 T3 T6 T0 T7 T5 T4 T1
30	1939	9872	9886	8133	4535	5000	7854	2822	T7 T3 T2 T0 T6 T1 T5 T4
31	6680	4520	7520	7354	8850	2839	2622	7291	T4 T7 T2 T3 T1 T6 T5 T0
32	4007	1726	2469	7803	5993	1175	2667	8728	T2 T3 T4 T1 T0 T5 T7 T6
33	6542	2512	1777	8298	3805	7681	9696	1064	T2 T4 T1 T3 T5 T0 T6 T7
34	6921	8419	9871	1654	3768	9099	9593	8173	T6 T1 T0 T4 T2 T5 T3 T7
35	9813	1201	9698	8528	7921	1556	7038	8556	T6 T4 T5 T7 T0 T2 T1 T3
36	3648	2265	2487	2978	3863	8902	4093	2480	T2 T1 T3 T6 T5 T4 T7 T0
37	8355	5026	5885	3124	8727	7310	6645	4401	T4 T5 T6 T3 T2 T7 T1 T0
38	8920	3075	1361	3809	4609	2163	8829	9968	T7 T1 T3 T0 T2 T4 T5 T6
39	8152	7942	7233	2786	7329	1052	7138	3751	T1 T5 T3 T4 T0 T2 T6 T7
40	4155	8861	3391	1655	3001	4197	3603	9828	T5 T6 T2 T4 T1 T0 T3 T7

Fuente: Elaboración propia

### Anexo A.3. Cuestionario para test hedónico en panel sensorial

<b>Fecha:</b>																																																																																																	
<b>Nombre:</b>	<b>Juez #</b>																																																																																																
<p>Instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· A continuación, se presentan 8 muestras codificadas de piña en almíbar. Pruebe el producto en el orden presentado (de izquierda a derecha).</li> <li>· Deguste cada muestra y califíquela antes de pasar a la siguiente. Limpie su paladar tomando un sorbo de agua entre cada muestra.</li> <li>· Escriba el código de cada producto en la parte superior de las columnas, e indique con una marca (X) en el casillero que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.</li> </ul>																																																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">CÓDIGO DE LA MUESTRA</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gusta muchísimo</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Gusta mucho</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Gusta moderadamente</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Gusta ligeramente</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Ni me gusta ni me disgusta</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Disgusta ligeramente</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Disgusta moderadamente</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Disgusta mucho</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Disgusta muchísimo</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	CÓDIGO DE LA MUESTRA								↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓									Gusta muchísimo								Gusta mucho								Gusta moderadamente								Gusta ligeramente								Ni me gusta ni me disgusta								Disgusta ligeramente								Disgusta moderadamente								Disgusta mucho								Disgusta muchísimo							
CÓDIGO DE LA MUESTRA																																																																																																	
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓																																																																																										
Gusta muchísimo																																																																																																	
Gusta mucho																																																																																																	
Gusta moderadamente																																																																																																	
Gusta ligeramente																																																																																																	
Ni me gusta ni me disgusta																																																																																																	
Disgusta ligeramente																																																																																																	
Disgusta moderadamente																																																																																																	
Disgusta mucho																																																																																																	
Disgusta muchísimo																																																																																																	
<p><b>Observaciones:</b></p> <hr/> <hr/>																																																																																																	
<p><b>Muchas gracias</b></p>																																																																																																	

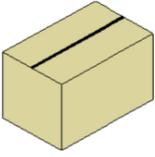
## Anexo A.4. Especificaciones técnicas de la caja de 6 unidades

### I. Datos del Cliente:

HD: -  
 Razón social: -  
 Símbolo: PROYECTO ESPOL – KLEAR CAN

### II. Parámetros de la caja:

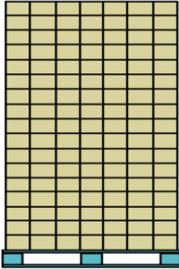
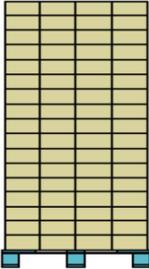
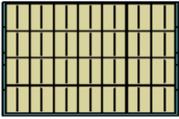
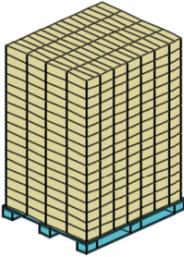
PARTES DE LA CAJA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
Dimensiones Externas:	24,2 +/- 3mm	16,5 +/- 3mm	12,9 +/- 3mm
Dimensiones Internas:	23,3 +/- 3mm	15,6 +/- 3mm	11,1 +/- 3mm
Estilo de la Caja:	CAJA REGULAR		
Test:	150 KRAFT		
Tipo de Flauta:	"C"		
Calibre del Cartón:	0,4		



### III. Parámetros de Estiba.

Cajas por tendidos	28	Tamaño/Pallet:	120.0 x 100.0 x 15.0
Numero de tendidos:	17		
Total de cajas / pallet:	476		
Total de Pallet x Contened	1		
Efic. Área:	93,17%		
Efic. Volumen:	90,76%		
Efic. Peso:	87,68%		
Tipo de acomodo:	COLUMNA		

### IV. Parámetros de acomodo ( vistas)

		<p>MEDIDAS DE LA CARGA SIN PALLET 115.5 X 96.8 X 219.3</p>
		<p>MEDIDAS DE LA CARGA CON PALLET 120.0 X 100.0 X 233.8</p>

### V. OBSERVACIONES GENERALES

- 1.- REALIZAR ARRUMES EN COLUMNAS
- 2.- MANTENER UN BUEN DISEÑO DE PALLET

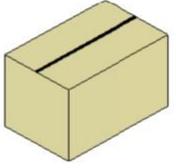
Fuente: Elaboración propia

## Anexo A.5. Cubicaje de caja de 6 unidades en contenedor de 40 pies

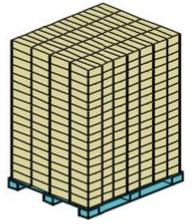
### I. Datos del Cliente:

HD: -  
 Razón social: -  
 Símbolo: PROYECTO ESPOL – KLEAR CAN

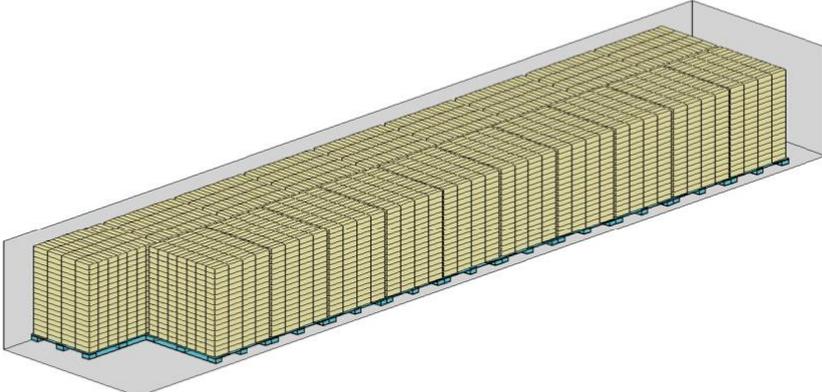
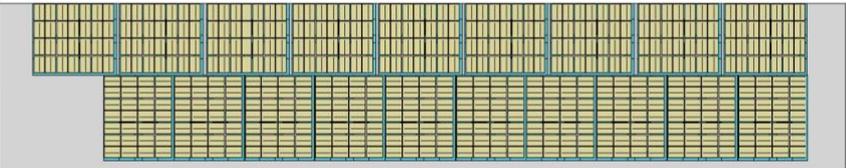
### II. Parámetros de la caja:

PARTES DE LA CAJA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	
Dimensiones Externas:	24,2 +/- 3mm	16,5 +/- 3mm	12,9 +/- 3mm	
Dimensiones Internas:	23,3 +/- 3mm	15,6 +/- 3mm	11,1 +/- 3mm	
Estilo de la Caja:	CAJA REGULAR			
Test:	150 KRAFT			
Tipo de Flauta:	"C"			
Calibre del Cartón:	0,4			

### III. Parámetros de Estiba.

Cajas por tendidos	28	Tamaño/Pallet:	120.0 x 100.0 x 15.0	
Numero de tendidos:	17			
Total de cajas / pallet:	476			
Total de Pallet x Contened	19			
Efic. Área:	92,46%			
Efic. Volumen:	84,86%			
Efic. Peso:	96,70%			
Tipo de acomodo:	COLUMNA			

### IV. Parámetros de acomodo ( vistas en contenedor High Cube 40')

Tipo de contenedor: High Cube 40

⊕ Total Paleta: 19

Numero Total de Cajas 9044

Long. Carga: 1100.00 cm  
 Ancho Carga: 220.00 cm  
 Alt. Carga: 233.80 cm  
 Peso Carga: 24988.78 kg  
 Volumen de la carga: 53.31 m<sup>3</sup>

Eficiencia de Área: 92.46%  
 Eficiencia en Volumen: 84.86%  
 Eficiencia en Peso: 96.70%

### V. OBSERVACIONES GENERALES

- 1.- REALIZAR ARRUMES EN COLUMNAS
- 2.- MANTENER UN BUEN DISEÑO DE PALLET

Fuente: Elaboración propia

## Anexo A.6

**Tabla 3.10 Requerimientos de operación diaria**

Material	Cantidad	Unidad	Costo	Unidad
Piña entera	1600	kg	800	USD
Agua	0.4912	m3	0.24	USD
Azúcar	147.2	kg	111.9	USD
Ácido cítrico	1.6	kg	6.4	USD
Envase	1600	unidades	800	USD
<b>Total</b>			<b>1,718.5</b>	<b>USD</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo A.7

**Tabla 3.11 Costos materiales indirectos**

Materiales	Cantidad (anual)	Precio (\$)	Total
Mandiles	35	\$ 5.00	\$ 175.00
Mallas	100	\$ 0.10	\$ 10.00
Guantes	200	\$ 0.10	\$ 20.00
Botas	28	\$ 3.20	\$ 89.60
Fundas de Basura	2.000	\$ 0.02	\$ 40.00
Cajas de cartón	160.000	\$ 0.08	\$ 12.800.00
Agentes de Limpieza	24	\$ 6.20	\$ 148.80
<b>Total, anual.</b>			<b>\$ 13.283.40</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo A.8

**Tabla 3.12 Costo mano de obra directa**

Número de operadores	Salario básico mensual	Salario anual total
15	\$385	\$69.300

Fuente: Elaboración propia

**Anexo A.9**

**Tabla 3.13 Costo mano de obra indirecta**

<b>Gastos Administrativos</b>	<b>Remuneración Mensual</b>	<b>Sueldo Anual</b>	<b>Décimo tercero</b>	<b>Décimo Cuarto</b>	<b>Aportaciones (\$)</b>	<b>Costo Total Anual</b>
<b>Gerente General</b>	\$ 1,200.00	\$14,400.00	\$1,200.00	\$385.00	\$1,605.60	\$17,590.60
<b>Jefe RRHH</b>	\$ 385.00	\$4,620.00	\$385.00	\$385.00	\$515.13	\$5,905.13
<b>Supervisor de Producción</b>	\$ 800.00	\$9,600.00	\$800.00	\$385.00	\$1,070.40	\$11,855.40
<b>Supervisor de Calidad</b>	\$ 800.00	\$9,600.00	\$800.00	\$385.00	\$1,070.40	\$11,855.40
<b>Jefe de Compra/Venta</b>	\$ 800.00	\$9,600.00	\$800.00	\$385.00	\$1,070.40	\$11,855.40
<b>Jefe Mantenimiento</b>	\$ 800.00	\$9,600.00	\$800.00	\$385.00	\$1,070.40	\$11,855.40
<b>Supervisor de Bodegas</b>	\$ 385.00	\$4,620.00	\$385.00	\$385.00	\$515.13	\$5,905.13
<b>Total</b>						\$76,822.46

Fuente: Elaboración propia

## Anexo A.10

Tabla 3.14 Costos de consumo energético

Equipo/ítem	Potencia (kW)	Horas de trabajo	kW/h
Peladora	0,8	16	12,8
Cortadora/Troceadora	2,2	16	35,2
Llenadora	6	16	96
Inyectora	24,9	16	398,4
Exhauster	10,11	16	161,76
Selladora	0,25	16	4
Autoclave	22,5	16	360
Etiquetadora	1,2	16	19,2
sistema de aire acondicionado	3	16	48
<b>TOTAL</b>			<b>1135,36</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo A.11

Figura 3.15 Costo total anual de energía

<b>Costo kW/h (\$)</b>	<b>0,091</b>
TOTAL, COSTO DIARIO	\$103,32
<b>TOTAL, COSTO ANUAL</b>	<b>\$24.796,26</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo A.12

Tabla 3.16 Costos indirectos

DETALLE DE COSTOS FIJOS ANUALES					
	Año 1 (\$)	Año 2 (\$)	Año 3 (\$)	Año 4 (\$)	Año 5 (\$)
Gastos de oficina	1,200.00	1,236.00	1,273.08	1,311.27	1,350.61
Propaganda	60,000.00	61,800.00	63,654.00	65,563.62	67,530.53
Costo de transporte	12,000.00	12,360.00	12,730.80	13,112.72	13,506.11
Remuneraciones	88,723.00	91,384.69	94,126.23	96,950.02	99,858.52
<b>Total</b>	<b>73,200.00</b>	<b>75,396.00</b>	<b>77,657.88</b>	<b>79,987.62</b>	<b>82,387.24</b>
<b>Servicios varios</b>					
Agua	2,400.00	2,472.00	2,546.16	2,622.54	2,701.22
Energía eléctrica	202.52	208.60	214.86	221.30	227.94
Telefono	600.00	618.00	636.54	655.64	675.31
Internet	800.00	824.00	848.72	874.18	900.41
Mantenimiento	25,000.00	25,750.00	26,522.50	27,318.18	28,137.72
<b>Total</b>	<b>\$29,002.52</b>	<b>29,872.60</b>	<b>30,768.78</b>	<b>31,691.84</b>	<b>32,642.59</b>
<b>Costos fijos totales</b>	<b>\$102,202.52</b>	<b>\$105,268.60</b>	<b>\$108,426.66</b>	<b>\$111,679.45</b>	<b>\$115,029.84</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo A.13

Tabla 3.17 Flujo de caja

	<b>Año 0 (\$)</b>	<b>Año 1 (\$)</b>	<b>Año 2 (\$)</b>	<b>Año 3 (\$)</b>	<b>Año 4 (\$)</b>	<b>Año 5 (\$)</b>
Ventas Anuales		1,002,328.91	1,032,398.78	1,063,370.74	1,095,271.86	1,128,130.02
Costos Variables		-445,479.52	-458,843.90	-472,609.22	-486,787.50	-501,391.12
Costos Fijos		-279,648.52	-285,376.29	-291,275.89	-297,352.47	-303,611.36
Interes Financiero		-16,600.00	-14,214.67	-11,433.36	-8,190.37	-4,409.03
Depreciacion		-10,000.00	-10,000.00	-10,000.00	-10,000.00	-10,000.00
Utilidad		250,600.87	263,963.92	278,052.27	292,941.53	308,718.51
Tasa impuesto 25% IR		-62,650.22	-65,990.98	-69,513.07	-73,235.38	-77,179.63
Utilidad Desp Impuesto		187,950.66	197,972.94	208,539.20	219,706.15	231,538.88
Depreciación		10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00
Flujo efectivo		197,950.66	207,972.94	218,539.20	229,706.15	241,538.88
Inversion						
Varios						
Activos	-100,000.00					
Amortizacion	100,000.00	-14,369.49	-16,754.82	-19,536.12	-22,779.12	-26,560.45
Capital de Trabajo	-100,000.00					
Valor de desecho						
Flujo Neto	-100,000.00	183,581.17	191,218.12	199,003.08	206,927.03	214,978.43
<b>VAN</b>	\$649,256					
<b>TIR</b>	187%					

Fuente: Elaboración propia

## Anexo A.14

### Grafica de punto de Equilibrio

